

Untersuchungen über das Gehirn der Ganoiden *Amia calva* und *Lepidosteus osseus*

von

C. U. Ariëns Kappers.

Obschon über einige Abschnitte des Gehirnes der Knochenganoiden in der Literatur schon hier und dort berichtet wird, fehlt doch noch eine vollständige Bearbeitung dieser so interessanten Gehirne, welche in mancher Beziehung denjenigen der Teleostier und Knorpelganoiden ähnlich sind, in anderer Beziehung aber so sehr ein eigenes Gepräge haben, daß ihr Studium über verschiedene Punkte der vergleichenden Hirnanatomie der niederen Vertebraten Aufschluß gibt.

Ich habe mich dieser Arbeit mit desto größerem Vergnügen hingegeben, als sie mich in den Stand setzt, mit neuem und anderem Material die Fragen zu erforschen, welche sich an die vergleichende Hirnanatomie der niederen Vertebraten — ein noch immer viel zu wenig studiertes Gebiet — knüpfen. Seitdem ich meine Arbeit über das Gehirn der Teleostier und Selachier publizierte, habe ich sowohl in der Literatur als auch durch eigene Untersuchungen Gelegenheit gehabt, die Bedeutung der verschiedenen Fasersysteme und morphologischen Verhältnisse im Lichte einer weiteren Vergleichung mit höheren Vertebraten zu studieren.

Habe ich mich damals auf mein direktes Thema beschränken müssen, so ist mir mein Aufenthalt im hiesigen Neurologischen Institut mit seinem reichen Vergleichungsmaterial für die Beurteilung von allgemeinen Fragen, die sich an diese Arbeit anknüpfen, von größtem Nutzen gewesen. Ich zweifle aber nicht, daß auch jetzt noch viele Lücken unausgefüllt bleiben; möge dies so deutlich hervortreten, daß ein anderer mit besseren Mitteln sie beseitigt.

Als Material dienten mir die Exemplare von *Amia calva* und *Lepidosteus*, welche dem hiesigen Institute in lebenswürdigster Weise von Professor B. G. Wilder, dem verdienten amerikanischen Neurologen, geschenkt wurden. Es sei ihm hier dafür mein bester Dank erstattet.

Von *Amia calva* wurden zwei horizontale, eine sagittale und eine frontale Serie nach Weigert gefärbt. Zwei frontale Serien wurden nach Bielschowskys Methode bearbeitet. Von *Lepidosteus* lag eine frontale und eine sagittale Weigert-Serie vor. Ich verdanke die schönen Präparate unseren Präparatoren Dr. Biart und Fräulein Meyer, denen dafür Dank gesagt sei; der letzteren auch für die von ihr mit dem Edingerschen Apparate angefertigten Zeichnungen.

Das Vorderhirn.

Das Vorderhirn der Vertebraten kann man mit Edinger einteilen in zwei Hauptgebiete: ein **Hyposphärium** und ein **Episphärium**. Das Hyposphärium ist der Basalteil, in welchem bei den höheren Vertebraten der Lobus olfactorius mit Regio parolfactoria, Corpus striatum (mit Epistriatum) und Nucleus taenia nachgewiesen sind. Auf diesem zeigt sich dorsal das Episphärium, dessen ältester Teil die primordiale Anlage der Ammonsformation ist, der sich aber bei höheren Vertebraten das Neopallium zugefügt hat. In der Arbeit, in welcher Edinger zuerst diese Distinction aufgestellt hat, erkennt er den Fischen nur ein Hyposphärium zu. Es ist dies richtig in dem Sinne, daß das ganze Vorderhirn der Fische dem Hyposphärium der höheren Vertebraten entspricht. Man kann aber den Ausdruck Hyposphärium und Episphärium auch so auffassen, daß nur eine Distinktion in einen supraventrikulären und einen subventrikulären Teil damit angedeutet werden soll. In diesem letzteren Sinne wird der Ausdruck Episphärium bei denjenigen Tieren, welche noch kein Archipallium haben, am besten durch **Paläopallium** verfangen. Schon früher hat nun Studnička angegeben, daß in den seitlich umgestülpten Wänden des Vorderhirns der Knochenfische und Ganoiden Teile liegen, welche bei den Cyclostomen, Selachiern und Amphibien in der supraventrikulären nervösen Substanz gefunden werden. Durch eigene Studien, anfänglich nur über das Gehirn der Teleostier und Selachier, in letzter Zeit aber namentlich durch solche über das Gehirn der Cyclostomen, Holocephalen und der Amphibien, ist es mir geglückt, nachzuweisen, daß tatsächlich Gebiete, welche bei anderen Tieren in dem supraventrikulären Paläopallium liegen — woraus sich später u. m. das Archipallium entwickelt — bei den Knochenfischen und Ganoiden in den lateralen nach außen umgestülpten Teilen zu finden sind. Es hat sich zunächst gezeigt, daß der laterale Abschnitt des Vorderhirnmassivs der Teleostier und Ganoiden durch zwei konstante Furchen, eine im Ventrikel (Fovea endorhinalis interna) und eine an der Außenseite (Fovea endorhinalis externa), von einem medialen Abschnitt abgegrenzt ist, und daß in diesem lateralen Teile Bahnen enden und entspringen und bilaterale Verbindungen existieren, die bei Cyclostomen und Selachiern dem Paläopallium angehören. Während aber der obere Teil der lateralen Prosencephalonwand sich bei den letzteren Tieren mächtig ausbildet und bei seinem Wachstum nach der dorso-medialen Richtung nach innen umgeschlagen wird, ist er bei den Knochenfischen und Ganoiden relativ geringer entwickelt und nach außen umgeschlagen. Ich habe diese Erscheinung, welche wohl in räumlichen Verhältnissen ihre Ursache findet und zusammengeht mit der vikarierenden stärkeren Entwicklung des (Epi)Striatums (s. u.), zusammen mit Theunissen im „Anatomischen Anzeiger“ dieses Jahres näher erörtert. Was die Details sowie die weitere Phylogenese des Vorderhirns anbelangt, verweise ich darauf. Hier sei nur bemerkt, daß das Gehirn von *Amia*, *Lepidosteus* mit dem der Knorpelganoiden und Teleostier zum **exvertierten Typus** gehört und daß infolgedessen das Cornu posterius des Lateralventrikels dort auf seiner ganzen Breite mit dem Ventriculus impar kommuniziert unter Bildung eines **Ventriculus communis**. Doch zeigt das Gehirn von *Amia* auch einige Unterschiede von dem der Knochenfische.

Schon dort, wie noch die Formatio bulbaris die Lobi olfactorii anteriores bekleidet, ist der Hohlraum in den letzteren gut ausgeprägt und, im Gegensatz zu den Teleostiern, allseits von massiven Wänden umgeben, wie schon von Wilder, Allis und Gage erkannt wurde (Taf. 18, Fig. 1—5). Dieser Hohlraum geht caudal- und medialwärts über in den Ventrikel des Vorderhirns, welche frontal auf eine kleine Strecke durch eine ependymatöse Zwischenwand deutlich in zwei Teile getrennt sind,

die eine geringe frontale Aussackung: Lobus olfactorius impar v. Kupffers zwischen sich fassen. Weiter nach hinten ist die Trennung nicht mehr eine vollständige, doch ragt dort das Ependym der Dachmembran tief, fast zur Basis hinab. Bei den Knochenfischen dagegen erstreckt sich die vordere vollständige Trennung auf noch geringere Ausdehnung, während im mittleren und hinteren Teile des Vorderhirns das Ependym sich nicht oder fast nicht in die Tiefe hinabsenkt.

Auch in der Ausbildung des Striatum findet sich ein Unterschied, der morphologisch nicht ohne Bedeutung ist. Es erreicht bei *Amia* (wie bei *Polyodon-Studnička*) seine größte Ausdehnung in der Mitte des Vorderhirns (Taf. 18, Fig. 4), wo ihm das mächtig entwickelte Epistriatum, eine Endstation von Riechfasern, aufliegt. Dadurch ist die Exversion des Paläopalliums dort am stärksten. Im caudalen Abschnitt wird es aber wieder bedeutend kleiner, wodurch dort auch die Exversion des Paläopalliums geringer ist (Taf. 18, Fig. 5) und die Rinne, welche Paläopallium und Epistriatum trennt, mehr auffällt. Diese caudal vertiefte Rinne wurde zuerst von Allis, Gage und Studnička richtig gedeutet als Homologon des Cornu posterius des cyclostomen Vorderhirnes.

Bei den Knochenfischen habe ich eine derartige Verringerung der Exversion im hinteren Abschnitte des Vorderhirns nie gesehen, eher wird sie dort noch stärker ausgeprägt, indem auch das Epistriatum sich noch weiter caudalwärts erstreckt.

Ob ein Zusammenhang besteht zwischen den beiden letzten Unterschieden in der Weise, daß eben die geringere Exversion dem Ependym erlaubt, sich tiefer zwischen die beiden Hälften einzusenken, ist schwer zu sagen. Jedenfalls ist das nicht die einzige Ursache davon. Die größere Entwicklung der ependymalen Membranen überhaupt bei *Amia* und *Lepidosteus* dürfte wohl die Hauptrolle dabei spielen. Die Paraphysis (Taf. 18, Fig. 5) ist deutlich entwickelt.

Wenn also die Art, wie der Lobus olfactorius anterior bei den Ganoiden ausgebildet ist, sowie die mehr klare Andeutung des Cornu posterius in der Fovea endorhin. interna dieses Gehirn etwas näher bei denjenigen der Cyclostomen und Selachier bringt als das Gehirn der Knochenfische, so zeigt sich doch in dem Verlauf der Vorderhirnbahnen eine fast völlige Übereinstimmung mit den Teleostiern. Und zwar zeigen eben unsere Objekte, die Knochenganoiden, wieder eine nähere Verwandtschaft damit als die Knorpelganoiden.

Faserverlauf.

Allis hat bei *Amia* einen Nerven beschrieben, der zwischen den Lobi olfactorii in der unteren Platte des Vorderhirnes eintreten soll.

Es ist mir nicht gelungen, ihn in den mir zur Verfügung stehenden Exemplaren zu finden, obschon die Weigert-Präparate gute Zellenfärbung zeigten und auch die Bielschowsky-Präparate daraufhin mit großer Sorgfalt untersucht wurden.

Ich darf aber den Befund von Allis keineswegs in Zweifel ziehen, da mir keine Gehirne mit Schädel und umgebendem Gewebe zur Verfügung standen. Nach der Beschreibung Allis', der auch Ganglienzellen in seinem Verlaufe fand, entspricht er dem Locyschen Nerven. Nach seiner Abbildung verläuft er zentralwärts mit den basalen Riechfaserbündelchen zusammen.

Die Filae olfactoriae treten in fünf bis sieben kompakten Bündeln an der Vorder- und Unterseite der Lobi olfactorii ein, die dort von der Formatio bulbaris erheblich verdickt werden. Aus ihren oft rundlichen, oft sternförmigen Zellen bilden sich bald zwei mächtige Faserzüge, welche den Bulbus mit dem Paläopallium und mit dem Epistriatum verbinden (Tractus olfactorius lateralis et medialis).

1. Der **Tractus olfactorius lateralis** entsteht (siehe Taf. 18, Figg. 1 und 2) im oberen und lateralen Teile der *Formatio bulbaris* und zieht nahe der *Fovea endorhinalis externa* caudalwärts. In Figg. 3 und 4 ist sein Ende überwiegend in dem exvertierten Hirnabschnitt deutlich zu sehen. Dieser ganz ungekreuzte Verlauf der lateralen Riechstrahlung stimmt völlig mit dem Verlauf überein, den ich früher bei *Gadus morrhua* erwähnte und der auch von Bellonci, Edinger und Herrick beschrieben wurde. Johnston berichtet von *Acipenser*, daß dort die laterale Riechstrahlung nicht so kompakt ist und also dem Verhalten bei Selachiern und Cyclostomen nahekommt. Auch er konnte bei den lateralen Riechfasern keine Kreuzung finden und sieht sie hauptsächlich enden in seine *Nuclei post-olfactorii lateralis* und *ventralis* und *Nuclei taeniae*, ein Gebiet, das nach der Abbildung größtenteils übereinstimmt mit dem oben erwähnten.

2. Der **Tractus olfactorius medialis** sammelt sich aus dem medialen und unteren Teile der *Formatio bulbaris* und zieht in medialer Lage caudalwärts. Man kann in ihm zwei Abschnitte unterscheiden: die oberen Fasern, welche etwas weniger markhaltig sind, kreuzen im oberen Teil der *Commissura anterior* und enden dann auf der contralateralen Seite in einem Gebiet, welches caudal und dorsal auf dem *Striatum* liegt, von dem exvertierten Gehirnteil undeutlich abgegrenzt durch die *Fovea endorhinalis interna*. Sein Endgebiet gehört also morphologisch zum *Striatum*, wovon es sich aber funktionell unterscheidet durch seine Bedeutung als Endstation von Riechfasern. Histologisch stimmt es durch den geringeren Umfang und mehr eckige Form seiner Zellen mit der medialen Zone des Gehirns überein, während das *Striatum* weniger aber größere und mehr rundliche Zellen hat. Dieses mediale Endgebiet wird als **Epistriatum** bezeichnet. Die unteren medialen Riechfasern kreuzen nur teilweise, und zwar so, daß ungefähr die eine Hälfte im lateralen Riechzentrum derselben Seite, die andere im lateralen Riechzentrum der anderen Seite endet (Taf. 18, Fig. 4).

So wird die **Commissura anterior** größtenteils durch Kreuzen der Riechstrahlungen gebildet. Am weitesten dorsalwärts, gleich unter dem Ependym der schmalen Ventrikelspalte, befindet sich die Kreuzung der epistriatalen Fasern. Sie wurde von Bellonci sehr eigenartig das *Chiasma olfactoria* genannt und besteht aus dünnen, ziemlich unregelmäßig durcheinander geflochtenen Fasern, die teilweise nach der Kreuzung gleich nach oben steigen und nahe der Ventrikelspalte im medialen Abschnitt des *Epistriatum* enden, teilweise sich fächerförmig in lateraler Richtung ausbreiten und dort enden, wo das *Epistriatum* an das exvertierte Gebiet grenzt (siehe weiter unten am Ende dieses Kapitels). Es enthält dieser Teil der *Commissura* auch **interepistriatale Kreuzungsfasern**, doch ist ihre Zahl nicht groß.

Der zweite, mittlere Teil der *Commissura* wird von den dunkleren medialen Riechfasern gebildet, die dem lateralen Riechzentrum angehören (s. auch S. 454 oben).

Während also diese beiden markhaltigen Teile der *Commissura anterior* eigentlich *Decussationsgebiete* sind (ausgenommen die wenigen *interepistriatalen Kreuzungsfasern*), wird eine wirkliche *Commissura* gebildet von vielen marklosen Fasern, welche, in dem ganzen lateralen exvertierten Gebiet entstehend, sich ventralwärts begeben und in dem contro-lateralen Gebiete enden (Taf. 18, Fig. 4). Diesen letztgenannten Teil der *Commissura anterior* möchte ich *Commissura olfactoria* nennen. Ihre Lage stimmt überein mit der bei den Teleostiern, wo sie in vielen Fällen stark markhaltig ist.

Johnston scheint nicht abgeneigt zu sein, in diesem *Commissur*system bei *Acipenser* das Vorstadium einer bilateralen, „*intracorticalen*“ Verbindung zu sehen. Ich möchte bemerken, daß man bei diesen Fischen von einer eigentlichen *Corticalstruktur* in diesem Gebiete noch nicht

sprechen kann, wenn es auch zweifelsohne der Cortex lobi olfactorii, dem Endgebiet der lateralen Riechstrahlung bei den höheren Vertebraten, entspricht.

Von den caudalen Verbindungen des Vorderhirns seien zuerst diejenigen erwähnt, welche das sekundäre Riechgebiet mit dem Ganglion habenulae und dem Hypothalamus verbinden.

Die Ursprungsfasern des **Tractus olfacto-habenularis** sammeln sich fächerförmig in dem Paläopallium (wie auch bei dem nicht exvertierten Gehirn der Cyclostomen der Fall ist), nur ein kleiner Teil entsteht medial davon. — Der kompakte, doch marklose Tractus tritt in der Nähe der Fovea externa in den Praethalamus über und liegt dann, bei *Amia* wie bei den Teleostiern, in dem dorsalen Rand des Praethalamus, der hier nur kurz ist, so daß die Fasern bald in die Höhe zum Ganglion habenulae ziehen. Sie enden in dessen ventro-lateralen Kerngebiet. Weitaus der größte Teil der Fasern kreuzt in der Commissura habenularis und endet im contro-lateralen Kern (s. weiter beim Zwischenhirn). Das Ursprungsgebiet dieses Bündels bildet seiner Lage nach etwa die Zwischenstufe zwischen dem Verhalten bei den Cyclostomen und demjenigen bei den Selachiern. Bei den erstgenannten liegt der Nucleus taeniae fast völlig paläopallial, bei den letztgenannten ist er größtenteils, wie bei den höheren Vertebraten — durch die Entwicklung von anderen Centren bei den letzteren — in das Hypospharium gedrungen.

Nahe demselben Gebiet, wo der Tractus olfacto-habenularis entsteht, aber dorsal davon im exvertierten Hirnteil, sammeln sich Fasern, die zweifellos dem **Tractus olfacto-hypothalamicus lateralis** entsprechen, welcher von mir bei *Gadus morrhua* beschrieben wurde. Wie bei den kleinen Teleostiern (Goldstein) laufen seine Fasern auch hier mit dem Tract. strio-thalamicus zusammen. Ihre marklosen Bündelchen sind immerhin zwischen den markhaltigen Fasern des letztgenannten Tractus deutlich erkennbar und enden, vielleicht teilweise kreuzend, im hinteren Teile des Hypothalamus (s. D.). In Vorderhirn schließen sich ihm zweifellos auch epistriatale Fasern an. Bei *Gadus* war das System als gesondertes Bündel zu verfolgen, bei allen kleineren Tieren aber, auch bei den Amphibien, laufen die Fasern dieses Bündels, wohl wegen Mangel an Raum, immer mit dem Tractus strio-thalamicus zusammen, was das Verständnis sehr erschwert. Doch wurde von van Gehuchten bei den Teleostiern, von Johnston bei *Acipenser*, neben den descendenten Fasern der Tractus strio-thalamicus ascendente beschrieben, die mehr seitlich enden. Es scheint wohl sicher, daß diese meinen Tractus olfacto-hypothalamicus lateralis bilden. Er dürfte Johnstons Tractus lobo-epistriaticus bei den Cyclostomen entsprechen, der dort teilweise subventricular, größtenteils aber ebenfalls im Paläopallium endet. Auch bei den Selachiern kennen wir ein aufsteigendes Bündel aus dem hinteren Hypothalamus-Gebiet zum Paläopallium: den Tractus pallii Edingers, wovon Wallenberg nachweisen konnte, daß es in der Richtung des Vorderhirns degeneriert.

Obschon die Angaben bezüglich der Kreuzung dieser Systeme verschieden sind, halte ich es doch für sehr wahrscheinlich, daß diese bei den verschiedenen Fischen nachgewiesenen aufsteigenden Hypothalamus-Bahnen homolog sind.

Ob aus dem Epistriatum, eventuell aus der Commissura anterior ein Bündel bis in den Hypothalamus zu verfolgen ist, wie bei den meisten Teleostiern schon von Edinger nachgewiesen worden, muß ich leider für *Amia* unentschieden lassen. Vielleicht ziehen auch seine Fasern zusammen mit dem Striatum-Bündel.

Der **Tractus strio-thalamicus** entsteht fontäneartig über die ganze Ausbreitung des Striatums und hat also ein großes Ursprungsfeld.

Es ist eine ungekreuzte Bahn. Die mit ihm ziehenden Commissur-Fasern gehören dem aufsteigenden Bündel an oder stammen aus den Nuclei taeniae.

Das Bündel zieht in der ventralen Präthalamus-Wand nach hinten, begibt sich zwischen Opticus und Zwischenhirn-Ventrikel nach unten und endet größtenteils im Nucleus ventralis hypothalami, vielleicht auch im Nucleus peduncularis thalami (s. S. 459).

Schon oben habe ich erwähnt, daß man den Tractus strio-thalamicus, wie er sich bei *Amia calva* zeigt, nicht als einheitliches Bündel betrachten darf und daß der Tractus olfacto-hypothalamicus lateralis auch darin aufgenommen ist.

Eben in Bezug auf die Unterscheidung der verschiedenen caudalen Verbindungen des Vorderhirnes ist es wohl erwünscht, hier die Stellung des Epistriatum näher zu beschreiben, um so mehr, weil es in der ganzen Tierreihe eine so erhebliche Rolle spielt.

Diesen Körper aus der anscheinend einheitlichen Gewebmasse des Striatums unterschieden zu haben, ist das Verdienst Edingers gewesen, der ihm diesen Namen gegeben hat. Es liegt bei den Ganoiden und Teleostiern, wie alle Autoren bestätigt haben, am caudalen (und dorsalen) Ende desselben und muß **morphologisch** als ein Teil davon betrachtet werden.

In seinen Faserverbindungen gehört es aber keineswegs zum Striatum, sondern sein ganzes Verhalten, wie es eingeschaltet ist in den Zentralapparat, zeigt in allen Beziehungen eine Verwandtschaft mit dem Paläopallium der niederen Tiere, in beiden enden gekreuzte und ungekreuzte Riechfasern; beide stehen in Verbindung mit dem hinteren Hypothalamusgebiet; beide besitzen Commissuren.

Daher kommt es auch, daß E d i n g e r, G o l d s t e i n und ich in einer im vorigen Jahre gehaltenen Konferenz darüber gesprochen haben, den Namen Epistriatum so wenig wie möglich zu gebrauchen und dafür den Namen Area olfactorea posterior medialis zu nehmen, um die Übereinstimmung mit dem lateralen Endgebiet anzudeuten, das Area olfactorea posterior lateralis genannt werden könnte. Inzwischen hat sich aber der Name Epistriatum so eingebürgert und deutet so gut die Lage dieses Gebietes an, daß wir uns daran nicht halten konnten, und man darf bei den Fischen auch nie die Hyposphärium-Angehörigkeit des einen und die Paläopallium-Angehörigkeit des andern aus dem Auge verlieren. Seine physiologische Verwandtschaft mit dem Paläopallium dieser Tiere ist sicher und wird desto mehr bewiesen durch das eigentümliche Wechselverhältnis, das zwischen Epistriatum und Paläopallium bezüglich der Endigung der **medialen** Riechfasern besteht. Bei einigen Tieren enden diese teilweise im Paläopallium, teilweise im Epistriatum (wie bei *Amia* z. B.), bei anderen Tieren (*Gadus*) anscheinend nur im Epistriatum, während wieder bei anderen das Epistriatum (wie überhaupt das Striatum) fast nicht entwickelt ist (Amphibien) und ungefähr alle Fasern im hinteren Lobusgebiet oder in dem Mantel enden.

Es besteht also zwischen dem Epistriatum und Mantel ein vikarierendes Verhältnis und es ist deutlich, daß bei der äußerst geringen Ausdehnung, welche das Paläopallium bei den Ganoiden und Teleostiern erfährt, der untere Abschnitt zum größten Teil seine Funktionen übernommen hat. Der obere Abschnitt des Striatums hat sich dadurch als Epistriatum mächtig entwickelt und die große Gesamtmasse des Basalganglions hat durch seine auffallende Entwicklung in der Breite den spärlichen Überrest von dem was sonst den Mantel bildet, nach außen weggedrückt. So lassen sich die auffallenden Züge des Vorderhirns dieser Tiere einfach erklären und in Einklang miteinander bringen. Es scheint mir nicht unmöglich, daß die beschränkten Raumverhältnisse des Schädels bei den jungen Tieren (*Allis*) dieses abweichende Wachstum hervorgerufen haben; auch v. Kupffer gibt

an, daß bei den Knochenganoiden „der Schädel sehr flach wird, das Gehirn drückt und abflacht“ (l. c. 117). Den Kausalnexus hätte man sich vielleicht so vorzustellen, daß der geringe Schädelraum einer stärkeren Ausbreitung des Paläopalliums entgegentrat und nun das entsprechende Gebiet als Epistriatum auf dem Hyposphärium zu liegen kam, dessen Massenausdehnung, namentlich in der dorsalen Zone, dadurch so beträchtlich wurde, daß es den Paläopalliumabschnitt zur Seite drückte. Man kann also sagen, daß die genaue Verfolgung und Vergleichung der Faserverhältnisse bei den verschiedenen Tieren, namentlich bei den verschiedenen Fischen, Studnička recht gegeben haben in seiner Auffassung des Vorderhirns insoferne, als sicher ein umgestülpter Pallialabschnitt vorhanden ist, aber nur mit der Einschränkung, daß auch das (Epi-)Striatum einen beträchtlichen Teil der bei den anderen Fischen im Pallium liegenden Funktionen übernommen hat, wie auch von Bela Haller bemerkt wurde.

Es ist dies letztere übrigens ein Vorgehen, das man auch sonst in der Anatomie des Vorderhirnes wiederfindet und das auch dann durch beschränkte Raumverhältnisse erklärt werden kann, namentlich bei den Vögeln.

Dort besitzt das sogenannte Hyperstriatum Edingers Verbindungen, die teilweise den Palliumverbindungen gleichwertig sind und bin ich für mich selbst davon überzeugt, daß dort die mächtige Ausbreitung des Striatums als Zentrum pallialer Systeme aus raumökonomischen Gründen entstanden ist. Der Mantel oder Epispährium ist dort fast atrophisch an gewissen Stellen, seine Funktionen, die eben bei den Vögeln schon sehr wichtige sind, sind auf dem Striatum lokalisiert, das, ohne dem Gehirn mehr Ausdehnung zu geben, sich vergrößern konnte in den Ventrikeln des Gehirnes, die denn auch obliteriert oder zu schmalen Spalten geworden sind. Bekanntlich kann auch ein massiver runder Körper bei geringerer Oberflächenausdehnung eine größere Masse umfassen als eine Platte, wie der Mantel, und auch wenn diese sich in Falten gelegt hätte, würde dadurch doch ein größerer Schädelraum beansprucht werden, was gegen die auffallende Knochenökonomie, welche dort herrscht, streiten würde.

Das Zwischenhirn (Diencephalon oder Thalamencephalon).

Das Zwischenhirn¹ ist das hintere Derivat des primären Prosencephalons, dessen vorderer Teil den Ventriculus impar des Telencephalons bildet. Bei der weiteren Ausbildung der primitiven Anlage zum späteren Diencephalon findet ein überwiegendes Wachstum der basalen Teile statt, wie direkt auffallend ist, wenn man die Länge und Breite des unteren Abschnittes, vom Recessus praeopticus zu der hinteren Insertion der Lobi inferiores, vergleicht mit denjenigen des Daches vom Velum zur Commissura posterior. Es kommt dies dadurch, weil namentlich in der unteren Hälfte die Entwicklung der wichtigsten Korrelationszentren stattfindet. Dagegen entwickelt sich dorsal das endymatöse Dach zu großen Ein- und Ausstülpungen, welche letztere speziell bei *Amia* und *Lepidosteus* eine enorme Ausbildung erlangen, wie schon von Kingsbury erwähnt wurde. Diese dorsalen und lateralen Ausstülpungen, welche im hiesigen Laboratorium vorsichtig rekonstruiert wurden, fordern eine eingehendere Beschreibung. Ich werde mich dabei der Nomenclatur bedienen, die auch von v. Kupffer in seiner Morphogenie des Zentralnervensystems gebraucht wurde.²

¹ Siehe für Grenzbestimmung S. 457.

² Damit man mich besser versteht, will ich nicht unterlassen, hier auch die Synonyma zu erwähnen, welche schon größtenteils von Kingsbury gesammelt wurden. Was v. Kupffer Parencephalon nennt, nennt Kingsbury „Dorsalsack“, wie auch Goronowitsch und Johnston tun. Der letzte Autor nennt es aber auch Paraphyse (l. c. Seite 12 und 13), welchen Namen v. Kupffer nur für die dorsale Ausstülpung vor dem Velum gebraucht. Edinger und Burckhardt nannten es Zirbelpolster, Sorensen Postparaphysis, weiter ist es noch Vesicle of the Thalamencephalon und Recessus praepinealis getauft.

Gleich hinter dem Velum ragt das mächtige Parencephalon hervor, dessen vordere Wand von der hinteren Platte des Velums gebildet wird. Caudal geht es in den Epiphysenfuß über. Dieser Sack zeigt bei *Amia* und besonders bei *Lepidosteus* eine Reihe von Ausstülpungen, die bei keinem anderen Tier eine so große Ausdehnung erlangen (cfr. Kingsbury, Hill, Eycleshymer and Davis).

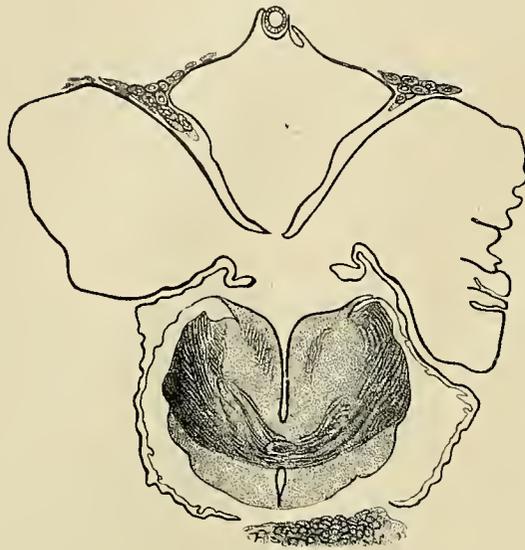


Fig. 1.

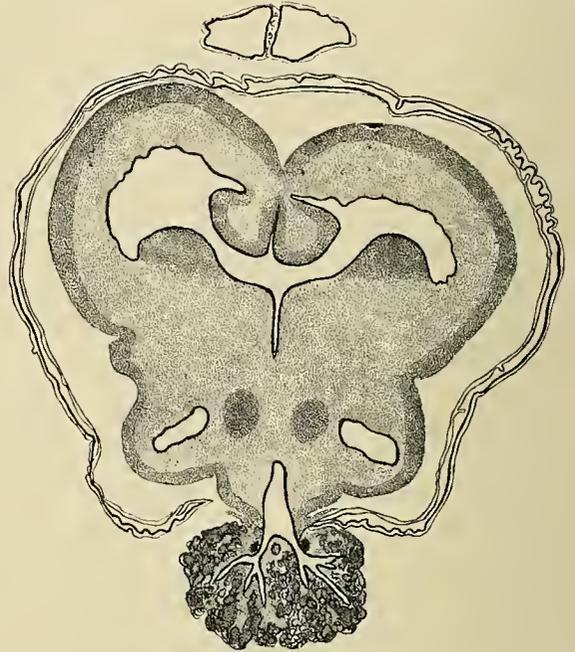


Fig. 2.

a) Die **Dorsalwand**, welche aus der hinteren dickeren Platte des Velums hervorgeht, zeigt dicht hinter diesem eine Reihe frontal gerichteter, durch eindringende Blutgefäße mehrfach eingestülpte Säcke, welche auf dem caudalsten Teil des Vorderhirns liegen. Man könnte es als postvelare Paraphyse bezeichnen. Sie ist sehr viel mächtiger ausgebildet und reicher gefaltet als die einfache Ausstülpung der praevelaren Paraphyse. Mitten in ihr liegt das frontale Ende des langen Epiphysenschlauches eingebettet, (für *Amia*, Vergleich Taf. 18, Figg. 3—5).

Caudal hiervon zieht sich das Dach in der Mittellinie ziemlich gestreckt rückwärts. Frontal von den Ganglia habenulae stülpt sich dann der Plexus chorioideus in den Hohlraum des Zwischenhirns ein. Dorsal kommen dann noch einige kleine Ausstülpungen vor, welche die Epiphysen zwischen sich fassen.

Zu diesen merkwürdigen und offenbar funktionell wichtigen Apparaten kommt dann noch ein eigentümliches, bei *Lepidosteus* sehr stark entwickeltes drüsenartiges Gebilde (Textfigur 1). Es liegt beiderseits von der Mittellinie im hinteren Abschnitt des Daches ein ineinander gedrungener großer Knäuel gewundener Tubuli von kubischen, bei unserer Konservierung trüben Zellen. Es ragt nach vorne mit seinen Ausläufern bis nahe dem Velum und nach hinten bedeckt es noch ein Stückchen vom Mittelhirndach und wurde bisher niemals beschrieben.

Schließlich findet sich ganz caudal in der Dorsalwand eine rückwärts gerichtete unpaare Ausstülpung. Dieser Recessus dorsalis medianus überdeckt bei *Amia* einen kleinen, bei *Lepidosteus* einen sehr großen Abschnitt des Tectums (Textfigur 2).

b) In den **Seitenwänden** des Zwischenhirnes hat sich bei *Amia* und bei *Lepidosteus* ein sehr merkwürdiger Apparat entwickelt. Dicht vor dem Ganglion habenulae stülpt sich jederseits ein

mächtiger Hohl sack aus, der sofort in einen frontalen und einen caudalen Sack sich teilt. Frontal legen diese Ausstülpungen sich fast an die ganze Basis des Vorderhirnes, caudal aber umfassen sie den ganzen Thalamus und den größten Teil des Mittelhirnes, ja, sie setzen sich seitlich vom Kleinhirn und der Oblongata rückwärts fort, umfassen den Trigeminaustritt und sind bis zum Vagusgebiet zu verfolgen. Es liegt also das ganze Zentralnervensystem dieser beiden Ganoiden zwischen mächtige hohle Säcke eingebettet.

Die Funktionen dieses Apparates dürften wegen seiner großen Ausdehnung sehr wohl experimenteller Erforschung zugänglich sein. Über seinen Bau kann ich nur mitteilen, daß die Epithelien an der Wand, welche dem Gehirn abgekehrt ist, hoch zylinderförmig sind. Kingsbury, der diese Säcke auch beschrieben hat, gibt an, daß sich in ihnen Zellen finden, welche den Becherzellen des Darmes ähnlich sind. Auch ich habe einige Male solche gesehen und kann hinzufügen, daß in fast allen hohen Zellen mit der Altmannschen Granulafärbung eine ganze Menge mittelgroßer Körner nachzuweisen ist.

Hinterwärts geht das Parencephalon, dem alle diese Ausstülpungen zugerechnet werden müssen, über in die Commissurplatte der Ganglia habenulae, hinter denen sich die Epiphyse ausstülp. Diese ist bei *Amia* ziemlich lang und zeigt sich als ein hohles, nach vorne umbiegenes Rohr. Die Epithelien ihrer Hinterwand, die eine kleine Commissur zeigt (Commissura epiphyseos), gehen bei *Amia* und *Lepidosteus* unter der Commissura posterior über in das eigenartig gebildete ependymale Dach der Spalte, welche den dritten Ventrikel mit dem optischen Hohlraum verbindet. Gleich unter der Commissura epiphyseos nämlich sind die Ependymzellen besonders hoch, speziell die mittleren übertreffen alle anderen an Länge. Lateralwärts nimmt ihr Maß allmählich ab, sodaß es nahe seiner Insertion an den Thalamus-Seitenwänden wieder die Größe und Form des gewöhnlichen ependymalen Epithels hat (Taf. 18, Fig. 8). Man findet sie auch dort, wo das Tectum in die Valvula cerebelli übergeht, also an zwei Stellen, die einer besonderen Stütze bedürfen: Vergleich auch bei Livini l. c. S. 405 und namentlich bei Studnička l. 4, S. 342. Gleich hinter diesem eigentümlichen Bogen nun geht der schmale Ventrikel dorsal in den weiten bilateralen optischen Hohlraum über. Nach unten setzt er sich in das **Infundibulum** fort und bildet lateral zwei große mit dicken Wänden bekleidete Ausstülpungen: die **Lobi laterales**. Diese fassen den **Lobus medius hypothalami** zwischen sich, der vorne vom **Tuber cinereum** begrenzt wird und hinten zwei sehr kleine seitliche Ausstülpungen besitzt: **Lobi hypothalami posteriores** (Mammillaria, Herrick), welche aber kaum als besondere Lobi zu bezeichnen sind. Basalwärts findet man auf der ganzen Unterfläche des Hypothalamus als epithelialen Sack den enormen **Recessus infundibuli**. Er ist bei *Amia* größer als bei irgend einem anderen von mir bis jetzt untersuchten Fische. Caudalwärts, zwischen den beiden Lobi hypothalami posteriores und hinter dem Recessus infundibuli stülpt sich der Saccus vasculosus aus, der bekanntlich aus dem Infundibulum entsteht (Taf. 18, Figg. 7—10).

Die graue Substanz des Zwischenhirns kann in vier Abschnitte eingeteilt werden, was sich bei allen Tieren durchführen läßt und die Detailbeschreibung sehr erleichtert. Diese Teile sind:

1. Der **Praethalamus**, der gleich hinter dem **Velum transversum** anfängt, dessen Lage wohl ziemlich genau mit der Fossa praediacephalica v. Kupffers übereinstimmen dürfte (siehe aber auch Ziehen, l. c. S. 279).

Er erstreckt sich caudal bis zu den Ganglia habenulae und dem Chiasma opticum, sodaß der Recessus praeopticus, eine geringe basale Ausstülpung des ventralen Ependyms, zu seinem Gebiete gehört. Bei verschiedenen Tieren zeigt dieser Praethalamus, auch wohl Hirnstiel genannt, große

Differenzen in der Länge. Bei *Amia* wie bei den meisten Teleostomi ist er nur kurz. Es befinden sich in ihm die Bahnen, welche das Vorderhirn mit dem Zwischenhirn verbinden, und eine periventriculäre Anhäufung von Ganglienzellen.

Hinter ihm liegt das Zwischenhirn im engeren Sinne. Es wird meistens eingeteilt in drei Teile: Epithalamus, Thalamus und Hypothalamus.

Die Nomenclatur-Kommission (welche wohl nur die Säugetiere berücksichtigt hat) hat vorgeschlagen, den Sulcus Monroi in der Ventrikelwand des Zwischenhirnes (Taf. 18, Figg. 7, 8, 9) als Grenze für zwei Abschnitte, einen unteren und einen oberen, zu nehmen und diese Thalamus und Hypothalamus zu nennen. Ich werde die alte Einteilung, die seit langem Bürgerrecht bekommen hat, beibehalten, weil sie sich für die niederen Vertebraten nun einmal besser eignet.

Der **Epithalamus** enthält die **Ganglia habenulae**, wovon bei *Amia* das rechte **mediale** Ganglion größer ist als das linke mediale Ganglion, wie auch bei den Selachiern und *Petromyzon*. Die **lateralen** Habenular-Ganglien liegen etwas mehr nach unten und sind viel weniger zellreich als die medialen.

Der übrige Teil des Zwischenhirnes wird von dem **Thalamus** im engeren Sinne und von dem **Hypothalamus** gebildet, welcher letztere Teil dem Tuber cinereum und den Lobi inferiores entspricht.

Der **Thalamus** wird durch den Sulcus Monroi wieder in einen **oberen** und einen **unteren Teil** geschieden, wodurch man besser im Stande ist, die genaue Lage der Zell-Territorien anzugeben.

Es sei hier also bemerkt, daß unser Epithalamus und oberer Teil des Thalamus dem Thalamus der Nomenclatur-Kommission entspricht, während der untere Teil unseres Thalamus und Hypothalamus den Hypothalamus der Kommission bildet.

Im dorsalen Teil des Thalamus sind folgende Zellgruppen abzuscheiden:

1. Das **praetectale Gebiet**, welches gleich seitlich von den Ganglia habenulae anfängt und sich unter dem vorderen Dachrande fortsetzt. Als Nucleus praetectalis wäre der ziemlich groß-zellige Kern zu bezeichnen, welcher im vorderen, unteren Dachgebiet nahe dem Ependym des Ventrikels liegt, seitlich von den frontalsten Zellen des Nucleus magnocellularis mesencephali. Er setzt sich bis unter die Dachwand fort (Taf. 18, Figg. 6, 8, 9).

Es gibt Autoren, welche hierzu auch noch das Zellterritorium rechnen, welches mehr caudal unterhalb dem seitlichen Dachansatz liegt: Nucleus corticalis der alten Autoren. S. u.

2. Hinter diesem Gebiet nahe dem Ependym des Mittelhirn-Ventrikels liegen die Zellen, welche den **Nucleus dorsalis thalami** ausmachen (Nucleus lentiformis thalami der älteren Autoren).

3. Das **Ganglion geniculatum laterale** seitlich vom vorderen praetectalen Gebiet und vom Nucleus dorsalis thalami; zeigt kaum eine Andeutung von Faltung (Taf. 18, Fig. 9).

Im ventralen Teil des Thalamus liegen:

A. Die **Kerne des zentralen Höhlengraues**, welche unterschieden werden können in

1. **Nucleus magnocellularis strati-grisei**. Dieser zuerst von Etinger bei allen niederen Vertebraten beschriebene Kern kennzeichnet sich durch seine großen Zellen, welche in vertikalen Längsreihen angeordnet sind. Es entspricht diese Anordnung, welche ich beim Mittelhirn wieder erwähnen werde, der Mantelschicht und Neuronalschicht von His, einem der ontogenetisch frühesten Stadien der Entwicklung der grauen Substanz, die hier zeitlebens erhalten bleibt; ein Verhalten, das bei den Amphibien viel öfter vorkommt. Es weist meines Erachtens auf eine geringe Inanspruchnahme eines Gebietes hin (Taf. 18, Figg. 7, 8).

Der Kern ragt mit seiner oberen Spitze in die dorsale Hälfte des Thalamus hinein. Er bildet die direkte Fortsetzung des periventriculären Graues im Praethalamus und erstreckt sich bis zum mittleren Teile des Thalamus. Man könnte also von einem praeoptischen (praethalamischen) und einem postoptischen Kern sprechen (C. L. Herrick).

2. **Nucleus parvo-cellularis strati-grisei.** Er ist die untere und vordere Fortsetzung des oben genannten Kernes und geht frontal nach unten in den Nucleus medialis tuberi über.

B. Die **lateralen Thalamuskern**e sind:

3. **Nucleus peduncularis thalami.** Es ist dies eine große Ansammlung von Zellen, die lateral und ziemlich frontal im Thalamus liegt, gerade an der Grenze des Hypothalamus, in welchen er teilweise hineinragt. Er wird lateral teilweise bedeckt von einem Kern, dessen Zellen mehr polygonal sind und den Chromlack auffallend viel länger festhalten. Dieser äußere Kern liegt als eine Schale auf ihm und erstreckt sich weiter frontal; nach vorne und unten geht er über in den Tuber. Er dürfte dazu gehören (Pars lateralis nl. pedunc.) (Taf. 18, Figg. 8, 9). Der Nl. peduncularis p. medialis besteht aus Zellen, die weniger polygonal sind und den Chromlack nicht so lange festhalten. Der Kern unterscheidet sich weiter von dem lateralen, indem er sich weiter nach hinten fortsetzt. Er entspricht zweifellos dem früher von mir bei den Teleostiern beschriebenen Nucleus praerotundus und dürfte dem Kern entsprechen, der bei den Amphibien ebenfalls an dieser Stelle liegt (Nucleus entopeduncularis der Reptilien und Vögel. Bei phylogenetisch höheren Tieren gehen vermutlich verschiedene Kerne aus dieser Anlage hervor (vergl. auch Goldstein).

4. **Nucleus tegmentalis thalami.** Mehr caudal als die genannten Kerne liegt eine deutlich umschriebene, ziemlich lange aber dünne Kernsäule, welche schon lateral vom Nucleus magno-cellularis anfängt, etwas oberhalb und medial vom letztbeschriebenen Kerne. Sie ragt in das Mittelhirn hinein. Ich habe ihm diesen Namen gegeben, weil seine Lage und auch seine Bahnverbindungen dafür sprechen, daß er als Tegmentumkern aufzufassen ist. Ich erwähne ihn hier, weil er schon im Thalamus anfängt. Er dürfte dem Nucleus ruber von Catois entsprechen (Taf. 18, Fig. 10.)

Die Kerne des Hypothalamus sind folgende:

1. **Nucleus lateralis tuberi** (s. o.). Er liegt im vordersten Tubergebiet wie eine Schale. Seine Zellen kennzeichnen sich durch eine polygonale Gestalt und große Affinität zum Chromlack. Oben ist schon erwähnt, daß der Kern, der den eigentlichen Nucleus ventralis thalami anterior bedeckt, continuell in ihn übergeht und dieselben Eigenschaften hat (Taf. 18, Figg. 7, 8).

2. Die Zellsäule des Nucleus peduncularis thalami sinkt caudalwärts tiefer in die Substanz des Hypothalamus ein. Er entspricht in seiner Lage und seinen Beziehungen dem Nucleus rotundus der Teleostier und sei als **Nucleus ventralis hypothalami** bezeichnet (Taf. 18, Fig. 10).

3. Medial von ihm ist die graue Substanz um die Infundibulum-Wand etwas dichter angesammelt und bildet die basale Fortsetzung des Nucleus parvocellularis strati grisei: Nucleus medialis tuberi; kaum als Kern zu bezeichnen (s. o.).

4. An der Stelle, wo der Hypothalamus in die Basis des Mittelbirnes übergeht, liegt eine deutliche Ansammlung ziemlich großer Zellen. Sie sei als **Nucleus mamillaris** bezeichnet. Lateral und basal grenzt an ihn (Taf. 18, Fig. 10)

5. der **Nucleus diffusus hypothalami** oder Stratum griseum lobi inferiores, welches die ganze laterale Wand der Lobi inferiores einnimmt. Seiner Verbindungen wegen wird er auch wohl Nucleus cerebellaris hypothalami genannt (Goldstein, Teleostier).

Faserverlauf.

Von den Bahnen des Zwischenhirns werde ich zuerst diejenigen beschreiben, welche das Vorderhirn mit ihm verbinden oder umgekehrt.

Der **Tractus olfacto-habenularis** läuft in dem dorsalsten Rand der Praethalamus-Seitenwände caudalwärts. Das bei *Amia* und *Lepidosteus* (wie bei *Aeipenser* und einigen Teleostiern) völlig marklose System dürfte zum kleinen Teil im Ganglion laterale derselben Seite enden. Weitaus die meisten Fasern treten in der sogenannten Commissura habenularis zur contralateralen Seite über und enden auch dort in dem äußeren Habenulargebiet.

Dieses kreuzende System bildet die **Commissura habenularis**. Meine Befunde, auch an Bielschowsky-Präparaten gewonnen, stimmen völlig überein mit dem, was v. Kölliker sagt über diese Commissur bei den Säugetieren, i. e. daß sie größtenteils, wenn nicht ganz, aus kreuzenden Fasern besteht, also viel mehr als eine Decussation ist.

Johnston meint gesehen zu haben, daß vom rechten Olfacto-habenular-Bündel mehr Fasern auf derselben Seite bleiben als vom linken, sodaß das rechte Ganglionsystem im ganzen mehr Fasern aus dem Vorderhirn enthält als das linke. Ich habe das weder bei *Amia* oder *Lepidosteus*, noch bei den Selachiern oder *Petromyzon* konstatieren können. Ich will hier noch hinzufügen, daß der Unterschied der beiden Hälften nicht oder fast nicht in den latero-frontalen Ganglien liegt, die doch — darin stimmen alle Untersucher überein — die Endstätte des Tractus olfacto-habenularis sind, vielmehr in den dorso-medialen Ganglien, wo das später zu beschreibende Meynertsche Bündel entsteht und rechts auch Fasern aus der Epiphyse eintreten.

Den **Tractus olfacto-hypothalamicus lateralis** (besser gesagt: hypothalamo-olfactorius) werde ich zusammen mit dem **Tractus strio-thalamicus** besprechen, weil sein Verlauf im Praethalamus sowie im Thalamus derselbe ist, worin *Amia* übereinstimmt mit den kleinen Teleostiern.

Wie schon oben erwähnt wurde, sind die Fasern des Tractus strio-thalamicus größtenteils markhaltig und fangen mehr medial im Vorderhirn an, während das lateral im exvertierten Vorderhirn-Abschnitt endende Bündel ein völlig markloses System bildet (siehe weiter beim Vorderhirn).

Schon dort, wo das Vorderhirn in den Praethalamus übergeht, legen die Fasern des ersten Systems sich auf diejenigen des Basalbündels, sodaß eine Unterscheidung der beiden bald nicht mehr möglich ist. Sie ziehen dann gemeinschaftlich caudalwärts unter die Taenia, die Ganglia habenulae entlang, medial vom Nucleus peduncularis und nahe der Ventrikelwand (siehe Taf. 18, Figg. 6—8). Der Verlauf ist einigermaßen nach unten gerichtet. Hinten im oberen Teil des Hypothalamus entziehen sich die Fasern der weiteren Verfolgung frontal von und noch teilweise in den Nucleus mammillaris (Figg. 9 und 10, Taf. 18). Ein kleiner Teil kreuzt vielleicht (Fig. 10). Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß das Bündel dem Tr. olfacto-lob. med. der Teleostier (Goldstein) entspricht.

Der **Tractus strio-thalamicus** endet, völlig ungekreuzt, etwas vor der Endigung des letztgenannten Bündels unter lateralwärts Biegung seiner Fasern. Ein Teil ihrer Fasern ist im vorderen Abschnitt der Lobi lateralis zu verfolgen und endet auch im Tuber cinereum. Es sind wohl diese, welche früher von mir als apartes Bündel bei den Teleostiern beschrieben wurden (Tractus praethalamo-cinereus). Weitaus die Mehrzahl aber zieht weiter nach hinten und endet in dem Nucleus ventralis hypothalami und seitlich davon über ein ziemlich großes Gebiet. Vielleicht gibt er zuvor auch schon Fasern ab an die frontale Fortsetzung dieses Kernes, den Nucleus peduncularis thalami, dessen Zellen in näherer Beziehung zu dem Bündel zu stehen scheinen, sogar teilweise,

wie bei den Amphibien, darin zerstreut liegen. Ihre Homologie mit dem Kern, der bei den Amphibien den Tractus strio-thalamicus begleitet, ist wohl so gut wie sicher. Es ist ohne Zweifel, daß diese frontale Fortsetzung des frontalen Kernes dem Ganglion entopedunculare der Reptilien und Vögel homolog ist. Der Lage nach stimmt es völlig. Auch der Nucleus entopeduncularis der letztgenannten Tiere ist ein in der Länge sehr angedehnter Kern, der zusammen mit dem Nucleus peri-peduncularis (Edinger-Wallenberg) den Tractus strio-thalamicus begleitet, während auch einige Zellen darin zerstreut liegen. Die Beziehungen dieses Kernes zum Basalbündel sind aber weder bei den Fischen noch den Amphibien, Reptilien oder Vögeln genau bekannt. Wahrscheinlich ist es, daß der Kern entweder Fasern oder Collateralen des Basalbündels aufnimmt. Vermutlich liegen innerhalb des Tractus strio-thalamicus auch Fasern, welche dem Tractus olfacto-hypothalamicus medialis aus dem Epistriatum der Knochenfische entsprechen. Doch erlauben die kompakten Verhältnisse hier keine so sichere Entscheidung wie dort.

Ich werde jetzt zur Besprechung des Nervus opticus übergehen, der, obschon sein Hauptendgebiet im Tectum mesencephali liegt, doch so wichtige Beziehungen zum Zwischenhirn hat, daß seine Besprechung gleich nach den Vorderhirnverbindungen vollkommen gerechtfertigt ist. Es sollen im Anschluß daran dann die wichtigen praeinfundibularen oder postoptischen Commissuren beschrieben werden.

Die Kreuzung des **Nervus opticus** ist, insofern dies an rein anatomisch-mikroskopischen Präparaten zu sehen ist, eine totale und findet bei *Amia* und *Lepidosteus* unter dem hinteren Teile des Vorderhirnes statt, dort wo dieses in den Praethalamus übergeht. Nach der Kreuzung steigt weitaus der größte Teil der Fasern an der lateralen Seite des Thalamus nach oben bis zum Ganglion geniculatum laterale, wo er sich weiter in zwei tectale Äste, einen medialen und einen lateralen, teilt. Auch das Ganglion geniculatum laterale erhält Fasern aus dem Opticus, seien es nun Collateralen, seien es direkte Endfasern. Ich werde darauf gleich zurückkommen.

Während also der größte Teil des Opticus sich an der lateralen Thalamuswand entlang in das obere Gebiet des Thalamus und speziell des Mittelhirns begibt, tritt ein kleinerer Teil im vorderen unteren Thalamusgebiet ein und durchläuft die lateralen Massen des **Tuber cinereum**. Es sind dies Fasern, welche von einigen Autoren als basale Wurzelfasern betrachtet werden. Ich muß aber Bellonci Recht geben, daß man fast immer mit großer Deutlichkeit sehen kann, daß sie in ihrem weiteren Verlaufe sich den äußeren Opticusfasern wieder anschließen, sodaß, wenn eine Verbindung mit dem Hypothalamus vorhanden ist, diese entweder gering sein müßte oder hauptsächlich durch Collateralen bewerkstelligt würde, welche letztere Möglichkeit auch von Bellonci, der so treffliche Untersuchungen über den Nervus opticus gemacht hat, nicht ausgeschlossen wird. Auch bei *Acipenser* wird von Johnston keine direkte Endigung von Opticusfasern im Tuber erwähnt. Ebenso wird bei den Säugetieren von den meisten neueren Autoren eine wirkliche Opticuswurzel zum Hypothalamus (cfr. Cajal, l. c. S. 668) geleugnet.

Die Lage des **Ganglion geniculatum laterale** ist in der ganzen Tierreihe sehr konstant. Nur bei den Cyclostomen fehlt es insofern wir bis jetzt wissen. Sein Umfang und seine Bedeutung nimmt zu mit der höheren Phylogenese. In Übereinstimmung damit wird der Fasergehalt, welchen er vom Opticus empfängt, bei höherer Entwicklung stets größer, doch kann es als sicher betrachtet werden, daß das Ganglion auch bei den Ganoiden wie bei den Teleostiern schon vom Sehnerven Fasern empfängt, wenn auch seine relative Größe bei den erstgenannten Tieren geringer ist als bei den letzten.

Die Verästelung von Opticusfasern innerhalb des Ganglions ist auch an Weigert-Präparaten deutlich und in Fig. 8 gezeichnet. Das Ganglion, das aus ziemlich großen, polygonalen Zellen besteht, die dicht aufeinander liegen, ist caudal größer als frontal. Dies steht wohl im Zusammenhang mit dem Ursprung der Brachia tecti, die Verbindung zwischen dem Tectum opticum und diesem Kern, welche, wie ich für die Knochenfische auf degenerativem Wege bewiesen habe, hauptsächlich mit dem hinteren Teile davon in Verbindung steht.

Die **Brachia tecti** teilen sich gleich nach ihrer Entstehung in zwei Äste, welche die laterale und die mediale Opticuswurzel begleiten und sich in der Opticusfaserschicht des Mittelhirndaches verlieren. Beide erstrecken sich bis zum caudalen Ende des Mittelhirndaches und zwar direkt unter den oberen Opticusfasern (Taf. 18, Fig. 8).

Es sei jetzt eine zweite Verbindung des Ganglion geniculatum erwähnt, deren Existenz mir erst in letzter Zeit bei *Amia calva* wahrscheinlich geworden ist.

Ich kann kaum mehr daran zweifeln, daß der Lateralkern Verbindungen mit der Commissura posterior hat. Ob die in ihn eintretenden Fasern dort enden, ist aber nicht sicher, wahrscheinlich sind doch die mittleren Fasern der Commissura posterior in Fig. 9 wohl als solche zu deuten. Es ist dies in Übereinstimmung mit der namentlich noch von Johnston neuerdings betonten Bedeutung dieser Commissur für das optische System.

Ich werde bei der Beschreibung des Mittelhirnes hierauf zurückkommen und jetzt die gewöhnlich mit dem Opticus zusammen erwähnten Commissuren besprechen.

Die **postoptischen Commissuren** lassen sich bei *Amia calva* nicht so leicht studieren als bei den Teleostiern. In der Beziehung besteht eine viel größere Ähnlichkeit mit den primitiveren Selachiern, daß die basalen Commissuren sich als ein mehr einheitliches System zeigen.

Die Commissura inferior bei *Amia calva* zeigt in ihrer Lage und ihrem Verlauf eine auffallende Übereinstimmung mit der Commissura transversa, wie sie schon früher von Edinger und neuerdings von mir bei den Selachiern beschrieben wurde, d. i. ihre Kreuzungsebene liegt nicht, wie bei den Teleostiern direkt auf dem Chiasma, sondern in einem etwas höheren Niveau, mehr nahe dem Ventrikel.

In Übereinstimmung mit dieser Lage der Kreuzungsebene ist auch diejenige der aufsteigenden Schenkel. Während diese sich bei den Teleostiern ganz an den lateralen Wänden des Thalamus emporziehen, steigen die Schenkel der Commissur bei *Amia calva* etwas mehr in der Mitte des Thalamus nach oben, wie man es auch bei den Selachiern sieht.

Ich werde hier die topographischen Verhältnisse der Kreuzungsfasern im vorderen Thalamusgebiet etwas eingehender besprechen bei den Selachiern, Ganoiden und Teleostiern, weil daraus die geringere Differenzierung des Ganoiden- und Selachiergehirns dem Knochenfischgehirn gegenüber so deutlich hervorgeht und uns in Stand setzt, die verschiedenen Componenten der Commissura inferior besser kennen zu lernen.

In Fig. 6 sind die Fibrae ansulatae von *Amia* abgebildet. Bei den Knochenfischen liegen diese Fasern dorsal von der Commissura inferior, zwischen dieser und einer kleinen Commissur, der Commissura minor Herrick, welche eine bilaterale Verbindung zwischen den vorderen Tectumteilen darstellt. Bei *Amia* aber sowie bei den Selachiern liegen die Fibrae ansulatae im selben Niveau als die Commissura transversa, ja sogar etwas ventral davon zwischen dieser und dem Chiasma opticum.

Aus diesen Tatsachen läßt sich schon vermuten, was ich weiter unten bestätigen kann, daß bei den Teleostiern die phylogenetisch primitivere Lage der Commissura transversa der Ganoiden und

Selachier (die phylogenetisch älter sind) sich durch Auseinanderrücken der verschiedenen Teile geändert hat. Der größte Teil der primitiven Commissura transversa ist bei den Knochenfischen ganz basal gekommen und liegt dort direkt über, ja bei *Gadus* sogar teilweise unter dem Chiasma opticum: Pars ventralis. Ein anderer Teil aber, viel kleiner, hat die primitive subventrikuläre Lage erhalten und bildet die Commissura minor. Zwischen beiden haben die Fibrae ansulatae Bellonci ihre konstante Lage behalten, weil sie sich über das ganze Gebiet zwischen Sehnerven und Ventrikel erstrecken.

Wenn man nun bei *Amia* und *Lepidosteus* die **Commissura transversa** weiter in ihrem Verlaufe verfolgt, dann findet man, daß der obere Teil ihrer Fasern (Taf. 18, Figg. 7 und 8) bald dorsalwärts steigt. Sie verlieren sich in den vorderen Teilen des Tectums und es ist wohl möglich, daß sie auch noch Fasern an die Corpora geniculata abgeben. Der untere, weitaus größte Teil ist aber, wie bei den Selachiern, weiter nach hinten zu verfolgen und verliert sich allmählich in dem hinteren lateralen subtectalen Gebiet, wo auch die Commissura inferior der Knochenfische zu verfolgen ist. Wir finden hier somit die zwei Systeme, die bei den weiter differenzierten Teleostiern als Pars ventralis Commissurae und Commissura minor gesondert sind, in einem System vereint.

Es sei noch bemerkt, daß das Gebiet, wo der größte Teil der Commissura transversa, die Pars ventralis, sich der weiteren Verfolgung entzieht, unterhalb und seitlich von der Anlage der Corpora quadrigemina posterior liegt. Sie entspricht der Commissura inferior der Säuger.

Die Verhältnisse, wie ich sie hier geschildert habe, weichen erheblich ab von der Beschreibung Johnstons, der sich bei *Acipenser* viel Mühe gegeben hat, die Faserverhältnisse hinter dem Chiasma zu entziffern. Er betrachtet (I. I, S. 82) das ganze Kreuzungssystem nicht als eine Commissur, sondern als Decussation und unterscheidet darin die Kreuzung von einem Tractus lobo-bulbaris. Tractus tecto-bulbaris und vielleicht noch eine dritte Kreuzung: diejenige des Tractus strio-tectalis. Was den letzten Teil anbelangt, so wäre er der kleinste und repräsentierte eventuell bei *Acipenser* das Mantelbündel der Selachier. Johnston gibt aber selber an, daß er in diesem Punkte sehr wenig sicher ist und auch mir ist es nicht gelungen, ein derartiges System zu sehen. Seinen decussierenden Tractus tecto-lobaris achtet er wahrscheinlich homolog mit der Commissura inferior (G u d d e n). Was den Ursprung dieses Bündels in dem hinteren Tectumteil anbelangt, stimmt das insofern mit meinem Befunde überein, als die Anlage des Corpus posticum, wo diese Commissur sich zu verlieren scheint, bei diesen Tieren so nahe dem hinteren unteren Tectumrande liegt, daß eine Verwechslung wohl möglich, bzw. eine scharfe Abtrennung sehr schwierig sein dürfte.

Eine wirkliche tectale Verbindung möchte ich immerhin nur in dem vordersten und oberen Abschnitt dieses Systems sehen, welcher der Commissura minor entspricht.

Wenn aber Johnston das Bündel, das hier entsteht und hinter dem Chiasma opticum kreuzt, „nur“ als ein gekrenztes, tecto-lobares Bündel betrachtet und somit die Commissur-Natur dieses Systemes leugnet, dann kann ich ihm nicht beipflichten.

Doch hat Johnston recht, wenn er darauf hinweist, daß es innerhalb des Gebietes der postoptischen Commissuren ein System gibt, welches gekreuzt in den vorderen Lobi, besser gesagt, im Tuber cinereum endet; es sind dies die eben erwähnten **Fibrae ansulatae**, welche in dem vorderen Teil des Tuber und vielleicht auch noch in dessen lateraler Fortsetzung, den Nuclei laterales tuberis, enden. Sie sind sehr zahlreich bei *Amia* und *Lepidosteus*.

Die Fasern laufen mit der Commissura transversa hinterwärts und soweit diese zu verfolgen ist, sind auch die Fibrae ansulatae zu sehen, so daß es wohl möglich ist, daß sie teilweise aus dem

lateralen hinteren subtectalen Gebiet kommen, teilweise der Schleifenregion der Haube und des Mittelhirns entstammen.

Vermutlich sind es die ersten, welche Johnston als vorderen gekreuzten Teil des Tractus tecto-lobaris beschreibt, wovon er angibt, daß es bei *Acipenser* nur ein kleines System ist, das im Cinereumgebiet entsteht, in der Ebene der Commissura transversa kreuzt und sich in dem Tectum (wohl im unteren Teil oder unterhalb desselben) verliert. Die Bedeutung dieses Systems ist nicht leicht zu sagen, doch muß sie wichtig sein, denn von den Fischen zu den Vögeln sind die Fasern vorhanden, wenn ihre Zahl auch sehr variiert und sie nie ein geschlossenes Bündel bilden.

Was die Daten anbelangt, die bei den Säugern gesammelt sind bezüglich dieser im Tubercinereum decussierenden Fasern, sei nur erwähnt, daß Cajal meint, in dem dorsalen Längsbündel Fasern aus der Commissura transversa gesehen (l. c. S. 153) zu haben, während Wallenberg einige Fasern der thalamischen Schleife dort kreuzen sah. Das letztere wäre in Übereinstimmung mit dem Tractus lobo-bulbaris cruciatus von Johnston. Es sei aber ausdrücklich bemerkt, daß diese praeinfundibular kreuzenden bulbaren Fasern sicher bei *Amia* relativ wenige sind und die Mehrzahl der postchiamatischen Kreuzungen aus wirklichen Commissuren bestehen.

Nachdem hiermit die olfactorischen und optischen Verbindungen des Thalamencephalons besprochen sind und die mit den letzteren gewöhnlich gemeinschaftlich erwähnten Bahnen und Commissuren, werde ich jetzt die Systeme beschreiben, die dem Thalamus selber angehören oder caudale Verbindungen darstellen, zuerst den **Tractus habenulo-peduncularis**.

Aus dem medialsten und dorsalsten Abschnitt der Ganglia habenulae entsteht das, hier beiderseitig marklose, Meynertsche Bündel, das rechts größer ist als links, in Übereinstimmung mit der Asymmetrie der medialen Ganglia. Wie ein kurzer, gedrungener Pinsel sammeln sich seine Fasern aus dem relativ kleinen Gebiete und treten unter der Commissura habenularis caudalwärts, dem oberen Teile des Ventrikels entlang, unter den Fuß der Epiphyse und über den Sulcus Monroi. Allmählich kommt das Bündel in eine niedrigere Lage und zieht, immer medial bleibend, nach hinten.

Es läßt den Nucleus dorsalis dorsal, das Ganglion geniculatum externum dorso-lateral liegen während der Tractus strio-thalamicus stets ventral von ihm bleibt. Weiter caudalwärts, in der Gegend der Oculomotorius- und Trochlearis-Kerne zieht das Bündel an den unteren Rand des Fasciculus longitudinalis dorsalis, zwischen diesem und den Tractus bulbo-thalamicus, oberhalb der Decussatio hypothalamica posterior, entlang und nimmt dann bald eine mehr basale Richtung. Seine gekreuzte Endigung in dem Corpus interpeduncularis ist in Taf. 18, Fig. 12 sehr gut zu sehen. Der Tractus habenulo-peduncularis ist in dieser Weise von allen Autoren beschrieben, so daß ich eine Diskussion der Literaturangaben hier unterlassen kann. Parallel mit diesem Bündel verläuft der **Tractus thalamo-lobaris**.

Es endet in einer Zellansammlung des oberen Höhlengraus, die ich früher bei den Knochenfischen als Nucleus thalami anterior beschrieb (Taf. 18, Figg. 6 und 7), ein Name, der nicht zutrifft.

Die Fasern, die größtenteils markhaltig, doch auch teilweise marklos sind, konvergieren im Anfange etwas nach der Medianlinie zu und lassen sich dann caudalwärts bis zum medialen Teil des hinteren Hypothalamus-Gebietes verfolgen, gerade wie bei den Teleostiern und Selachiern. Die Verbindung wurde früher allgemein als das Homologon des Vieq d'Azyrschen Bündels der Säuger betrachtet, was nicht ganz richtig ist. Dieses, wie der Nucleus thalami anterior tritt erst bei den Reptilien in typischer Form auf. Viel eher entspricht es den medianen Associationsfasern zwischen

Thalamus und Hypothalamus, welche auch bei den Reptilien und Säugern anwesend sind und stets nahe dem Ventrikel, medial vom Vicq d'Azyrschen Bündel, bleiben.

Aus dem Nucleus praetectalis fügen sich Fasern dem Tractus tecto-bulbaris zu, während er solche aus der Commissura posterior empfängt. Er und der Nucleus magnocellularis gehören eher dem Mittelhirne als dem Zwischenhirne an (s. S. 473).

Bei den Knochenfischen endet im dorsalen Thalamus ein bei vielen Exemplaren sehr mächtiges Bündel: der Tractus tubero-dorsalis (Goldstein).

Er stellt eine Verbindung dar des unteren Thalamus-Gebietes und des Tuber cinereum mit dem oberen Thalamuskern. Die Mehrzahl seiner Fasern entsteht wohl im Tuber cinereum, und zwar in dessen periventriculärem Grau, dort, wo dies übergeht in die Substantia grisea centralis des unteren Thalamusgebietes.

Der Ursprung von einem Teil der Fasern hat etwas so Charakteristisches, daß, wo das Bündel vorhanden ist und seine Entwicklung, die auch bei den Teleostiern sehr variiert, nicht zu gering ist, es gleich ins Auge springt.

Der Nachweis dieses Bündels ist mir aber bei *Amia* und *Lepidosteus* nicht gelungen. Da die nervöse Substanz des Hypothalamus bei den Knochenganoiden bedeutend geringer entwickelt ist als bei den Teleostiern, ist es möglich, daß das Bündel hier fehlt (wie auch bei *Petromyzon*). Ob Johnston es bei *Acipenser* gesehen hat, kann ich aus seiner Beschreibung nicht erkennen. Ich erwähne es hier doch, weil es bei anderen Fischen (*Thynnus*) so mächtig entwickelt ist und der Nachweis von Unterschieden für die vergleichende Hirnanatomie sicher gerade so wichtig ist als die Übereinstimmungen.

Dagegen ist ein anderes Bündel, welches ebenfalls im Tuber entsteht, wohl gut entwickelt, wenn auch, wie mir scheint, teilweise marklos. In der Mitte von Ventrikel und Außenwand zieht es vom Tuber in die Lobi lateralis und endet etwas unterhalb und frontal vom Nucleus ventralis hypothalami: **Tractus tubero-lobaris-brevis** (früher von mir bei den Knochenfischen als Tractus lobo-cinereus brevis beschrieben). Es ist wohl als Associationsbündel zwischen Tuber und Lobi lateralis zu betrachten und n. l. auf Sagittalschnitten leicht zu sehen.

Unter den Eigensystemen des Thalamus möchte ich jetzt noch Faserzüge erwähnen, die aus dem mittleren und hinteren Hypothalamusgebiete emporsteigen (Lobi inferiores) und sich ins hintere Thalamusgebiet begeben, wo dieses in die Mittelhirnbasis übergeht. Es handelt sich um mehrere, etwas lockere aber doch gut entwickelte, markhaltige Faserbündel, die in der Figur 10 auf Tafel 18 sehr deutlich zu sehen sind. Ich halte es für wahrscheinlich, daß es sich hier um eine Vorstufe des Tractus mamillo-tegmentalis der Säuger handelt, der dort in Übereinstimmung mit der größeren Entwicklung des Mamillargebiets auch bedeutend mächtiger entwickelt ist. Ihre caudale Lage in Bezug auf die Commissura hypothalamica posterior, in deren Nähe sie emporsteigen, spricht auch dafür. Es steigt lateral vom Tractus thalamo-lobaris nach oben, ein Zusammenlaufen seiner lateralsten Fasern mit dem Tractus lobo-mesencephalicus (s. u.) ist nicht auszuschließen. Über die Übereinstimmung seines Endgebietes mit einem Teile des Tegmentums der Säuger s. b. Nucleus tegmentalis.

Zu dem Eigensystem des Thalamus müssen auch die postinfundibulären Commissuren gerechnet werden (Taf. 18, Figg. 9 und 10).

Ich habe anlässlich der Besprechung des Tractus strio-thalamicus (vergl. S. 460) die **Decussatio hypothalamica posterior superior** schon kurz erwähnt, weil damit zusammenlaufende Fasern den ventralsten Teil davon bilden dürfen.

Der dorsal und etwas caudal davon liegende Teil muß aber als wirkliche Commissur aufgefaßt werden, welche die hinteren medialen Regionen des Thalamus mit einander verbindet (Pars med.-dec.-hypoth.-posterior superior). Der obere, dritte, Teil dagegen ist wieder eine Decussation und wohl desjenigen Systems, das von vielen Autoren der thalamische Teil des Fasciculus longitudinalis dorsalis genannt wird. Ich rechne es diesem Bündel aber lieber nicht zu, aus Gründen, die ich weiter unten näher erörtern werde. (Pars dorsalis d. h. P. s. Taf. 18, Fig. 10.)

Diese Decussation oder Commissur besteht also aus mindestens drei Teilen, die aber bei *Amia* und *Lepidosteus* weniger leicht von einander zu trennen sind als bei den Teleostiern und Selachiern, weil sie ziemlich stark ineinander gedrückt werden durch die hier weit in die Tiefe gehenden Aquaeductus sylvii (Taf. 18, Fig. 10, s. auch Mittelhirn).

Schließlich seien hier noch die **Tractus sacci-vasculosi** erwähnt, welche bei *Amia* weniger mächtig sind als bei *Lepidosteus*. Sogar an den Bielschowsky-Serien ist es schwierig, Genaueres über ihren Verlauf aufzufinden. Die marklosen Fasern, welche den an der Hinterwand des Lobus hypothalami medius sich sammelnden Tractus sacco-thalamicus zusammenstellen, entstehen aus den großen cylindrischen, cilientragenden Zellen des Saccus, welche bekanntlich hier und da durch Stützzellen von einander geschieden werden. Zu kleinen Bündelchen vereint ziehen sie dann zwischen der Gefäß- und Epithelschicht nach oben und entziehen sich bei den Knochenganoiden direkt oberhalb der Lobi inferiores bald der näheren Verfolgung. Ein vorderes Saccusbündel, welches sich bei *Acipenser* in das Tuber cinereum resp. in die Region der Commissura postoptica begibt und von Johnston beschrieben wurde, konnte ich weder bei *Amia* noch bei *Lepidosteus* zurückfinden.

Ich möchte die Saccus-Verbindungen etwas eingehender besprechen, weil sie so typisch für die Fische sind und wir über ihre Bedeutung noch so wenig mit Sicherheit wissen.

Bei den Haien sind sie am deutlichsten entwickelt und bei *Galus canis* konnte ich konstatieren, daß die hintere dort in einem Ganglion endet, welches in der Basis der Lobi inferiores liegt. Von da aus giug ein gekreuzter Zug weiter dorsalwärts und verlor sich im Thalamus. Johnston beschrieb bei *Acipenser* ein afferentes und ein eferentes System und konnte bei *Petromyzon* nur das letzte unterscheiden.

Es scheint also zweifellos, daß wir, wenigstens der Hauptsache nach, vermutlich aber ganz, es mit einer sensibelen — sensorischen — Bahn zu tun haben. Auch Boeke's Beschreibung von den Zellen in der unteren Infundibularwand von *Murena*-Embryonen spricht, wie der Autor ausdrücklich angibt, für Sinneszellen; aus diesem Teil aber entwickelt sich der Saccus vasculosus.

Die Frage ist: von welcher Natur ist dieses Sinnesorgan? Seine große Oberfläche, seine Lage inmitten der Cerebro-spinal- und Subdural-Flüssigkeit lassen vermuten, daß es mit der Empfindung des Druckes dieser Flüssigkeit zu tun haben kann. Wird dieser Druck dann vielleicht reguliert durch den von Johnston beobachteten saccopetalen Zug?

So lauge in dieser Frage noch keine Experimente vorliegen, kann man nur Vermutungen äußern, doch möchte ich hier darauf aufmerksam machen, daß auch der Spannungsgrad der Schwimmblase, mittelst des Weberschen Knochensystems, einen Einfluß auf das intracranial gelegene Labyrinth ausüben soll, daß wenigstens die Membran, worauf die zentrale Knochenplatte dieses Systemes drückt, direkt mit der anderen Seite auf dem Labyrinth stößt, worauf noch nenlich von Dr. Thilo auf dem Kongreß in Stuttgart die Aufmerksamkeit gelenkt wurde. Es dürfte somit nicht ausgeschlossen sein, daß, wo die Wirkung des Weberschen Organs durch die Sinnesepithelien des Labyrinthes percipiert werden soll, die in ähnlicher Lage sich befindenden Saccusepithelien den cerebralen Druck percipieren.

Eigentümlich ist, daß gerade diejenigen Fische, welche keine Schwimmblase, somit auch kein Webersches Organ haben, den größten Saccus und Saccus-Nerven haben: die Selachier. Der größte Tractus sacci-vasculosi, den ich bis jetzt gesehen habe, ist bei *Hexanchus*. Ist vielleicht deshalb das Saccusorgan bei den Selachiern so viel mächtiger entwickelt, weil die Schwimmblasen-Perception des Druckes fehlt?

Auffallend ist weiter, daß unter den Reptilien nur diejenigen mit aquatiler Lebensweise einen Saccus besitzen.

Nähere Untersuchungen über dieses Organ und seine Verbindungen sind wohl erwünscht. *Hexanchus* dürfte dafür das geeignetste Objekt bilden.

Von den Bahnen, welche den Thalamus mit caudalen Teilen verbinden, sei der **Tractus lobomesencephalicus** (oder thalamo-tectalis) zuerst erwähnt. Es sind dies Fasern, welche im hinteren

Teil der Lobi inferiores entstehen und an der äußeren Seite des Hypothalamus und Thalamus nach oben ziehen, wo sie sich bis ins Tectum verfolgen lassen. Sie sind bei *Amia* und *Lepidosteus* nicht zahlreich und liegen ungefähr dort, wo etwas mehr medial die als Tractus tegmento-mammillaris beschriebenen Bündel liegen (Taf. 18, Fig. 10).

Ich halte es für möglich, daß er teilweise dem Tr. thalamo-tectalis der Reptilien und Vögel (Eddinger und Wallenberg) entspricht, obschon letzterer größer ist. Das Gebiet, wo das Bündel seine Fasern sammelt, liegt lateral und basal von dem Nucleus ventralis hypothalami und entspricht somit dem oberen Teil des Nucleus diffusus hypothalami.

In demselben Gebiet, sich aber über ein viel größeres Areal erstreckend, liegt die Endigung des **Tractus cerebello-lobaris**, der sich fast über die ganze Seitenfläche der Lobi inferiores erstreckt.

Seine vordersten Fasern finden sich im seitlichen frontalen Abschnitt der Lobi, bis zu dem Tuber cinereum. Diese lassen sich, in einzelne Bündelchen gesammelt, an der lateralen Grenze vom Thalamus und Hypothalamus nach hinten verfolgen, wie namentlich bei *Lepidosteus* deutlich zu sehen ist, und schließen sich dann denjenigen Fasern an, welche den hinteren äußeren Teilen der Unterlappen zustreben und weitaus den größten Teil des mächtigen Systemes bilden.

Der weitere Verlauf ist am besten an Sagittalschnitten zu studieren, die folgendes ergeben:

Dort, wo die hintere Insertion der Lobi ans Mittelhirn grenzt, tritt das Bündel aus der Basis mesencephali hervor und läßt sich dann schräg nach hinten und oben ins Cerebellum verfolgen, welches es hauptsächlich medial vom und teilweise durch den Rindenknoten verläßt, verstärkt durch das System der Bindearmkreuzung, womit es zusammen ins Kleinhirn tritt (Figg. 9, 12, 13). Nach C. J. Herrick müssen wir annehmen, daß sich ihm Fasern aus dem Rindenknoten selber zugesellen, welche die Verbindung zwischen dem sekundären Zentrum des Geschmacks und dem tertiären Riechzentrum zustande bringen sollen (vergl. auch Goldstein).

Der ganze Verlauf dieses ungekreuzten cerebello-lobaren Bündels ist namentlich an Sagittalschnitten sehr deutlich. Doch ist dies nicht der einzige Teil dieses Systemes; ein anderer Teil tritt in der Bindearmkreuzung zur anderen Seite über. Solange mich nicht Degenerationen vom Gegenteil überzeugen, bin ich der Meinung, daß bei den Fischen im allgemeinen der größte Teil der Kreuzung dem Zwischenhirn zustrebt, der kleinere dem Tegmentum (**Tractus cerebello-lobaris cruciatus**). Auch Johnston erwähnt eine gekreuzte und eine ungekreuzte Kleinhirn-Hypothalamusverbindung, wenn er auch die Kreuzungsebene des erstgenannten Teiles hauptsächlich praefundibulär fand.

Bekanntlich geht bei den höheren Vertebraten mit der Atrophie des Hypothalamus der Zwischenhirnbestandteil der vorderen Bindearme auch sehr im Umfange zurück. Doch wurde er auch dort von Thomas (l. c. S. 133) gefunden. Ein ungekreuztes System zum Hypothalamus wurde bis jetzt bei höheren Vertebraten nicht beobachtet.

Dort wo die hinteren Fasern des eben beschriebenen Bündels sich beiderseits sammeln, fassen sie ein bei *Amia* sowohl wie *Lepidosteus* sehr deutlich entwickeltes markloses System zwischen sich, welches schon früher von anderen und mir bei den Teleostiern und Selachiern, bei den Knorpelganoiden von Johnston beschrieben wurde als **Tractus mamillo-peduncularis** (Figg. 11, 12, 14).

Nach seinem Ursprung in den hinteren mittleren Partien der Lobi laterales biegt der Zug gleich an der Basis des Mittelhirns um, seitlich vom Corpus interpedunculare, und läßt sich, namentlich bei *Lepidosteus*, sehr deutlich bis in die Vagusgegend verfolgen, wo es sehr verkleinert noch immer an der Basis liegt. Es scheint ein absteigendes Bündel zu sein (Johnston, Säuger Cajal,

Kölliker), dessen genaue Verbindungen im Bulbus (Substantia reticularis motoria?) noch nicht sicher bekannt sind, auch nicht bei den höheren Vertebraten, wo sein Umfang relativ geringer ist als bei den Fischen. Es bildet also mit dem **Tractus hypothalamo-bulbaris**, welcher etwas frontal von ihm entsteht und etwas dorsaler verläuft, den caudalen Abfuhrweg für die verschiedenen Impulse, welche dem Hypothalamus, n. l. der Regio mamillaris zustreben. Die größte caudale Verbindung ist aber aufsteigender Natur: die **thalamische Schleife: Tractus (spino- et) bulbo-thalamicus et hypothalamicus**. Er gehört mit zu den wichtigsten Systemen des Zwischenhirns und sein Studium bei den niederen Vertebraten ist eben deshalb von großer Wichtigkeit, weil dort mehr Sicherheit gewonnen werden kann als bei höheren Vertebraten. Bei den Säugern wurde früher das Bestehen einer thalamischen Schleife sogar von einigen Autoren in Abrede gestellt, was aber von Flechsig und Hösel und namentlich von Wallenberg endgültig widerlegt wurde.

Die große Menge thalamischer und hypothalamischer Schleifenfasern bildet die Vorstufe der später noch viel größeren medialen Schleife und befindet sich an der Übergangsstelle von Mittelhirn und Zwischenhirn, medial von den später zu beschreibenden tectalen Fasern und unter dem Fasciculus longitudinalis lateralis, welche teilweise zur lateralen Schleife gerechnet werden dürfen (s. Mittelhirn); medial stoßen sie an die Raphe und an den Fasciculus longitudinalis dorsalis (Taf. 18, Fig. 12).

Von dieser Lage aus tritt das mächtige System in das Zwischenhirn, wo es an verschiedenen Stellen endet. Seine Endigungsgebiete enthalten größtenteils nur kleinere Ganglienzellen und sie heben sich kaum hervor aus dem Gesamtbild des zellenreichen Gewebes; man muß die Gebiete, wo sie enden, hauptsächlich auffinden durch die Verringerung, die das System während seines Verlaufes im Thalamus erfährt, was am besten an Sagittalschnitten zu sehen ist.

Ein Teil der Fasern endet im caudalen Thalamusabschnitt, unterhalb des Torus semicircularis und frontal davon im dorsalen Thalamuskern, was wohl bei allen Fischen der Fall ist. Weitaus der größte Teil endet mehr frontal, und zwar in dem Gebiet, welches sich zwischen dem großzelligen Kern des zentralen Höhlengraues und dem Nucleus peduncularis thalami befindet. Es scheint mir ziemlich sicher, daß die Pars medialis der letzten Kerngruppe, wovon vermutlich die Bildung des Nucleus ventralis thalami der Säuger ausgeht, Fasern aufnimmt. Auch endet ein Teil im Tuber cinereum selbst. Ich muß darauf hinweisen, daß auch Johnston das Tuber cinereum als Endgebiet bezeichnet und Wallenberg es bei den Vögeln durch Degeneration feststellen konnte (cfr. S. 463).

Die Schleifenfasern, welche in den bisher genannten Gebieten enden, sind, wie schon gesagt, die meist dorsalen in der gesamten Fasermasse dieses Systemes und werden im Mittelhirn dorsal direkt durch die sekundäre Vestibularbahn begrenzt, welche im Torus semicircularis endet (s. Mittelhirn). Die mehr ventralen Schleifenfasern enden größtenteils im Hypothalamus, caudal vom Tuber cinereum, wie mir scheint in dem oberen mittleren Gebiet der Lobi inferiores. Es sind die, welche als Tractus bulbo-hypothalamicus zu bezeichnen wären. — Ein bestimmter Endkern ist für diese nicht anzugeben.

Es ist von großer Bedeutung, daß diese Endgebiete der bulbo-thalamischen und hypothalamischen Fasern bekannt sind, namentlich für die vergleichende Anatomie. Bei höheren Vertebraten nimmt der Umfang des Thalamus sehr zu, wesentlich durch die Entstehung der thalamo-striatalen und der thalamo-corticalen Fasern. Diese Gebietsausbreitung, welche bei den Reptilien (*N. rotundus*: thalamo-striatale Fasern) schon anfängt, läßt sich hauptsächlich in den oberen Partien erkennen. Es ist nun wahrscheinlich, daß dem Endgebiet, welches bei den Fischen die meist verschiedenen Stellen in dem ganzen Thalamus einnimmt und sich dort auch sehr stark in den ventraleren

Abschnitten ausgedehnt hat, sich bei den Säugern die Ursprungszellen dieser „Neo-thalamischen“ Bahnen anschließen. Namentlich addieren diese neuen Neuronen sich der oberen und vorderen Schleifen-Endigung, was daraus hervorgeht, daß eben der dortige Thalamusteil sich so stark vergrößert, nicht der im Tuber und Hypothalamus. Leider sind aber die Verhältnisse, auch bei den höheren Vertebraten in dieser Beziehung noch zu dunkel, um diese für die vergleichende Anatomie und Phylogenese des Gehirnes so wichtige Sache zu entscheiden.

Ich muß im Anschluß hieran noch ein System besprechen, welches viel Diskussion hervorgerufen hat.

Es sind die thalamischen Fasern, welche sich im Mittelhirn, direkt unterhalb des Fasciculus longitudinalis dorsalis befinden und von vielen Autoren zu diesem Bündel gerechnet werden. Man kann das tun, weil diese Fasern, deren Kreuzung dorsal in der Decussatio hypothalamica posterior superior oben erwähnt wurde, nicht den Eindruck machen, der thalamischen Schleife anzugehören, sondern sich mehr dem hinteren Längsbündel anschließen. Bekanntlich bekommt man aber, wenn man Embryonen untersucht (auch bei Fischen), immer den Eindruck, daß das hintere Längsbündel nur im Mittelhirn entsteht, weil die fraglichen Fasern später ihr Mark bekommen. Man kann hinzufügen, daß sie sich in gereiften Tieren von den dorsalen Fasern des hinteren Längsbündels durch feineres Kaliber und geringeren Markgehalt unterscheiden. Ich möchte es lieber als thalamisches Associationsbündel separat halten, hauptsächlich auch deshalb, weil der Name Fasciculus longitudinalis dorsalis doch schon solch ein Sammelbegriff ist, daß jede Unterscheidung von seinen Componenten erwünscht ist, bzw. weil es besser ist, nur gewisse Systeme dazu zu rechnen, die ich beim Mittelhirn näher beschreiben werde.

Das Mittelhirn (Mesencephalon).

Das Mittelhirn erstreckt sich dorsal von der Commissura posterior zu der bei den Knochenganoiden nur wenig hervorragenden Valvula cerebelli. An der Stelle, wo das Tectum diese Valvula überwölbt und sich wieder etwas frontalwärts umbiegt, um in die Spitze der Valvula überzugehen, zeigt das Ventrikelepndym die eigentümlich hohe Zellform, welche beim Zwischenhirn unter der Commissura posterior beschrieben ist und dazu dient, einer schwachen Stelle mehr Stütze zu geben.

Seine Basis wird gerechnet von der Insertion der Lobi inferiores oder dem Oculomotorius-Austritt zum hinteren Teil der Commissura ansulata. Die Stelle, wo es übergeht in Cerebellum und Oblongata — ein viel umstrittenes Gebiet — wird Isthmus genannt.

Im Gegensatz zum Zwischenhirn ist hier also die dorsale Ausbreitung eine viel größere als die ventrale, welche letztere auch hauptsächlich als Pforte dient für die Bahnen, welche Zwischenhirn und Mittelhirn in Verbindung bringen mit hinteren Teilen und umgekehrt.

Das Dach oder Tectum unterscheidet sich bei *Amia* durch Mangel oder nur spurweise Entwicklung eines Torus longitudinalis von demjenigen bei *Lepidosteus*. Es überwölbt den großen Ventriculus opticus, die obere Ausdehnung des Aquaeductus Sylvii, welcher durch die deutliche Ausprägung des **Sulcus Monroi** auf Querschnitten rautenförmig ist.

Der Boden dieses optischen Ventrikels zeigt in seinem vorderen Abschnitt eine sehr einfache Struktur. Während sein lateraler Rand in das Tectum übergeht, ragt die, nahe der Aquaeductus Sylvii gelegene, graue Substanz etwas empor. Ich habe diese Vorwölbung schon früher bei den Teleostiern als **Eminentia medialis** bezeichnet. Bei *Lepidosteus* ist sie caudalwärts viel stärker entwickelt als bei *Amia*, wo sie kaum sichtbar ist.

Lateral davon, bei *Amia* ziemlich gleichmäßig damit verwachsen, findet man im hinteren Abschnitt des Ventrikelbodens eine viel mächtigere Emporragung, den **Torus semicircularis** (Colliculus; Rabl-Rückhard, Herrick). Etwas frontal von der Stelle, wo der Torus semicircularis unter dem Tectum liegt, in der Mitte des Mittelhirns, findet man bei *Amia* auch außerhalb des Tectums eine Hervorragung der grauen Substanz, die bei keiner einzigen Fischart so deutlich vorkommt. Sie entsteht, wie aus Taf. 18, Fig. 10 hervorgeht, aus dem äußeren oberen Teil, welcher korrespondiert mit dem Mutterboden des Torus. Durch die große Anschwellung, die nach oben durch das Tectum gehemmt wird, ist diese laterale Masse auch nach vorne, unten und hinten hin stark ausgedehnt und überragt den Austritt des Nervus oculomotorius. In seiner Mitte zeigt er einen großen Reichtum an Zellen und bei der Beschreibung der Faserverhältnisse werde ich zeigen können, daß diese Masse auch in ihren Faserverbindungen mit dem Torus Verwandtschaft zeigt und als ein extraventriculärer Auswuchs, man könnte sagen exvertierter Teil desselben, angesehen werden könnte. Es ist ganz eigentümlich, daß dieser **Torus lateralis**, wie ich ihn nennen will, nur bei *Amia* so mächtig ausgeprägt ist. Bei *Lepidosteus* ist er bedeutend geringer entwickelt und bei ihren nahen Verwandten, den Knorpelganoiden, ist davon nichts mehr zu sehen, ebensowenig wie bei den Selachiern. Unter den Teleostiern scheint er anwesend zu sein bei *Cyclothone* (Gierse), vielleicht auch bei *Argyropelecus* (Handrick), was ich aber ohne weiteres nicht mit Sicherheit sagen kann, da die genannten Autoren seine Faserverbindungen nicht mitteilen.

Der Torus semicircularis bildet sich, wie gesagt, als eine Verdickung des hinteren lateralen subventriculären Graues wo dieses übergeht in das Grau des Tectums. Bei den Selachiern ist ein Emporragen dieses Gebietes nur sehr gering, sogar wurde es von manchen Forschern diesen Tieren völlig abgesprochen, was aber nicht richtig ist. Bei den Holocephalen dagegen, welche überhaupt eine stärkere Differenzierung zeigen, ist es schon viel deutlicher ausgeprägt. Die größere Ausbildung desselben fängt aber erst bei den Ganoiden an, und bei den Teleostiern, den stärkst differenzierten Fischen, hebt sich der Torus auch mehr als bei den anderen aus der Basis hervor und, die Valvula cerebelli zwischen sich fassend, nimmt sie nicht selten die Hälfte des optischen Ventrikels ein. Bei den Amphibien entwickeln sich die Tori semicirculares in auffallender Weise, denn, während sie in ihrem frontalen Teile dort den Typus der Teleostomi beibehalten, verwachsen sie, weil keine Valvula sie trennt, in ihrem mittleren Teile mit der medialen Wand unter einander und teilen so den Ventriculus opticus in zwei kleinere Ventrikel, wovon der obere die Fortsetzung des optischen Ventrikels ist und überdacht wird vom Tectum, während der untere, der gleich mit der Sylvischen Wasserleitung kommuniziert, hier schon als **Ventriculus corporis quadrigemini posterioris** zu bezeichnen ist. Auch bei den Amphibien wird also das Corpus quadrigeminum posterior noch vom Corpus quadrigeminum anterior (Tectum opticum) überwölbt, in welches seine hinteren und lateralen Wände übergehen. So ist es auch bei den Reptilien und Vögeln, erst bei den Aplacentaliern zieht sich der vordere Vierhügel allmählich vom hinteren zurück, so daß ein Teil des letzteren unbedeckt bleibt. Bei den höheren Säugern wird diese Trennung vollständiger.

Ich wollte schon hier auf die phylogenetische Bedeutung des Torus semicircularis hinweisen, weil die erwähnte Homologie, welche durch den Faserverlauf bestätigt wird, außer in meiner englischen Arbeit nirgends erwähnt wird (inzwischen auch bei Ettore Levi l. c. S. 5).

Ich kann mich hiermit begnügen, was die Beschreibung der äußeren Verhältnisse des Mittelhirns angeht und zur Besprechung der Bahnen und Kerne übergehen.

Die Endigung des **Nervus opticus** und der **Bracchia tecti** habe ich schon beim Zwischenhirn erwähnt. Es bilden ihre Fasern die oberflächliche Schicht des Daches, die sich bis zum caudalsten Teile des Tectums fortsetzt. Ich kann hinzufügen, daß die Bracchia tecti den untersten Teil dieser Schicht einnehmen, ohne jedoch von den Opticusfasern scharf getrennt zu sein.

Die an markhaltigen Fasern sehr reichen tieferen Schichten des Daches werden zusammengefaßt unter dem Namen „tiefes Mark“ und umfassen verschiedene Systeme. Zwischen ihnen und dem optischen Ventrikel liegt in der Mittellinie eine Ansammlung von sehr großen Zellen, die im Gegensatz zu den Selachiern und Knorpelganoiden namentlich frontal oberhalb der Commissura posterior zahlreicher sind. Später wird von ihnen weiter die Rede sein. Direkt über ihnen liegt eine Schicht kreuzender Fasern in der ganzen Ausdehnung des Tectums, die **Lamina commissuralis tecti**, eine dünne, aber sehr ausgedehnte Commissur, welche die beiden Tectumhälften unter einander verbindet und in der ganzen Vertebratenklasse sehr konstant ist. Frontal ist sie etwas stärker entwickelt und schließt sich direkt der Commissura posterior an. Die Frage, ob ihre Fasern in die hintere Commissur übergehen, werde ich weiter unten besprechen. Zuerst sei derjenige Teil des tiefen Markes beschrieben, welcher zwischen der Lamina commissuralis und der Opticusfaserschicht liegt und in der Hauptsache dem Tractus bulbo-tectalis und tecto-bulbaris entspricht.

Die mächtigen Faserbündel dieses Systemes können in zwei Hauptteile geschieden werden; der eine Hauptteil verläßt das tiefe Mark an seinem lateralen Rand und nimmt auch weiter einen hervorragend lateralen, später ventralen Verlauf. Ich werde diesen Teil die **Pars lateralis** nennen. Der **mediale Abschnitt** tritt größtenteils durch den Torus semicircularis hindurch, wo einige seiner Fasern sich auflösen, eine ungekreuzte Verbindung zwischen Tectum und Torus darstellend, während er andererseits verstärkt wird durch Fasern aus diesem Gebiet. Auch weiter caudalwärts hat dieser Teil immer eine mehr mediale und dorsale Lage als der erstgenannte.

Der **laterale Teil**, dessen vordere Fasern schon dort das Tectum verlassen, wo es an das praetectale Gebiet grenzt, woraus es Fasern aufnimmt, biegt sich in Bogen an der äußeren Seite des Mesencephalon nach unten (Taf. 18, Fig. 11).

Ungefähr die Hälfte dieses Systems kreuzt frontal vom Corpus interpedunculare, an der Basis des Gehirnes, dort wo der Oculomotorius austritt, gerade wie es von Edinger, Goldstein und mir bei den Teleostiern gefunden wurde: **Tractus tecto-bulbaris cruciatus (basalis)**.

Nach der Kreuzung behält das Bündel seine Lage direkt neben dem Corpus interpedunculare und zieht in basi-medialer Lage caudalwärts in die Oblongata, wo es in eine graue Masse zwischen Trigemini und Vestibularis, speziell aber in das letztgenannte Gebiet endet. Seine Bedeutung wird bei der Oblongata näher erörtert werden.

Gleich im Anschluss an diese Fasern entsteht der zweite Abschnitt der Pars lateralis, welcher nicht kreuzt.

Er entsteht hauptsächlich im hinteren Gebiet des Tectums, wo er sich allmählich zu einem Bündel sammelt, das dem kreuzenden an Umfang gleich ist: **Tractus tecto-bulbaris rectus (basalis)**. Unten an der Basis angekommen, liegt es lateral von dem erstgenannten, durchmischt mit den marklosen Fasern des Tractus mammillo-peduncularis, die es weit nach hinten begleiten. Wenn das gekreuzte Bündel ungefähr im Vestibularisgebiet geendet hat, nimmt es dessen Lage ein und läßt sich dann weiter (s. Oblongata) verfolgen (Taf. 18, Figg. 12, 15, 16).

Der **Pars medialis** sammelt seine Fasern aus den tiefsten Lagen des Daches. Es ist ein mächtiges System, das teils durch den Nucleus lateralis mesencephali, teils medial davon am Aquaeduct entlang basalwärts zieht und ebenfalls aus gekreuzten und ungekreuzten Fasern besteht. Es wird in seinem weiteren Verlaufe lateral begleitet von Bündelchen aus dem Torus semicircularis und aus dem Torus lateralis, wovon später die Rede sein wird. Die medialen tectalen Fasern bilden eine bedeutende Kreuzung, die sich direkt hinter und dorsal von der Kreuzung des lateralen Abschnittes befindet und bei *Amia* auf dem Niveau der Bindearmkreuzung liegt, damit größtenteils zusammenfällt.

Das ganze Gebiet der Meynertschen Kreuzung mit derjenigen des Bindearmes nimmt eine in horizontaler Ausdehnung bedeutende Fläche ein, die oberhalb des Corpus interpedunculare liegt und dorsal an das hintere Längsbündel stößt. Daß die Bindearmkreuzung bei *Amia* und *Lepidosteus* der fontainartigen so nahe anliegt, daß sie damit fast verschmolzen ist, muß der eigenartigen Gestaltung des Aquaeductes bei diesen Tieren zugeschrieben werden, der tief zwischen die Fasciculi longitudinales dorsales eindringt und dadurch das Kreuzungsbett ganz erheblich eingeschränkt hat (s. Taf. 18, Fig. 12).

Die meist medialen Fasern legen sich nach der Kreuzung direkt unter das hintere Längsbündel. Sie scheinen sich zu den Kernen des Oculomotorius und Trochlearis zu begeben, jedenfalls zu der Substantia reticularis dieser Gegend. Ob sie darin enden, kann ich nicht mit Sicherheit sagen. Sie könnten durch den Kern hindurch und weiter caudal ziehen. Das ganze Verhältnis ist hier leider nicht sehr deutlich; so viel aber ist wohl sicher, daß diese oberen Fasern der Fontainkreuzung den **Faisceau prédorsal** von v. Gehuchten und Pawloff bilden, dessen descendenter Lauf bei verschiedenen Vertebraten durch Degeneration festgestellt wurde. Sie wurden auch als solche von Haller und mir für die Teleostier beschrieben, während noch neuerdings Ettore Levi das System durch die ganze Vertebratenreihe untersuchte.

Die Fasern für die Augenmuskelkerne bilden aber jedenfalls nur einen kleinen — den kleinsten — Teil dieses mittleren Systemes. Der größte Teil der Fasern zieht weiter caudalwärts in die Oblongata, wo ich später mehr davon sagen werde. Der mediale Teil ist aber nicht in toto gekreuzt. Ein nicht unbeträchtlicher Abschnitt zieht auf derselben Seite caudalwärts und bildet dann bald ein System mit den gekreuzten medialen Fasern. Die Lageverhältnisse in der Basis des Mittelhirns sind auf Taf. 18, Fig. 12 deutlich zu sehen. Die Bedeutung dieser Fasern wird auch im vierten Kapitel näher besprochen. Hier sei nur gesagt, daß nach meinen Ansichten sowohl der mediale als der laterale Abschnitt aufsteigende und absteigende Bahnen enthält. Im hinteren Teil der Mittelhirnbasis liegt eine kleinere Ansammlung grauer Substanz gleich hinter dem Niveau, wo die cerebello-labären Fasern die Basis durchziehen. Ob wir hier mit einer Vorstufe des Ganglion mesencephali profundum (Nucleus lemnesci lateralis) zu tun haben, läßt sich ohne Golgipräparate nicht sicher entscheiden. Vorläufig scheint es mir noch sehr fraglich.

Der Verlauf der Radix mesencephalica trigemini ist hier, wie bei den Knorpelganoiden und den Teleostiern, etwas anders als bei den Selachiern und den übrigen Vertebraten.

Die Ursache davon liegt in der Anwesenheit der Valvula cerebelli bei diesen Tieren, denn während bei allen Fischen ohne Valvula das Tectum in einer schrägen, nach hinten und unten verlaufenden Fläche in das Velum übergeht und dadurch für die genannten Trigemini Fasern ein kurzer und leicht übersichtlicher Weg von ihrem Kern zum Rande des Aquaeductes geschaffen ist, sind die topographischen Verhältnisse in dieser Region bei den Teleostiern und Ganoiden durch die doppelte

Faltung, welche das Verbindungsstück zwischen Tectum und Velum durch das Vorragen des Cerebellums in den optischen Ventrikel erfahren hat, etwas geändert. Man findet nur wenige Zellen, welche diesem Bündel ihren Ursprung geben dürften, in dem Teile des Mittelhirns, welcher hart an die Valvula cerebelli grenzt, und zwar liegen einige davon frontal, während andere lateral gelegen sind. Sie kennzeichnen sich durch ihre Bläschenform und Größe. Die Fasern hiervon, welche sich durch dickes Kaliber kennzeichnen, ziehen nahe dem unteren Valvularand seitwärts nach unten, so daß man, wenn man nicht sehr genau untersucht, den Eindruck bekommt, als gehörten die Fasern, ja sogar die seitlichen Ursprungszellen zu der Valvula cerebelli. Dieser fremdartige, nur durch die eigentümlichen Wachstumsverhältnisse zu erklärende Verlauf ist wohl Ursache, daß es so schwer ist, in diesen Fasern mit Sicherheit ein Teil dergenannten Wurzel zu erkennen.

Ob auch von hier oder nur aus den großen bläschenförmigen Zellen, welche in der Nähe der Commissura posterior liegen (Taf. 18, Fig. 6), die Radix mesencephalica V sich bildet, läßt sich ohne Degenerationsversuche nicht entscheiden. Namentlich nach den Untersuchungen von Gchuchters bei den Knochenfischen dürfen wir die Existenz einer mesencephalischen V-Wurzel auch wohl bei den Ganoiden als sicher halten. Die frontale Lage dieses motorischen V-Kernes bei allen Vertebraten scheint mir dadurch erklärt werden zu müssen, daß überhaupt ein Teil des gesamten Trigemini zum Metamer der vorderen Augenmuskelkerne gehört, wie für einen sensiblen Teil zuerst von v. Wyhe bewiesen wurde (R. ophthalmicus profundus; cfr. meine Arbeit im „Neurologischen Centralblatt“).

Ich kann die Auffassung Johnstons nicht bestätigen, daß wir in diesem Bündel auch einen sensiblen ascendenten Wurzelast des V sehen müssen. Für eine solche Auffassung besteht weder bei den niederen noch bei den höheren Vertebraten ein Anhaltspunkt, vor allen Dingen sprechen die Ergebnisse der Degeneration direkt dagegen. Das Bündel entartet immer absteigend und ich habe auch eben das betonen wollen, als ich in meiner früheren Arbeit eine Radix (ascendens) mesencephalica N. V leugnete.

Zuletzt seien einige stark markhaltige Faserbündelchen erwähnt, welche aus dem hinteren Teil des Tectums stammen und in dem Velum cerebelli kreuzend sich dann in dem Isthmus der anderen Seite verlieren. Diese Fasern sind bei anderen Fischen, n. l. den Selachiern, viel mächtiger. Sie haben mit dem Radix mesencephalica N. V nichts zu tun, denn dieses verläuft völlig ungekreuzt. Ob die Fasern im Isthmus enden oder weiter ziehen, ist mir nicht sicher. Ich möchte sie vorläufig als **Decussatio isthmo-tectalis** bezeichnen (Taf. 18, Figg. 6, 13).

Das wären die caudalen Verbindungen des Mittelhirndaches.

Torus semicircularis und **Torus lateralis**. Schon bei der Besprechung der Morphologie des Mittelhirnes habe ich hingewiesen auf die große Bedeutung dieser Wülste für die Phylogenese der hinteren Vierhügel. Ich werde jetzt zeigen, daß die Hauptverbindung dieses Gebietes die erwähnte Homologie bestätigt. Erst aber etwas über die Struktur ihrer grauen Substanz.

Der Torus semicircularis besteht aus einer in der Hauptsache kleinzelligen Gewebsmasse, die fast in ihrer ganzen Ausdehnung durchflochten ist von feinen, markhaltigen Fasern. An seiner medialen Fläche befinden sich Anhäufungen von etwas größeren Zellen, die parallel der Oberflache des Ventrikelpendyms eine eigenartige, reihenmäßige Anordnung zeigen, wie es auch in dem Nucleus magnocellularis strati grisei vorkommt. Ich habe dort erwähnt, daß dies als eine ganz junge Stufe von Ganglienzellen-Anordnung betrachtet werden muß, welche mit der Mantelschicht in Föten

höherer Tiere übereinstimmt und sich phylogenetisch an das Verhalten im Rückenmark von *Amphioxus* anschließt, wo die funktionierenden Ganglienzellen noch zwischen dem Ependym liegen.

In der Mitte des Torus aber ist die Anordnung der Zellen wirklich eine solche, daß ein richtiger „Kern“ gebildet wird: **Nucleus lateralis mesencephali**.

In dem mit diesem Zellgebiet nahe verwandten Torus lateralis findet sich zentral ein gut entwickelter Zellhaufen, welcher mittels eines dünnen zelligen Stieles übergeht in den Mutterboden des Torus semicircularis (**Nucleus tori lateralis**; Taf. 18, Fig. 10).

In diesen beiden Gebilden nun endet eine mächtig entwickelte Bahn, die caudal bis zum Vestibularisgebiet zu verfolgen ist, wo sie wohl in Verbindung steht mit den vielen **Fibrae arcuatae dorsales**, welche im Vestibulariskern ihren Ursprung finden, wenn der direkte Nachweis hiervon bei den Ganoiden auch schwerer ist als bei den Knochenfischen. Es ist dies die gekreuzte sekundäre Vestibularisbahn, welche schon früher von mir bei den Fischen als **Fasciculus longitudinalis lateralis** beschrieben wurde und von Wallenberg degenerativ dargestellt worden ist bei verschiedenen Tieren.

Die Fasern dieses Systemes, insofern sie in den Torus semicircularis ziehen, sind alle markhaltig. In den lateralen Torus aber zieht ein Bündel hinein, welches ein Drittel der ganzen Fasermasse dieses Tractus bildet und völlig marklos ist (Taf. 18, Fig. 11). Die ganze in beide Tori gehende Fasermasse nimmt in der Mittelhirnbasis ein Areal ein, welches direkt medial von den lateralen tecto-bulbären Fasern liegt, ziemlich dorsal. An ihrer unteren Seite werden sie ventromedial begrenzt durch die Tractus bulbo- et spino-thalamicus und unten lateral von dem Tractus cerebello-lobaris.

Die Frage ließe sich stellen, ob man nicht besser täte, den von mir als Torus lateralis dem Torus medialis analog gestellten Teil als eine Vorstufe des Ganglion geniculatum mediale zu betrachten, der bekanntlich bei den höheren Tieren auch eine mehr laterale Lage einnimmt und ebenfalls Schleifenfasern aus dem Acusticusgebiete empfängt. Da aber das Hauptkriterium des medialen Kniehöckers fehlt: seine Bedeutung als Kern für die corticale Octavusbahn, haben wir kein Recht, diesen Namen hier schon zu gebrauchen.

Da die Verbindung, welche seitlich am Torus semicircularis in die Tiefe des Hypothalamus zieht (Tractus tecto-lobaris oder thalamo-tectalis) schon beim Zwischenhirn (s. d.) beschrieben wurde, kann ich gleich übergehen zur Besprechung der **Commissura posterior**, deren vorderen und obersten Fasern sich diejenigen der Lamina commissuralis tecti anschließen. Dieser Teil der hinteren Commissur wurde schon früher von mir als Pars tectalis beschrieben. So lange hier keine Degenerationsversuche vorliegen, muß ich es in der Mitte lassen, ob der Anschluß an die Lamina commissuralis nur ein räumlicher ist oder auch wirkliche Tectumfasern in die Commissur treten.

Bekanntlich ist diese Frage auch bei den Sängern noch nicht so sicher entschieden, denn während n. l. Ziehen und Edinger sich im ersten Sinne auslassen, erwähnt dagegen Boyce, daß er nach „Hemisection“ der vorderen Vierhügeln gekreuzte Degenerationen durch die Commissura posterior in das Tegmentum verfolgen konnte.

Es ist dies derjenige Teil, welcher von Edinger als Pars praetectalis unterschieden wurde. Diese Bündelchen bilden keine Verbindung bilateral gleichwertiger Teile, man kann bei genauer Beobachtung sehen, daß die Faszikel, welche an der einen Seite aus dem praetectalen (oder tectalen?) Gebiet in die Commissur treten, sich nach Kreuzung in die mediale subventriculäre graue Substanz der anderen Seite begeben, wo sie hindurchtreten bis in die Region des Nucleus dorsalis thalami.

Direkt an diese vordersten Bündel schließen sich solche an, welche sich in das Ganglion geniculatum laterale begeben. Es scheint mir sehr wahrscheinlich, daß ein Teil davon Verbindungen mit ihm eingeht. Daß die am meisten lateral ziehenden Fasern den medialen Rand des Corpus geniculatum laterale überschreiten, ist ohne Zweifel, auch aber, daß die meisten dann weiter nach hinten umbiegen und in der Nähe des Torus semicircularis, d. i. gleich unter demselben im tegmentalen Gebiete, wie das bekanntlich auch beim Frosch der Fall ist, enden. Ich möchte noch keine bestimmte Meinung aussprechen, will jedoch die lateralen Bündelchen, die gar nicht so wenige sind und sich auch, ja namentlich, bei den Holocephalen demonstrieren lassen, nicht unerwähnt lassen (Taf. 18, Fig. 9, vergl. auch Fig. 6).

Der Hauptteil der Commissur zieht bekanntlich ins mediale subventriculäre Gebiet, die sog. **Eminentiae medialis**, nach hinten und ist leicht zu verfolgen bis in den frontalen Teil derselben Zellmasse, aus deren hinteren Teil die vordersten Fasern des Fasciculus longitudinalis dorsalis entstehen, wie ich es früher schon für die Teleostier und Selaehier erwähnte. Der gemeinschaftliche Kern von Commissura posterior und dem genannten Bündel ist bei den Säugern seit langem als Kern von Darkschewitsch bekannt. Daß Fasern von dem Fasciculus longitudinalis posterior in die Commissur übergehen, habe ich weder bei *Amia calva* noch bei *Lepidosteus* sehen können.

Ich kann, was das **hintere Längsbündel** anbelangt, ganz kurz sein. Es ist bekanntlich ein Faserbündel, das aus den verschiedensten Bestandteilen aufgebaut ist, die aber meistens darin übereinstimmen, daß sie direkt oder indirekt in Verbindung stehen mit den Muskelkernen und Substantia reticularis grisea und speziell der motorischen Koordination dienen, wie aus allem hervorgeht.

Die vordersten Fasern dieses Bündels entstehen in dem eben erwähnten Kern und kreuzen bald nach ihrer Entstehung über die Medianlinie, ungefähr dort, wo auch die Deussatio hypothalamica posterior liegt, aber direkt subventriculär von der letztgenannten Kreuzung durch eine geringe Schicht grauer Substanz geschieden. In der Nähe des Nucleus oculomotorius nehmen die Fasern sehr in ihrer Anzahl zu und werden jetzt an ihrer Unterseite begleitet von denjenigen tecto-bulbären Bündelchen, welche den Fasciculus praedorsalis bilden. Die Ursache der Volumszunahme des Bündels liegt wohl teilweise in den Oculomotoriusfasern, welche, bevor sie sich ventral wenden, eine kurze Strecke durch das hintere Längsbündel schräg kreuzend hindurchziehen; größtenteils aber muß sie den Fasern zugeschrieben werden, welche aus dem Oculomotoriuskern nach hinten ziehen und in die Kerne der anderen Augenmuskeln enden, und vice versa, wodurch die Koordination der differenten Muskeln des Bulbus oculi zustande kommt.

Daß das hintere Längsbündel Fasern aus dem Thalamus enthalten sollte oder aus den Lobi inferiores, halte ich für nicht wahrscheinlich. Die Thalamusfasern, welche sich direkt ventral von diesem Bündel und dem Fasciculus praedorsalis befinden, sind wohl zu dem Tractus spino-thalamicus und thalamo-spinalis zu rechnen, wie ich bei der Besprechung des Zwischenhirnes schon erwähnte und worauf ich in Kapitel IV zurückkomme, wo ich auch den Zutritt von Cerebellumfasern zu dem hinteren Längsbündel näher erörtern werde.

Der Kern des **Oculomotorius** zeigt sich als ein etwas in der Länge ausgedehnter Haufen von multipolaren Ganglienzellen seitlich oberhalb des Fasciculus longitudinalis posterior (Taf. 18, Fig. 11). Eine Unterscheidung in verschiedene Kerne, wie dies bei den Säugern evident ist, ließ sich hier bis jetzt nicht durchführen. Die Zellenmasse ist vielmehr eine einheitliche und geht frontalwärts in den Darkschewitschsehen Kern über. Etwa die Hälfte der III. Fasern kreuzt durch das hintere Längs-

bündel, die andere Hälfte zieht direkt nach der Basis, wo der Nerv, in fünf bis sechs Bündelchen geteilt, austritt.

Caudal von diesem Kern, aber in derselben Lage, liegt derjenige des **Nucleus trochlearis**, dessen Fasern sich seitwärts um den Aquaeduct herumschlagen.

Auch von diesem Kern treten Fasern in das hintere Längsbündel oder von ihm in den Kern. Es sind dies aber keine kreuzende Wurzelfasern, aber solche, die die Koordination der motorischen Kerne beherrschen oder dem statischen Gebiet (s. Kap. IV) entstammen, wie daraus zu ersehen ist, daß sie nicht in den Nervus trochlearis treten, denn die Wurzelfasern dieses Nerven verlaufen gleich nach ihrer Entstehung nach oben um den Aquaeduct herum und ihre Kreuzung findet oberhalb des Velums statt.

Zuletzt seien die Verbindungen mit dem Kleinhirn erwähnt. Es sind deren zwei bei allen Fischen, die ich bis jetzt untersuchte (Teleostiern, Selachiern, Holocephalen), und auch bei *Amia* und *Lepidosteus* sind sie mächtig entwickelt. Am meisten auffallend ist der ungekreuzte Bindearm: Tractus mesencephalo-cerebellaris, wie Goldstein und ich ihn früher nannten, der aber besser **Tractus cerebello-tegmentalis dorsalis** heißt. Seine Fasern verbinden das Tegmentum mit dem Cerebellum und treten auf ihrem Weg durch den hinteren Teil der Ementiae mediales mesencephali (Taf. 18, Figg. 6, 12, 13).

Es scheint mir nicht zweifelhaft, daß C. J. Herrick ihn abbildet in Figur 24 seiner letzten Arbeit (H. II). Dieser Autor nennt dort den hinteren Teil der Eminentiae medialis (zwischen Valvula und Torus semicircularis gelegen) Nucleus lateralis valvulae und spricht ausdrücklich von „Fibres arising from . . . the Nucleus lat. valv. and passing dorsally into the Valvula cerebelli.“ (Es scheint mir, daß er diese Region nicht recht deutet.) Die Bahn zieht bei denjenigen Fischen, die eine **Valvula cerebelli** haben, in den vordersten Teil dieser Bildung hinein, so auch bei *Amia*. Bei denjenigen Fischen aber, wie die Selachier und Holocephalen, welche keine Valvula haben, tritt das Bündel lateral am Velum entlang und tritt dann als vorderste Verbindung in das Cerebellum, zu gleicher Zeit mit dem Tractus cerebello-lobaris. Einen sehr interessanten Übergang, was den Verlauf betrifft, sieht man bei *Lepidosteus*, wo die Valvula cerebelli noch kleiner ist als bei *Amia*, so daß ein Teil des Bündels durch die Valvula zieht, der größte Teil aber lateral vom Velum das Kleinhirn erreicht. Vielleicht kreuzt ein kleiner Teil der Fasern im Cerebellum, das läßt sich aber nicht einmal mit Sicherheit sagen. Irgendwo anders findet keine Kreuzung statt. Ich werde im Abschnitt über das Kleinhirn den eigentümlichen Verlauf dieser Bahn bei den verschiedenen Fischen näher besprechen.

Das Bündel ist wohl identisch mit dem, welches Banchi auf degenerativem Wege (nach Kleinhirn-Verletzung) dargestellt und ebenfalls als Tractus mesencephalo-cerebellaris beschrieben hat. Seine Darstellung bei den höheren Vertebraten scheint aber noch wenig sicher zu sein, wenn es auch nicht unmöglich ist, daß es bei den Vögeln als Bindearm-Zusatz zu dem hinteren Längsbündel (Wallenberg, Klimoff) beschrieben wurde, welcher angeblich auch ungekreuzt verläuft. Sehr konstant aber kleiner ist dagegen die gekreuzte Verbindung mit dem Kleinhirn: **Tractus cerebello-tegmentalis cruciatus**. Seine Fasern enden direkt unterhalb den erstgenannten und ihre Kreuzung bildet ein Teil der Bindearmkreuzung, die auch einen gekreuzten Teil des Tractus lobo-cerebellaris enthält.

Von dieser Tegmentum- und Hypothalamus-Kreuzung wird der erstere Teil bei den höheren Vertebraten viel größer, weil dort auch das Tegmentum des Mittelhirns an Umfang zunimmt.

Daß das ganze System außerordentlich alt ist, stimmt überein mit seinem Ursprung bei den Säugern in dem Nucleus dentatus vermis, denn bekanntlich ist der Vermis der ältere Teil des Cerebellums und wird von dem ganzen Kleinhirn der Fische repräsentiert. Wenn man auch bei den Ganoiden keine Kerne im Cerebellum unterscheiden kann, so ist doch bei *Lepidosteus* fast schon eine Trennung in eine vordere Pars tegmentalis und eine hintere Pars statica cerebelli möglich, wovon die erste die Vorstufe des Nucleus dentatus bilden möchte (s. u. beim Kleinhirn).

In der Haube von *Amia* noch bei *Lepidosteus* ist kein wirklicher roter Kern nachzuweisen, denn die Ganglienzellen sind bei den Ganoiden in diesem Gebiet noch sehr diffus gelagert. Die bestimmte Abgrenzung davon findet erst bei viel höheren Vertebraten statt unter großer Zunahme der grauen Substanz.

Die Medulla oblongata.

Die Medulla oblongata von *Amia calva* zeigt sich in ihrer äußeren Form sowie in ihrer inneren Struktur als der allmähliche Übergang zwischen dem basalen Teil des Mittelhirns und der Medulla spinalis, denn die Anschwellung, welche bei den höheren Vertebraten diesen gleichmäßigen Übergang stört — die Brücke — ist bei den Fischen bekanntlich nicht entwickelt. Uter und hinter der kleinen Valvula und dem Velum cerebelli öffnet sich der Aquaeduct zum Ventriculus rhomboidalis, der sich in der Nähe des N. accessorius wieder schließt. Die Form des Cerebellums ist bei den Ganoiden eine sehr einfache: sie bildet einen Übergang zwischen dem Kleinhirn der Teleostier und der Selachier. Ich werde deshalb in einem besonderen Abschnitte mehr darüber sagen. Hier sei nur erwähnt, daß sowohl bei *Amia* als bei *Lepidosteus* die Cerebellarmasse, insofern sie aus dem Stratum moleculare und Stratum Purkinje besteht, sich, wie bei allen Fischen, weit über die Oblongata caudalwärts erstreckt, den Lobus staticus, das Endgebiet des N. vestibularis und der N. N. laterales bekleidend. Diese Formation ist als Crista cerebellaris bekannt und trägt dazu bei, die nahe Verwandtschaft zwischen dem statischen Endgebiet der Oblongata und dem Kleinhirn zu demonstrieren. Die Lobi statici, welche bei den Knochenganoiden weniger entwickelt sind als bei den Teleostiern und Selachiern, zeigen sich als einfache, bilaterale, dorsale Verdickungen der Oblongata hinter dem Cerebellum.

Eine gegenseitige Verschmelzung, wie bei vielen Teleostiern, findet nicht statt, während auch der N. lateralis anterior keinen besonderen Lappen als Endgebiet einnimmt, was bekanntlich bei den Selachiern wohl der Fall ist. Nach hinten flächt sich ihr Gebiet nach und nach ab und geht schließlich über in den Rolandoschen Kern und die Hinterstrangkerne des oberen Cervicalmarkes. Zusammen mit der descendenten V-Wurzel, die seine untere Grenze bildet, wird es als äußeres sensibles Feld bezeichnet, oder auch wohl (von der amerikanischen Schule) das somatisch sensorische Gebiet genannt. Medial von ihm befindet sich das innere sensible Feld der Oblongata, welches frontal, nahe dem Velum, mit dem Mayserschen Rindenknoten anfängt und sich, nach Unterbrechung, in den sensiblen Endkernen des Facialis, Glossopharyngeus, Vagus und den Nucleus commissurae infimae fortsetzt.

Es bildet die Endregion der sensiblen VII-, IX-, X-Wurzeln: das viscerosensorische Feld und wird medial durch die motorische Kernsäule und den Fasciculus longitudinalis posterior begrenzt. Auch diese zweite Längszone ist bei unseren Objekten sehr einfach in ihrer äußeren Configuration und man findet hier nicht die große Ausbildung, welche bei einigen Knochenfischen, z. B. den Cyprinoiden, zur Bildung des Tuberculum impar geführt hat.

Der Sinns rhomboidalis wird schließlich wieder geschlossen hinter den Lobi vagi und die anfangs recht dünne Brücke wird als Commissura infima bezeichnet. So gestaltet sich makroskopisch das verlängerte Mark der Knochenganoiden als ein relativ einfaches Gebilde, dessen frontale Faserverbindungen jetzt beschrieben werden sollen.

Man findet die **bulbo-** und **spino-thalamischen Fasern** in derselben Region der Oblongata wieder, die sie auch in der Mittelhirnbasis einnahmen. In vielen Bündelchen zusammengefaßt, nehmen sie ein ziemlich großes Gebiet ein, das sich ungefähr in der Mitte jeder Hälfte der Oblongata-Querschnitte befindet (Taf. 18, Fig. 14). Sie werden von dem Fasciculus longitudinalis posterior dorsal und von den gekreuzten Fasern des tiefen Markes medial und ventral begrenzt. An ihrer lateralen Seite finden sich die ungekreuzten Fasern des tiefen Markes mit dem Fasciculus longitudinalis lateralis. Das ganze System läßt sich verfolgen bis zur Medulla cervicalis, wo ein Teil der Fasern sich noch den (vorderen und) lateralen Grundbündeln beimischt (Tractus spino-thalamicus). Auf diesem Verlaufe aber verringert das spino- und bulbo-thalamische System seinen Umfang bedeutend, denn der größere Teil desselben nimmt mehr frontalwärts im äußeren sensiblen Felde der Oblongata seinen Ursprung und in den Nuclei fimbriati posterioris. Die vielen Fibrae arcuatae mediales, die man an der ganzen Ausdehnung der Oblongata von der lateralen Seite her sich innerhalb dieses Systemes verlieren sieht, dürften wohl gekreuzte Ursprungsfasern darstellen, so daß wir es hier mit einer richtigen thalamischen Schleife, den sog. Edingerschen Fasern, zu tun haben. Ich habe oft den Eindruck gewonnen, als ob auch aus der kleinzelligen grauen Substanz, die die absteigende Trigeminiwurzel begleitet, Fibrae arcuatae in ihr Areal hineinziehen, doch wäre hier ein sicherer Nachweis nur auf degenerativem Wege möglich. Beim Zwischenhirn wurde schon erwähnt, daß wahrscheinlich ein Teil der Fasern dieses Areals nicht als Schleifenfasern sondern als Associationsfasern der Substantia reticularis betrachtet werden müssen. Wenn es mir erlaubt wäre, aus den Präparaten, welche zu meiner Verfügung stehen, einen Schluß zu ziehen, so würde ich dazu geneigt sein, die dorsalsten und medialen Fasern als eigentliches Associationssystem zu betrachten. Sie schließen sich direkt ventral dem Fasciculus longitudinalis dorsalis an und es sind diese, welche im vorderen Teile des Mittelhirnes, deutlicher aber im hinteren Teile des Thalamus als ein gesondertes System zu erkennen sind, die den oberen Teil der Decussatio hypothalamica posterior ausmachen und öfters dem hinteren Längsbündel zugerechnet werden (s. Zwischenhirn). Die zentrale Endigung der übrigen thalamischen und hypothalamischen Fasern habe ich ebenfalls im zweiten Kapitel erwähnt, wohin ich für die Details verweise.

Ob das thalamische System auch descendente Fasern, eventuell aus dem Tegmentum enthält, die bei den Säugern als Tractus rubro- et thalamo-spinalis (Monakowsches Bündel) beschrieben sind, muß ich unentschieden lassen. Wohl sind solche aus dem Hypothalamus bekannt. Als solche sei in erster Stelle der **Pedunculus corporis mammillaris** erwähnt, der als deutliches markloses Bündel, medial an der Basis liegend, speziell bei *Lepidosteus*, leicht caudalwärts bis zum Vagus zu verfolgen ist. Nach der Angabe Johnstons, der mit Golgipräparaten arbeitete, müssen wir es als ein absteigendes Bündel betrachten. Man kann die sich von ihm abspaltenden Fäserchen in der Substantia reticularis verfolgen. Der **Tractus lobo-bulbaris** ist markhaltig und verläuft im unteren Teil des Schleifenareal. Er soll nach C. J. Herrick der ableitende Weg von dem korrelierten tertiären Geschmacks- und Geruchsimpulse sein, eine Funktion, die er wohl mit dem Pedunculus corporis mammillaris teilt. Oben und lateral von all diesen thalamischen und hypothalamischen

Fasern liegt der mächtige **Fasciculus longitudinalis lateralis**, wovon der marklose Teil den untersten Abschnitt bildet. Er läßt sich bis in die Vestibularisgegend verfolgen, wo sein Anschluß an den *Fibrae arcuatae dorsalis* deutlich ist (Taf. 18, Fig. 15). Die Degenerationsversuche, namentlich von Wallenberg, bei verschiedenen Tieren angestellt, haben den aufsteigenden Verlauf dieses Bündels erwiesen.

Leider haben wir für die **tecto-bulbären Fasern** noch nicht so völlige Klarheit in dieser Beziehung, wenn auch ihr Verlauf bei den niederen Vertebraten ziemlich gut bekannt ist. Wie beim Mittelhirn erwähnt wurde, bestehen sie aus einem gekreuzten und ungekreuzten Abschnitt. Die ungekreuzten Fasern nehmen auch in der Oblongata immer den lateralen Rand ein. Anfänglich ziemlich dorsal gelegen, ziehen sie nach unten, so daß sie in der Mitte des Bulbus gleich unter dem Eintritt des V. und VII. bis VIII. liegen. Die beiden gekreuzten Abschnitte verlaufen an örtlich ziemlich verschiedenen Stellen. Der meist dorsal gekreuzte Abschnitt behält seine Lage direkt unter dem *Fasciculus longitudinalis dorsalis* auch in der Oblongata bei, wie auch von E. Levi in seiner vergleichenden Beschreibung der tectalen Fasern angegeben wird. Im dritten Kapitel habe ich erwähnt, daß ein Teil dieses Abschnittes dem *Fasciculus praedorsalis* der höheren Vertebraten entspricht und einige seiner Fasern sich in der Gegend der III. und IV. Kerne verlieren. Das Bündel ist aber so mächtig entwickelt, daß es ohne Weiteres klar ist, daß dies nicht die einzige Bestimmung sein kann. Es ist denn auch caudalwärts weit in die Oblongata, bis in die Region des V und VII—VIII zu verfolgen und bildet wohl ein großes, gekreuztes, descendentes System für motorische Zentren der Oblongata. Daß sie auch zu den Vorderhörnern des Rückenmarkes gehen und zu der Bildung der Vorderstrang-Grundbündel beitragen, kann ich ohne Degenerationsversuche noch nicht wahrscheinlich achten.

Das ventral gekreuzte tecto-bulbäre Bündel, dessen Decussation mit einem Teil der Forelschen Kreuzung bei den höheren Vertebraten übereinstimmen dürfte und das seine Lage medial von den ungekreuzten Bündeln behält, verläuft damit peripher im Bulbus nach hinten. Man kann sie ziemlich weit caudalwärts verfolgen, immer nahe den marklosen *Pedunculi corporis mammillaris*. Bis über die Region des VII—VIII-Gebietes aber läßt sich das System nicht nachweisen und es scheint mir nicht gewagt, dieses ventral gekreuzte System hauptsächlich diesem Gebiete zuzurechnen. Es sollte dann gerade wie bei den Teleostiern enden in eine diffuse Anhäufung der grauen Substanz, die speziell an der Basis der Oblongata in der Höhe des *Vestibulo-facialis* beobachtet werden kann, sich aber, sei es auch in geringerem Umfange, bis zum *Trigeminus* erstreckt. Schon hier sei bemerkt, daß auch ein großer Teil der ungekreuzten Fasern dort endet. Es läßt sich somit die Frage stellen, welche Bedeutung dieses Gebiet hat, das mit einem so erheblichen Teile der tectalen Fasern in Verbindung steht. Der Lage nach könnten wir es hier zu tun haben mit einer Anhäufung der reticularen grauen Substanz, wovon bei den höheren Vertebraten sich ein Teil als obere Olive ausbildet, wenn auch der größte Abschnitt als motorisches Schaltgebiet: *Tegmentum bulbi*, zu betrachten ist.

Vor der endgültigen Beantwortung des ersten Punktes muß eine andere Frage diskutiert werden, das ist diejenige des Entstehens des *Nervus acusticus*, *R. cochlearis*. Bei der Besprechung der Oblongata-Nerven werde ich hierauf näher eingehen, doch sei jetzt schon erwähnt, daß man meines Erachtens annehmen muß, daß der *Nervus cochlearis* sich nicht als neuer Nerv bildet, sondern aus einem Teil des *Vestibularis* hervorgeht, wie auch schon im physiologischen wie anatomischen Sinne ein Teil davon als Höhrnerv zu erkennen ist (s. u.).

Nun findet man bei den höheren Tieren in dieser Gegend des Bulbus den Trapezkörper mit seinen eingestreuten Zellen und die obere Olive, was z. B. bei den Reptilien schon schärfer angedeutet ist. Diese Oliven wie die Zellen des Trapezkörpers sind mit dem Cochlearis-Endkern verbunden durch Bogenfasern, während sie ihrerseits ein aufsteigendes System zu den hinteren und vorderen Vierhügeln senden. Analoge Verhältnisse findet man auch bei den Fischen, aber nur nicht so circumscrip't als dort, wo ein wirklicher Höhrnerv existiert. Die Bahnen, welche in dem ventralen, (gekreuzten und) ungekreuzten System liegen, sollten neben absteigenden auch aufsteigende Fasern enthalten, die bei der vorgeschritteneren Ausbildung der akustischen Funktion, entweder durch sekundäre akustische Fasern verstärkt werden oder die Funktion der Höhrbahn höherer Ordnung übernehmen, hier aber statischen Funktionen dienen.

Daß die tecto-bulbären Systeme und damit das Tegmentum bulbi auch — ja überwiegend — motorischen Charakters ist, geht daraus hervor, daß man lange Dendriten aus den motorischen Trigemini- und Facialiskernen mit Leichtigkeit in sie verfolgen kann; doch können wir es meines Erachtens nicht ausschließen, daß ein Teil der eigentümlichen grauen Substanz an der Basis der Oblongata, in der Nähe des Vestibularis als etwas, der oberen Olivenbildung Analoges zu betrachten ist.

Die wenig differenzierte aber mächtige Entwicklung dieses reticulären Zellgebietes dürfte dem Umstande zu danken sein, daß neben dem Vestibularis (und dem geringen Pro-Cochlearis) auch noch die großen, bei allen Nichtfischen fehlenden N. N. lateralis sekundäre Fasern in dieses Gebiet senden. Die ganze Auffassung, die ich hier auseinandersetze, will ich vorläufig nur als Hypothese geben. Ich werde aber unten zeigen, daß vieles dafür spricht, daß wir einen Teil des Associationszentrums, wovon jetzt die Rede ist, wohl als der oberen Olive analog (nicht homolog) betrachten dürfen, umso mehr, weil die vielen Bogenfasern, welche in diesem Gebiete enden, aus dem Lobus staticus stammen.

Was die lateralen, oben schon erwähnten, ungekreuzten, tectalen Fasern betrifft, habe ich schon mitgeteilt, daß auch davon ein nicht unbeträchtlicher Teil in dieser Region endet und hauptsächlich als descendente tectale Bahn angesehen werden muß. Der restierende Abschnitt dieses Systems zieht weiter caudalwärts und ist in der Mitte der Basis bis im hinteren Vagusgebiet zu verfolgen. Ich konnte bei den Teleostiern aus demselben Bündel eine Bahn zum Abducenskerne verfolgen, der sich schon ziemlich frontal abzweigt. Weder bei *Amia* noch bei *Lepidosteus* ist mir das gelungen, wohl wegen der weniger differenzierten Faserverhältnisse, aber die Sicherheit, mit der ich diese Verbindung bei den Knochenfischen gesehen habe, macht es mir mehr als wahrscheinlich, daß sie auch bei diesen Objekten nicht fehlt. Der Teil, welcher sich weiter caudalwärts verfolgen läßt, befindet sich in einer medio-ventralen Lage, die am Anfange des Cervicalmarkes den Vorderhirn-Grundbündeln entspricht.

Auch die Ergebnisse *Johnstons* an Golgipräparaten von *Acipenser* sprechen für die gemischte Natur des tecto-bulbären Systemes. Doch müssen diese Sachen erst noch durch Experimente sichergestellt werden. Leider ist unsere Kenntnis dieser Bahn auch bei den Säugern noch zu unsicher, daß es wünschenswert sein würde, Homologien zu nennen.

Von den Systemen, welche die Oblongata gemeinsam mit dem Mittelhirne besitzt, muß ich zuletzt noch den **Fasciculus longitudinalis dorsalis** besprechen, der in der Oblongata sehr verschiedene Zuzüge empfängt. Diese Zuzüge sind folgende: Manche motorische Nerven entstehen,

teilweise ungekreuzt, teilweise gekreuzt. Bei dem Trigeminiis dürfte der gekreuzte Teil annähernd die Hälfte der gesamten motorischen Wurzel sein und auch beim Vagus und Glossopharyngeus ist er ziemlich groß (für II und VII siehe unten). Diese kreuzenden Fasern treten alle in dem dorsalen Längsbündel auf der anderen Seite über. Die meisten ziehen nicht direkt quer hindurch, sondern verlaufen eine Strecke weit darin in Längsrichtung, wie leicht dadurch bewiesen werden kann, daß man ein direktes Übertreten durch die Raphe in „einem“ Schnitt fast nie beobachtet. Doch ist die Vergrößerung, die das Areal dieses Bündels dadurch erfährt, nicht sehr bedeutend und läßt sich nur an gewissen Stellen gelten.

Folgende Fasern bilden einen wirklichen Zusatz:

1. Fasern, die die einzelnen motorischen Kerne mit einander verbinden. Ich kann dergleichen Fasern bei meiner Untersuchungsmethode nicht anatomisch nachweisen, aber das Zusammenarbeiten von vielen motorischen Nerven läßt mit großer Sicherheit darauf schließen. Es sind dies die **Koordinationsfasern** des hinteren Längsbündels, wovon unten bei der Beschreibung des Abducens weiter die Rede sein wird. Neben diesen Fasern sind solche zu erwähnen, welche aus den großen multipolaren Zellen stammen, die direkt seitlich vom dorsalen Längsbündel liegen und den Müllerschen Fasern der Cyclostomen entsprechen. Ihre Zahl ist nicht so gering. Einen Zuzug von großer Wichtigkeit empfängt das hintere Längsbündel aber aus dem Kleinhirn und dem ihm verwandten Gebiet, dem Lobus staticus.

2. Das descendente System des Cerebellums ist bei den Fischen im allgemeinen deutlich entwickelt und hat für den Körper eine große Bedeutung, weil es den Impulsen, die von verschiedenen Seiten, hauptsächlich von dem Gleichgewichtszentrum, zu ihm kommen, einen nützlichen Ausweg gibt zu motorischen Zentren, die direkt oder indirekt für die Erhaltung oder Wiederherstellung des Gleichgewichtes oder für andere verwandte Funktionen von größter Bedeutung sind. Funktionell gehören die tegmentalen Bahnen, n. l. der Bindearm auch zu diesem System und im Verband damit ist es auch begreiflich, daß von einigen Autoren (Wallenberg, Cramer) Zuzüge aus dem Bindearm zum hinteren Längsbündel beschrieben wurden für die Säuger, neben Fasern, die mehr dorsal verlaufend, sich dem Längsbündel direkt anschließen (Cramer). Doch ist bis jetzt bei den höheren Vertebraten nur dieser vordere Abschnitt des descendenten Cerebellarsystems zum hinteren Längsbündel beschrieben. Namentlich bei den Fischen ist es bis jetzt deutlich, daß sich ihm caudal eine größere Zahl von Fasern anschließt, welche auch im Areal des Längsbündels nach hinten laufen. Das gesamte System habe ich schon früher **Tractus cerebello-motorius** genannt.

Er entsteht im Corpus cerebelli, ziemlich nahe der Mittellinie, wie mir scheint aus den Purkinjezellen, tritt dann senkrecht nach unten, an der kleinen Spalte entlang, die in das Corpus cerebelli von unten aus eingeht und bildet also die medialsten Fasern des Cerebellums. In ihrem Verlauf nach unten liegen sie direkt an der lateralen Ecke des Sinus rhomboidalis, biegen dann, unter den Boden des vierten Ventrikels gekommen, gleich wieder medialwärts um und treten in das dorsale Längsbündel ein, das durch diesen Zutritt bedeutend vergrößert wird (Taf. 18, Fig. 16). Die Stelle, wo die ersten Fasern dieses Systems das hintere Längsbündel erreichen, ist bei den verschiedenen Fischen different. Bei den Teleostiern treten die Fasern in verschiedenen Bündelchen ins hintere Längsbündel, die vordersten etwas frontal vom Trigeminiis. Bei den Haien und Holocephalen findet der Eintritt sowohl des cerebellaren als des vestibularen Abschnittes etwas hinter der Region des N. facialis statt, während bei *Amia* und *Lepidosteus* die Fasern der beiden Systeme ebenfalls zusammen

in das Längsbündel ziehen, wobei also die cerebellaren Fasern, da sie sich den vestibularen anschließen, an der medialen Seite des Endgebietes des N. octavus entlang ziehen (Taf. 18, Fig. 15).

3. Der **Tractus vestibulo-motorius**, der im ganzen Lobus staticus entspringt, aus großen Zellen des Purkinjetypus unter der Crista cerebellaris, begibt sich ebenfalls direkt medialwärts. Die Fasern aus den hinteren Teilen des statischen Gebietes nehmen dabei immer einen Platz ein unterhalb den Fasern aus dem vorderen vestibulären Gebiet und diese liegen wieder unter denjenigen des Cerebellums. Ebenso verhalten sich die Bogenfasern, welche sich zusammensetzen und im hinteren Teil der Oblongata mehr an der Außenseite liegen (Taf. 18, Fig. 15).

Es sei hier noch mitgeteilt, daß das cerebellare System bei den Telcostiern etwas später sein Mark bekommt als das vestibulare, wie frühere Untersuchungen an einem jungen Telcostier (*Lophius piscatorius*) mich lehrten.

Es ist dies offenbar in Übereinstimmung mit der Phylogenese (und Ontogenese?) des hinteren Cerebellumabschnittes aus dem Vestibulargebiet. Im übrigen verhalten sich beide Systeme völlig gleich im Verlaufe und Faserart und spricht alles dafür, daß wir hier zu tun haben mit einem einheitlichen System. Bei den Fischen wurde der cerebellare Teil außer von mir von Banchi gesehen, der es mittels Marchi-Degeneration darstellen konnte, seine Kreuzung in oder unterhalb des Fasciculus longitudinalis posterior fand und die Fasern innerhalb dieses Areals eine Strecke weit verfolgen konnte. Vielleicht wäre auch ein Teil von Bethes Versuchen (Durchschneidung der Oblongata in der Mittellinie, gefolgt durch größere Gleichgewichtsstörungen) in dieser Weise zu erklären.

Daß alle Fasern dieser Systeme kreuzen, wie ich früher angegeben habe, kann ich nicht beweisen. Wenn auch eine Anzahl wohl über die Raphe tritt, so darf ich einen ungekreuzten Verlauf doch auch nicht ausschließen. Weitaus die Mehrzahl der Fasern zieht nach hinten, wie daraus hervorgeht, daß die große Anschwellung, die das dorsale Längsbündel durch ihren Zutritt erfährt, sich weit caudalwärts, nicht frontalwärts, verfolgen läßt. Im caudalen Teil des Bulbus ist dann das Vorderhirnareal zu einem bedeutenden Umfang angewachsen, so daß man schwerlich mehr nur von einem Fasciculus longitudinalis dorsalis sprechen kann und besser von einem Vorderstranggrundbündel spricht, der auch das hintere Längsbündel in sich schließt. Ihre Fasern enden wohl in den Vordersäulen des Rückenmarks. Auch bei *Petromyzon* ist der Vestibularisteil anwesend.

Ich habe versucht, den cerebellaren Teil bei den Amphibien wiederzufinden, was mir bis jetzt leider nicht gelungen ist für das dort minimal entwickelte Kleinhirn. Wohl besteht hier der vestibuläre Teil und scheint überhaupt das bei diesen Tieren sehr kleine hintere Längsbündel, was seinen caudal im Bulbus gelegenen Teil anbelangt, hauptsächlich aus diesen Fasern hervorzugehen.

Bei den Reptilien ist das cerebellare System von Köppen und Banchi, das vestibulare von Cajal erwähnt.

Das letzte ist bekanntlich von Wallenberg auch bei den Vögeln beschrieben. Bei den Säugern fanden Biedl und Marchi neben den schon allgemein anerkannten Fasern aus dem Deiterskern (Pars vestibularis), daß descendente Cerebellar-Fasern sich dort dem dorsalen Längsbündel anschließen, wie später von Thomas und von Banchi bestätigt wurde.

Die sensiblen Kleinhirnbahnen liegen in der Oblongata hauptsächlich in dem lateralen Teile. Von hinten steigen zwei Bündel in das Cerebellum empor: 1. der **Tractus spino-cerebellaris-ventralis**, 2. der **Tractus nucleo-cerebellaris-dorsalis**.

Der erstere liegt bei *Amia* und *Lepidosteus*, wie bei allen Fischen, basal in der Oblongata und zieht, nachdem er medial von der Octavuswurzel entlang getreten ist, direkt frontal von dieser, teilweise noch durch ihn, nach oben ins Kleinhirn, wo er den lateralen Teil der hinteren Kleinhirnarne ausmacht (Taf. 18, Fig. 14).

Ob das bei den Fischen so konstante Bündel ein Homologon bei den Vertebraten hat, kann ich nicht sagen. Seine Lage ist so konstant und so typisch, daß es kaum zu verkennen wäre. Ich habe ihm diesen Namen gegeben, weil ich es nicht für unmöglich halte, daß es dem Bündel desselben Namens bei den Säugern entspricht, doch ist dies ohne Degenerationsversuche nicht sicher zu sagen. Caudalwärts konnte ich es bis ins hintere Vagusgebiet an der Basis des Bulbus verfolgen. Mehr

Sicherheit haben wir in dieser Beziehung bezüglich der dorsalen Bahn: Edingers **Tractus nucleocerebellaris**, welche die sensiblen Endkerne des Vestibularis, der N. N. laterales, vermutlich auch des Trigeminus und die Zellregionen der Hinterstränge verbindet mit dem Cerebellum, also eine sekundäre sensible Bahn darstellt (Taf. 18, Fig. 15).

Dieses System nimmt das äußere dorsale sensible Feld der Oblongata ein und wurde auch von Bela Haller ausführlich beschrieben. Die Mehrzahl der Fasern stammt zweifellos aus dem frontalen und caudalen aesthetischen Felde, doch dürfte in der Nähe der letzteren auch Verbindungen aus dem Nucleus Rolandi und dem Kerne der Hinterstränge aufnehmen.

Ich muß neben diesen indirekten sensiblen Fasern noch Wurzelfasern des N. vestibularis erwähnen, welche sich dem Tractus nucleocerebellaris anschließen (Edinger). Das dorsale System ist bei *Lepidosteus* mächtiger entwickelt als bei *Amia* und kreuzt dort direkt beim Eintritt in das Cerebellum, an dessen unterer, hinterer Seite (siehe weiteres beim Kleinhirn). Ob von anderen sensiblen Nerven des Bulbus direkte Fasern ins Kleinhirn gehen, ist nicht mit Sicherheit bekannt (Trigeminus?). Es sei hier bemerkt, daß Thomas bei den Säugern den Tractus cerebello-vestibularis descendens, nicht ascendens fand. Johnston dagegen beschreibt es wie Edinger bei den Fischen als ascendens. Vorläufig scheint mir das bezüglich des hier gemeinten Bündels auch wahrscheinlicher, denn Banchi sah es nach Kleinhirnverletzungen nicht degenerieren.

Das Gebiet, wo diese beiden letzten Tractus und die direkten Vestibularisfasern im Kleinhirn enden, bildet der Hauptsache nach den hinteren Abschnitt desselben, und zwar scheinen die Fasern sich speziell im Stratum granulosum der Unterlippe (*Lepidosteus*) zu verlieren (Pars staticus cerebelli), welche als Vorstufe des Bechterewsehen Kernes, vielleicht auch des Daehkernes der höheren Vertebraten zu betrachten wäre. Ich werde aber in einem aparten Abschnitt das Kleinhirn näher besprechen.

Nervenkerne des Bulbus und ihre Verbindungen.

Der **Nervus trigeminus** tritt in den lateralen Oblongatarand ein zwischen die lateralen, ungekreuzten, teeto-bulbären Fasern (unten) und die Fibrae ascendentes N. vestibularis et N. N. lateralis (oben). Seine oberen motorischen Fasern wenden sich dorso-medial in der Richtung des Fasciculus longitudinalis lateralis, durchbrechen diesen teilweise und treten dann zu dem motorischen Trigeminuskern, der ziemlich nahe dem Ventrikel liegt, ungefähr auf demselben Niveau als der Wurzeleintritt, in frontaler und caudaler Richtung verlängert. Der größte Teil der Fasern endet hier, ein kleinerer Teil tritt zur dorsalen Medianlinie und kreuzt innerhalb des Fasciculus longitudinalis posterior, oder legt sich diesem wenigstens an.

Ein anderer Teil der motorischen V (Taf. 18, Fig. 15) der vordere obere Abschnitt derselben, schlägt bald nach Eintritt einen frontalwärtigen Weg ein und begibt sich an den Außenrand des Ventrikels zum Mittelhirn, wo er, wie oben angegeben wurde, im frontalen Mittelhirndaeh entsteht. (Vergl. auch Johnston, An. Anz., Bd. 27.)

Die sensiblen Fasern des Quintus steigen größtenteils im Tractus descendens N. quinti hinab, der sich wie eine halbmondförmige Kappe auf eine lange Säule grauer Substanz legt, deren frontales Ende als Nucleus sensibilis N. V bezeichnet werden kann. Eine mehr erhebliche Anschwellung der grauen Substanz ist aber sowohl bei *Amia* als auch bei *Lepidosteus* kaum nachweisbar.

An der Unterseite durch den Tractus teeto-bulbaris und spinalis reetus begrenzt, stets ventral von den eintretenden resp. austretenden Wurzelfasern der Oblongatanerven zieht das Bündel in ganz peripherer Lage caudalwärts (vergl. Taf. 18, Fig. 16).

Bei der Verkleinerung, die das Gebiet der descendenten Acusticusfasern mehr caudalwärts zeigt, kommt die absteigende Wurzel allmählich in ein höheres Niveau zu liegen und wo schließlich das Areal des Octavus descendens mit dem Nucleus Rolandi verschmilzt, tritt der Quintus in diesen letzten Kern ein, der bei *Amia* nicht den enormen dorsalen Vorsprung bildet, als bei vielen Teleostiern der Fall ist. Nicht aber alle seine Fasern enden hier; der untere, ungefähr dritte Teil steigt zwischen die Funiculi posteriores des Cervikalmarkes hinab (Radix spinalis N.V). Vom frontalen Pol des sensiblen Quintus läßt sich ein Bündel in den unteren Teil des Cerebellums (Rindenknoten) verfolgen. Es wurde öfters als aufsteigende sensible V.-Wurzel betrachtet, hat aber im Wesentlichen mit der Wurzel dieses Nerven nichts zu tun. Ich werde darüber später ausführlicher sein, hier sei nur gesagt, daß die sensible aufsteigende Wurzel des Quintus sich meines Erachtens hauptsächlich in dem Endgebiet des Vestibularis und nur für einen geringeren Teil im Kleinhirn erschöpft.

Von sekundären Verbindungen des Trigemini ist nur sein Anteil an den bulbo-thalamischen Fasern zu erwähnen: die Trigemini schleife, welche als mittlere Bogenfasern aus der ganzen sensiblen Kernsäule in das Areal des Tractus bulbo-thalamicus einzutreten scheinen (Taf. 18, Fig. 15).

Nach Wallenberg soll ein Teil dieser (gekreuzten) Trigemini schleife auch im Torus semicircularis enden, im Anschluß an den Fasciculus longitudinalis lateralis. Es scheint mir aber mehr wahrscheinlich, daß sie bei *Amia* direkt unter dem Torus ihr Endgebiet haben.¹

Was den motorischen Kern anbelangt, muß erwähnt werden, daß die Dentriten seiner Zellen tief in die Substantia reticularis hineinragen.

Der Kern des **Nervus abducens** liegt bei den Knochenganoiden, wie bei den meisten Fischen, viel ventraler als bei den höheren Tieren. Bei *Lepidosteus*, dessen koordinatorisches System, wohl im Verband mit seinem etwas größeren Kleinhirn, stärker entwickelt als bei *Amia*, ist der Kern diesem Bündel vielleicht etwas näher gerückt. Die mehr ventrale Lage dieser motorischen Kerne bei den niederen Vertebraten stimmt überein mit der ventralen Lage der motorischen Zellen in den Vorderhörnern des Rückenmarks, zu dessen System von somatisch motorischen Zellen auch der genannte Kern gehört.

Im Zusammenhang hiermit ist auch das Vorkommen eines kleinen ventralen Abducenskernes bei Säugern und auch beim Hühnchen unter dem größeren dorsalen Kern dieses Nerven phylogenetisch vielleicht zu erklären (sog. Kern von van Gehuchten).

Es ist mir nicht gelungen, mit Sicherheit kreuzende Wurzelfasern zu konstatieren, obschon zweifelsohne Fasern aus dem unteren Teil des dorsalen Längsbündels in den Abducenskern treten. Es ist immerhin möglich, daß es kreuzende Wurzelfasern sind, doch muß ich sagen, daß ich eher dazu geneigt bin sie zu betrachten als ein Koordinationsbündel des Abducenskernes mit dem Oculomotorius und Trochleariskernen.

¹ Von Wallenberg, der diesen Teil beim Kaninchen degenerativ darstellte, wurde neben diesen Fasern noch eine andere sekundäre Bahn aus dem sensiblen (frontalen) Endkern des Quintus dargestellt, der, in dorsaler Lage die Oblongata durchquerend, unter und in dem Fasciculus longitudinalis posterior kreuzt und sich dann teilweise in den motorischen Kern der anderen Seite begibt, teilweise nach oben steigt und in den cerebralen V.-Kern, den Kernen des III. und IV. und die Substantia reticularis endet. Ich zweifle gar nicht, daß diese Verbindung, die für den frontalen Trigemini kern auch auf derselben Seite nachgewiesen wurde, bei den Fischen mit ihrer großen Trigemini-Ausbildung auch vorhanden ist, denn sie gehört ja zu den fundamentalsten Bahnen des Gehirnes und ist wohl denjenigen Fasern des Rückenmarkshinterhornes analog zu stellen, welche aus den „Cellules heteromères“ und „Cellules hétéromères“ v. Gehuchten teilweise zu den vorderen Grundsträngen der anderen Seite ziehen, teilweise zu dem contralateralen Vorderhorn zu verfolgen sind.

Die Frage, welche ich hierbei berühre, ist bekanntlich von größter Bedeutung für die Erklärung der gemeinschaftlichen Wirkung der Augenmuskelnerven, doch darf ich hier nicht weiter darauf eingehen, weil sie doch nur auf experimentellem oder pathologischem Wege zu lösen ist.

Was die sonstigen sekundären Verbindungen des Abducenskernes anbelangt, so kann ich weder bei *Amia* noch bei *Lepidosteus* wegen den mehr diffusen Faserverhältnissen der Oblongata ein Bündel aus dem ungekreuzten Tractus tecto-bulbaris nachweisen, was bei großen Teleostern leicht möglich war.

Sehr ausgiebig in seinen Verbindungen und Ausbreitung ist das System des sog. Acustico-facialis und der N. N. laterales, wovon ich den siebenten Nerv, der Reihenfolge nach, zuerst bespreche. Die motorischen Fasern des **Nervus facialis** zeigen zweierlei Verlauf, wie ich das auch schon für die Teleostier und Selachier beschrieben habe. Der größte Teil läßt sich in medio-dorsaler Richtung verfolgen und steigt direkt unter den Nervus Wrisbergi empor, bis nahe den Boden des vierten Ventrikels. An dieser Stelle angekommen, laufen die Fasern eine kurze Strecke nach hinten und liegen dann seitlich vom hinteren Längsbündel sehr wenig nach unten, viel weniger tief als bei den höheren Vertebraten, denn der motorische Facialiskern liegt hier in einem viel höheren Niveau als bei den Säugern und erstreckt sich als längere Zellsäule, die dicht hinter dem Eintritt des Nerven anfängt, hinterwärts, auf relativ geringer Entfernung vom Ventrikel, so daß von einer schleifenförmigen Umfassung des Abducenskernes durch Wurzelfasern des VII. keine Rede ist.

Ein Teil der motorischen Facialisfasern kreuzt über die Mittellinie. Er bildet den caudalsten Abschnitt derselben.

Hiermit ist aber nicht die ganze motorische Wurzel erledigt, ein nicht geringer Teil hat einen ganz anderen Verlauf. Von dem erwähnten Kern (s. Taf. 18, Fig. 16), der sich also etwas caudalwärts vom Facialantritt befindet, begeben sich auch Fasern nach unten und zwar etwas lateralwärts, so daß sie sich dem Tractus descendens nervi quinti medio-ventral anlegen. Hiermit zusammenlaufend begeben sie sich frontalwärts, um dann in der Nähe des Wurzelaustrittes plötzlich lateralwärts und nach unten zu biegen und mit den übrigen Wurzelfasern auszutreten. Dieser Verlauf ist konstant bei allen Fischen die ich bis jetzt untersuchte. Etwas dergleichen wurde auch von B. Haller und Kingsbury gesehen, denen aber die Herkunft dieser Fasern aus dem Facialkern entging. Vielleicht sah Johnston es bei *Acipenser*, da er, nachdem er die gekniete Wurzel des Facialis beschrieben hat, sagt: "Some of the fibres pass directly from their cells of origin out in the root."

Interessant ist (Johnston, Schilling) das Verhalten bei *Petromyzon*. Hier kommt keine wirkliche gekniete Facialiswurzel vor, aber doch tritt die motorische Wurzel dieses Nerven schon in zwei Teilen aus, wovon einer **über** dem Tractus descendens N. V, der andere **unter** diesem auswärts zieht. Für die Säuger finde ich bei keinem Autor einen derartigen Verlauf deutlich erwähnt, nur vermeldet Edinger (S. 178, 7. Auflage): „dem Stamme des Facialis schließen sich Fäserchen aus der aufsteigenden Trigeminuswurzel an“, ohne aber die genaue Herkunft dieser Fasern näher zu erörtern.

Nach dem, was ich aus den klaren Verhältnissen bei den Fischen gelernt habe, scheint es mir wahrscheinlich, daß die Fasern, welche hiermit gemeint sind, aus dem Kern der geknieten Facialiswurzel kommen, die dort fast direkt medial vom Tractus descendens nervi quinti liegt. Ein Zutritt von "general cutaneous fibres" (Kingsbury) zum sensiblen VII aus dem Tractus descendens N. V scheint mir doch auch bei *Amia* unwahrscheinlich.

Die sensible Facialiswurzel entstammt bekanntlich der **Pars intermedia Wrisbergi** dieses Nerven. Sie tritt gleich oberhalb der motorischen Wurzel ein und begibt sich in dieser Lage zum

Boden des vierten Ventrikels. Innerhalb der sensiblen Fasern habe ich keine motorischen finden können. Ein kleinzelliger Teil des motorischen Facialiskernes schließt sich aber dem sensiblen Kern ziemlich dicht an. Es ist möglich, daß er dem Nucleus intermedius N. VII von Herrick (Cyprinoiden) entspricht, woraus nach ihm die caudale Reflexbahn dort entsteht. Daneben dürfte aber ein Teil dieser Zellen als motorischen Kern zu betrachten sein. Wir werden weiter unten beim Vagus dieselbe Einteilung des motorischen Gebietes in einen größeren etwas mehr ventro-medialen und einen kleineren und mehr kleinzelligen latero-dorsalen Kern zurückfinden.

Es scheint mir nicht unmöglich, daß, direkt an der sensiblen Wurzel anschließend, innerhalb der oberen motorischen Wurzel motorische Nervenfasern verlaufen, die später die Kohnstamm'schen salivatorischen Fasern (Kaninchen) darstellen.

Die Wrisbergsche Wurzel zieht weit nach hinten, stets in derselben subventrikulären Lage bleibend, und endet in dem vorderen Teile des sensiblen Glossopharyngeo-Vagus-Kernes. Wie bekannt, besteht bei den Fischen keine Zunge, der sensible Facialis innerviert dort aber ein Gebiet, woraus sich nach den Untersuchungen von Green, Herrick, Cole u. a. unter anderem später die Zunge entwickelt, und kann man ruhig sagen, daß die Verhältnisse, so wie sie sich bei den Fischen finden, dafür sprechen, daß die Zunge der höheren Vertebraten außerhalb vom Glossopharyngeus von dem sensiblen Facialis innerviert wird, was den Geschmackssinn anbelangt. Der vordere Teil des Vago-Glossopharyngeo-Kernes würde dann den Geschmackskern bilden.

Die Verbindung dieses Endkernes mit dem Rindenknoten und ihre caudale Verbindung werde ich bei dem N. glossopharyngeus und vagus beschreiben.

Andere sekundäre Verbindungen der sensiblen oder motorischen Facialiskerne konnte ich nicht nachweisen, nur sei erwähnt, daß, wie beim V, auch die Dentriten der motorischen VII-Zellen tief nach unten hervorragen (cfr. van Gchuchten, Teleostier).

Der **Nervus octavus** (Taf. 18, Fig. 16) tritt gleichzeitig unter und zusammen mit dem Nervus lateralis anterior in das äußere sensible Feld der Oblongata ein, so daß sein Eintrittsgebiet nach unten abgegrenzt wird durch den Tractus descendens nervi quinti, während es oben bedeckt wird durch die Crista cerebellaris, eine Fortsetzung der Molecular-, teilweise auch der Purkinjeschicht des Kleinhirns. Eine beträchtliche Zahl der Fasern splittert sich kurz nach dem Eintritt in dem dorsalen Teil des Lobus staticus, teilweise auch noch innerhalb der Crista cerebellaris auf, welcher Teil als der eigentliche Vestibulariskern zu betrachten ist und somit dem „**dorsalen Kern**“ der höheren Vertebraten homolog sein dürfte.

Nicht nur in diesem Kern aber endigen die Vestibularisfasern, manche derselben ziehen frontal in das Cerebellum hinein und wären als Bechterew'sche Fasern zu betrachten, während ein noch größerer Teil die **Radix descendens** N. VIII bildet, die bei allen Fischen sehr deutlich ausgesprochen ist und sich mit der sie begleitenden Crista cerebellaris weit caudalwärts verfolgen läßt. In der Nähe des Nucleus Rolandi bilden ihre Fasern mit den descendenten V-Fasern ein dorsales System, das in den Dorsalstrang des Rückenmarks sich fortsetzt. Dieses sich caudalwärts erstreckende Octavusgebiet wird medialwärts von dem Tractus descendens N. V geschieden durch die austretenden Vagus- und Glossopharyngeuswurzeln. Wo aber der Vagusaustritt aufhört, schließt der Tractus descendens N. V sich den genannten Fasern näher an und bilden beide im Anfang des Cervicalmarks das oben erwähnte System. Die caudalsten Fasern des Octavus enden in den sog. Nucleus spinalis VIII.

Eine caudale Fortsetzung des Vestibulariskernes medial vom Vaguskerne im Sinne des Nucleus intercalatus (Staderini) läßt sich nicht sicherstellen (s. u.). Jedenfalls bleiben die descendente Octavusfasern alle lateral vom Vagusgebiet. Es scheint mir zweifelhaft, ob dieser Kern der höheren Vertebraten, der bekanntlich frontal in den dreieckigen Octavuskern übergeht, wirklich zum Octavus-Gebiet gehört. Die vorliegenden Degenerations-Präparate scheinen nicht dafür zu sprechen und angesichts der ziemlich scharfen Trennung der viscer- und somato-sensiblen Zonen ist es ebenfalls wenig wahrscheinlich. Eben mit Hinsicht darauf wäre es der Mühe wert, seine Natur festzustellen.

Wir finden somit die Vestibularis-Endgebiete der höheren Tiere hier wieder: den Nucleus dorsalis, Nl. VIII descendens und die Cerebellarkerne. Wenn auch eine Verteilung der cerebellaren Connectionen in eine für den Bechterewschen und eine (collaterale) für den Deitersschen nicht zu machen ist, so ist es doch sehr wahrscheinlich, daß die Purkinjezellen der Crista cerebellaris die Funktionen des Deiterskernes haben (s. u.), während ein Teil der Pars statica des Cerebellums die undifferenzierte Vorstufe des Bechterewschen und des Dachkernes sein könnte.

Außer diesen dorsalen Endgebieten des Vestibularis sind einige große, ventral gelegene Zellen zu erwähnen, die lateral nahe dem Tractus descendens N. V liegen in dem Niveau des Nerveneintritts. Bei allen bisher von mir untersuchten Fischen sind sie deutlich vorhanden und es scheint mir wahrscheinlich, daß sie dem **ventralen Octavuskern** der höheren Vertebraten entsprechen, welcher bekanntlich dem Nervus acusticus als Endkern dient. Dieser Befund wird physiologisch bestätigt durch die von Parker schon wahrscheinlich gemachte, neuerdings von Dr. Piper gesicherte Tatsache, daß die Fische mittels Teilen ihres Labyrinthes (Lagena, sacculus) Gehöreindrücke empfangen können.

Wenn es nachgewiesen werden könnte, daß die genannten Zellen die Fasern aus der hinteren Ampulla und dem Sacculus empfangen, würden diese Wurzelfasern dem Ramus medius N. acustici (Schwalbe) entsprechen dürfen. Jedenfalls darf es als eine wertvolle Errungenschaft der Forschungen der letzten Jahre betrachtet werden, daß also anatomisch und physiologisch das in einfachster Entwicklung Vorhandensein dieser Funktionen bei den niedersten Vertebraten bewiesen ist.

Auch in den sekundären Verbindungen des N. octavus der Fische findet man eine große Übereinstimmung mit den der höheren Vertebraten, wie schon oben kurz erwähnt wurde. Die sekundären Bahnen des N. VIII sind folgende: 1. eine Verbindung mit dem Cerebellum, 2. der Fasciculus longitudinalis lateralis, 3. Tractus vestibulo-motorius, wozu die Mauthnerschen Fasern auch gerechnet werden müssen, und 4. eine ziemlich große Anzahl äußerer Bogenfasern.

Lateral vom Vestibulariskern und über ihn weg steigen die Fasern des Tractus nucleocerebellaris nach oben in das Kleinhirn. Ich habe schon zuvor erwähnt, daß mit diesem Bündel, das zum großen Teil gebildet wird von Fasern, die aus dem Lobus staticus in das Kleinhirn ziehen, auch die direkten cerebellaren Fasern nach oben steigen, welche die Kleinhirnwurzel des Vestibularis bilden. Sie verlieren sich im hinteren Teile des Kleinhirnes.

Der **Fasciculus longitudinalis lateralis**, oder Tractus vestibulo-mesencephalicus-cruciatum, welcher sich sammelt im dorsalen Octavuskern und ein Teil der Fibrae arcuatae internae bildet, wurde im Anfang dieses Kapitels schon beschrieben, so daß ich mit seiner Erwähnung hier auskommen kann. Dieses Bündel ist konstant bei allen Tieren, gehört zu den fundamentalsten Fasern des Gehirnes und tritt z. B. bei den Fischen auffallend deutlich hervor, was vielleicht darin seine Ursache hat, daß es auch sekundäre Fasern aus dem Kern der N. N. laterales erhalten dürfte.

Auch was den Tractus vestibulo-motorius anbelangt, sei auf die schon gegebene Beschreibung hingewiesen; es sei nur gesagt, daß, während das zuletzt genannte frontalwärts verlaufende Bündel fast nur aus dem frontalen Vestibulariskern entsteht, der caudalwärts verlaufende Teil dieses Systems

auch aus dem hinteren Teil des Lobus staticus noch viele Fasern aufnimmt und am Anfang des Cervikalmarks den größten Teil der Vorderstranggrundbündel bildet (s. Taf. 18, Fig. 18). Die dicken Müllerschen Fasern, welche in der Region des Octavus ziemlich zahlreich sind, bilden wohl auch eine absteigende Bahn aus diesem Gebiet. Wenn auch ihre Innervation nicht direkt vom Octavus stattfindet, so ist es bei der Größe ihrer Dendriten doch sehr wahrscheinlich, daß sie indirekt davon (und von anderen Systemen) beeinflußt werden. Einige Autoren sind geneigt, ihnen eine Bedeutung für die Schwanzmuskulatur zuzumessen. Ihr Verlauf im Bulbus ist ungekreuzt. Bei den Selachiern scheinen sie representiert zu werden durch die sog. Fasciculi mediani (Stieda), welche ungefähr fünf bis zehn Fasern enthalten und denselben Ursprung und Verlauf haben.

Schließlich sei ein Bündelchen erwähnt, das von Wallenberg entdeckt wurde und das phylogenetisch von größter Bedeutung ist; es sind **descendente Fasern aus dem ventralen Kern**, welche von dem genannten Autor bis in das Rückenmark hinein verfolgt worden sind und wohl in motorischen Zentren den primitiven Hörreflex auslösen dürften.

Zuletzt müssen äußere Bogenfasern dieses Gebietes als sekundäre Bahnen betrachtet werden. Ein Teil davon (der größte) dürfte gekreuzt in dem Schleifenareal übergehen (s. Tractus bulbo-thalamici), ein anderer Teil aber verliert sich in die graue Substanz, welche sich im Niveau des Octavus in der Basis der Oblongata findet und wovon schon die Rede war bei der Besprechung der tecto-bulbären Fasern.

Dort ist erwähnt, daß ein sehr beträchtlicher Teil der gekreuzten und ungekreuzten tectalen Fasern in dieser Gegend endet und daß wir die völlige Bedeutung dieses Endgebietes, welches überwiegend motorisch (Tegmentum) ist, nicht genau wissen; andererseits ist es aber bekannt, daß bei den höheren Vertebraten an dieser Stelle die obere Olive liegt, welche wieder mittels Trapezfasern mit dem Cochleariskern (Tuberculum acusticum und Nucleus ventralis) in Verbindung steht und ihrerseits eine Bahn zum Tectum sendet, die dort und namentlich in den hinteren Vierhügeln ungekreuzt endet (vergl. Edinger l. c. S. 169). Wo die Verhältnisse so liegen, scheint es mir nicht unmöglich zu sein, daß wir es bei diesen Fibrae arcuatae externae mit einem analogen (nicht homologen) Gebilde wie die Trapezfasern zu tun haben und die diffuse graue Masse auch ein Gebiet enthält, verwandt an der oberen Olive und an denjenigen Zellen, welche zwischen den Trapezfasern gefunden werden (**Nucleus trapezoides**: Kölliker). Zwar ist die Gehörfunktion bei den Fischen nur in sehr geringem Grade entwickelt, doch kann gerade so gut wie wir in den wenigen ventralen Zellen einen Anfang des Nucleus ventralis N. cochlearis zu sehen haben, auch ein Teil des dorsalen Kernes die Wiege des wirklichen Tuberculum acusticum der Säuger sein, mit dessen Lage es völlig übereinstimmt. Ich kann mich somit dem Ausspruche C. J. Herricks: "With the development of a cochlea in the mammals arises an entirely new set of connections in the oblongata" nicht völlig anschließen.

Daß mit der Entwicklung der Schnecke (nahe der Papilla lagenae) auch ein neuer Nerv entsteht mit ganz neuen zentralen Verbindungen, glaube ich nicht und so hat Herrick es auch wohl nicht gemeint, vielmehr gelangt ein Teil der bestehenden Nerven und Verbindungen zu größerer Entwicklung, wie auch von Holmes in seiner eingehenden Arbeit über die Phylogenese des N. acusticus konstatiert wird. Wenn der letztgenannte Autor auch angibt, daß die Fibrae arcuatae der Amphibien alle ohne Unterbrechung, nicht indirekt mittels einer oberen Olive in das aufsteigende Bündel übergehen, was bei den außerordentlich primitiven Verhältnissen dieser Tiere wohl auch der Fall sein

kann, seine Conclusion: "The central (dorsale) cochlear nuclei must have been derived from the original tuberculum acusticum of fishes" stimmt völlig mit der hier gegebenen Anschauung überein.

Die nahe Verwandtschaft der **N. N. laterales** zum achten Nerven ist sowohl von Untersuchern des peripheren als von solchen des zentralen Nervensystems öfters betont worden. Für eine ausführliche Angabe der Untersuchungen Anderer verweise ich noch auf meine Arbeit in dem "Journal of Comparative Neurology" (1906). Hier will ich nur soviel sagen, als es die Verhältnisse bei *Amia* und *Lepidosteus* erfordern.

Der **Nervus lateralis anterior**, früher auch wohl obere, gekniete Trigeminiwurzel oder sensible Facialiiswurzel genannt, tritt direkt oberhalb des N. VIII ein, so daß sein Endgebiet mit demjenigen des Octavus zusammenfällt. Auch seine Wurzelfasern verteilen sich in einen längeren descendenten und einen kürzeren frontalen Ast. Der erste fügt sich dem Tractus descendens VIII an, während der zweite in sehr nahe Beziehung zur Crista cerebellaris und dem Cerebellum tritt. Es ist selbstverständlich, daß es nicht möglich ist, bei den Knochenganoiden und Teleostiern, wo dieser Lateraliskern völlig zusammenfällt mit dem Vestibulariskern (sie bilden zusammen das Tuberculum acusticum) eine genaue Trennung der sekundären Bahnen auf rein anatomischem Wege vorzunehmen. Das, was davon zu erforschen ist, gibt aber genügenden Grund um anzunehmen, daß der vordere laterale Nerv gleichartige Verbindungen besitzt wie der Octavus.

Der **Nervus lateralis posterior**, früher auch wohl Nervus lateralis vagi genannt, tritt mit dem N. glossopharyngeus ein, doch endet erst nach langem intramedullarem Verlauf nahe dem Octavuskern. Eine getrennte Angabe seiner sekundären Bahnen ist mir ebenfalls unmöglich, wahrscheinlich aber sind sie im Prinzip denjenigen des vorderen Lateralnerven gleich. Bekanntlich innerviert der vordere Nerv die Seitenkanäle des Kopfes, der hintere die Medianlinie des Körpers. Die Sinnesorgane, zu welchen sie in Beziehung treten, sind in letzter Zeit manchmal das Objekt von Nachforschung gewesen, sowohl in anatomischer als in physiologischer Hinsicht. Völlige Sicherheit über die Funktion hat man noch nicht bekommen; einige Autoren haben gemeint, daß sie mit der Empfindung des Gleichgewichts zu tun haben. Die in letzter Zeit vorherrschende Ansicht ist aber, daß sie der Empfindung des Wasserdrucks dienen. Doch muß die nahe zentrale Verwandtschaft zu dem Equilibriumsinn als sichergestellt betrachtet werden, wie die frappante Ähnlichkeit der Sinnesorgane der Kanäle mit dem Otocysten einiger Evertebraten. Nach Analogie davon scheint es mir interessant, nachzuprüfen, ob auch nicht die, bei einigen Evertebraten vorkommenden, otolithenlose Otocysten der Druckempfindung dienen.

Den **N. glossopharyngeus** und **N. vagus** werde ich hier zusammen besprechen, weil sie sich zentral völlig gleich verhalten.

Die frontale Wurzel der Gruppe bildet den IX; er besteht wie der Vagus aus einer sensiblen und einer motorischen Wurzel, welche letztere medial und unterhalb der ersteren eintritt und sich durch ein dickeres Faserkaliber auszeichnet.

Die Wurzelfasern ziehen nach ihrem Eintritt an dem Tr. descendens nervi V entlang; einige treten in das Bündel ein (Kingsbury). Es ist das somato-sensible Element des Vagus (R. auricularis), welches in dem äußeren sensiblen Felde endet (cf. Wallenberg). Die motorischen Fasern biegen dann nach oben und innen und enden größtenteils in einem ziemlich großzelligen Kern, der in einer Richtung von medio-dorsal nach ventro-lateral etwas ausgestreckt ist. Etwas latero-dorsal hiervon zeigt sich, wie beim Facialiskern, eine Ansammlung kleinerer Zellen, welche dem

motorischen Teil des dorsalen Kerns entsprechen dürfte, doch faktisch kontinuierlich ist mit dem großzelligen Kern.

Es scheint mir, daß ein kleiner Teil der motorischen Wurzel kreuzt innerhalb des dorsalen Längsbündels, wie das für höhere Tiere von Cajal beschrieben wurde (im Gegensatz zu van Gehuchten).

So wie ich es oben für den VII beschrieben habe, findet man auch für den X, daß eine scharfe Trennung des motorischen Vagusernes in den kleinzelligen dorsalen und großzelligen ventralen nur künstlich zu machen ist. Es sei noch erwähnt, daß die, auf Grund ihrer peripheren Verbindungen als **Nervus accessorius** zu deutende, hintere motorische Vaguswurzel ihren Ursprungskern in einem mehr dorsalen Niveau hat. Hauptsächlich muß das aber dadurch erklärt werden, daß das motorische Zellgebiet der Oblongata bei der Schließung des vierten Ventrikels zum Zentralkanal, was gerade in dieser Gegend stattfindet, nach oben verlegt wird. Seine Ursprungszellen gehören aber dem großen Typus an.

Die sensiblen Wurzeln des Vagus (f. R. auricularis s. o.) treten alle ungekreuzt in die Lobi vagalis ein. Wie bei allen Fischen ragen diese auch hier deutlich in den Ventrikel hervor und zeigen oberflächlich eine Gliederung, die aber nicht völlig mit der Zahl der sensiblen Wurzeln stimmt.

Gleich hinter dem Teil, wo der sensible Facialis endet, tritt der sensible IX ein, welchem wieder die Vagusfasern folgen.

Die pinselartige Ausbreitung der Wurzel ist sehr typisch. Im Gegensatz zu dem Verhalten bei höheren Vertebraten ließ sich kein circumscriptes descendentes Bündel von Wurzelfasern nachweisen. Wenn solche anwesend sind, woran ich nach den Untersuchungen von C. J. Herrick und auch denjenigen von Wallenberg beim Frosch nicht mehr zweifeln darf, liegen sie wohl mehr diffus verbreitet. Eine scharfe Abgrenzung eines Nucleus spinalis vagi ist nicht möglich. Der hintere Vagusern bildet eine kontinuierliche Masse mit den vorderen.

Der Nachweis von kreuzenden Wurzelfasern in der **Commissura infima** fällt mir schwer bei der Fülle von Fasern, welche die Bielschowsky-Präparate in dieser Region geben. Nach den sicheren Befunden bei anderen Tieren darf aber daran wohl nicht gezweifelt werden. Immerhin scheint es mir doch, daß auch eine nicht geringe Zahl von kreuzenden indirekten Fasern sich darin befinden. Dasselbe gilt für den somato-sensiblen Teil der Commissur (Taf. 18, Fig. 18).

Der sog. Kern dieser Commissur kommt dadurch zu Stande, daß bei der Schließung des vierten Ventrikels die hinteren Enden der Nuclei vagales sich in der Medianlinie vereinen. Ich möchte ihn lieber nicht als besonderen Kern betrachten.

Wenn ich so mit der Besprechung der Commissura infima schon eine sekundäre Verbindung der sensiblen Visceralkerne erwähnt habe, eine wichtigere frontale Verbindung muß noch hinzugefügt werden: der **Tractus vago-trigeminalis** (Mayser), von den Amerikanern das **sekundäre Communisbündel** genannt (Ascending secondary gustatory tract, Herrick).

Aus der ganzen langen Kernsäule des sensiblen VII, IX und X ziehen zahlreiche Fasern, zu Bündelchen vereint, nach unten, um sich oberhalb des Tractus descendens N. V, etwas medial, zu sammeln und nach vorn umbiegend an dieser Bahn entlang frontalwärts zu ziehen. Von hinten nach vorn nimmt das Bündel, welches bei *Amia* viel kleiner ist als bei den von mir untersuchten Teleostiern, an Umfang zu, indem sich den Fasern, welche aus dem Vagusern stammen, solche aus dem Glossopharyngeus und zuletzt die aus dem S. VII Kern zufügen. Die Zellen, woraus die

Fasern entstehen, gehen fast kontinuierlich in den oberen kleinzelligen Teil der motorischen Kerne über. Wo die sensible Trigeminalswurzel aus der Oblongata tritt, kommt das Bündel allein zu liegen und ist dann in den Rindenknoten an der Kleinhirn-Oblongatagrenze zu verfolgen. Zwischen den beiderseitigen Endgebieten liegt bei allen Fischen eine mächtige Commissur, welche den hinteren Abschnitt der Velum-Commissuren bildet und auch bei *Amia* und *Lepidosteus* gut entwickelt ist: die **Commissura inferior cerebelli** (Taf. 18, Figg. 13, 14). Dieser Commissur dürfte sich ein Teil der aufsteigenden sekundären Geschmacksbahn anschließen, was ich aber bei dem großen Faserreichtum dieser Region nicht mit Sicherheit angeben kann. Ich glaube nicht, daß sich dem Tractus vago-trigeminalis sensible Wurzelfasern des Trigemini anschließen. Ob aus den obengenannten Kernen eine absteigende Bahn entspringt (Herrick), ließ sich nicht sicher entscheiden. Die Verhältnisse für das Studium der sekundären Verbindungen dieses Gebietes sind bei weitem weniger günstig als bei den Teleostiern mit ihren riesigen sensiblen VII-, IX- und X-Zentren und fast schematischer Faseranordnung.

An der Basis der Oblongata liegt im hintersten Vagalgebiet eine diffuse Zellmasse, die auch von Johnston bei den Knorpelganoiden gesehen und von ihm als **untere Olive** beschrieben wurde. Edinger nannte den größeren korrespondierenden Kern der Selachier **Nucleus parasепtalis**, welchen Namen ich vorläufig beibehalten möchte.

Es ist recht schwer, seine Bedeutung sicher zu stellen. Es scheint mir nicht sehr wahrscheinlich, daß er dem Nucl. Tr. gustus secund. inferior Herricks entspricht, dafür liegt er zu basal. Er steht mit den vielen Fibrae arcuatae externae dieser Region in gekreuzter Verbindung. Diese Fasern biegen teilweise seitlich um den Tractus descendens nervi quinti herum, teilweise gehen sie hindurch und stammen also aus dem äußeren sensiblen Feld. Sie dürften eine Verbindung des Lobus staticus (vielleicht auch des Cerebellums?) mit dieser grauen Substanz herstellen.

Die viel größere Entwicklung des Kernes bei den Selachiern mit ihrem großen statischen Gebiet dürfte auch dafür sprechen, doch sind weitere vergleichende Untersuchungen, z. e. bei den Reptilien, noch sehr erwünscht, bevor wir die Zellen mit Sicherheit als die Vorstufe der unteren Olive der Säuger betrachten dürfen, wenn auch vieles dafür spricht. Es scheint mir nicht unwahrscheinlich, daß von hinten her Fasern aus dem Rückenmark in ihn eintreten (Taf. 18, Fig. 18).

Im hintersten Abschnitt des Vagusgebietes sieht man den Austritt der N. N. occipito-spinales, welche bekanntlich dem Hypoglossus der höheren Vertebraten entsprechen. Von diesen Nerven sei nur gesagt, daß die Lage seines Kernes eine viel mehr ventrale ist als bei den höheren Vertebraten.

Das Kleinhirn von *Amia* und *Lepidosteus* nebst Bemerkungen über das Kleinhirn der Fische im Allgemeinen.

Das Cerebellum der Knochenganoiden zeigt in der Art seiner Verbindungen im Wesentlichen eine völlige Übereinstimmung mit dem der zwei anderen Hauptgruppen der Fische, den Teleostiern und Selachiern, wie aus den vorhergehenden Kapiteln bei der Beschreibung der Thalamus-, Mittelhirn- und Oblongata-Bahnen hervorgegangen ist.

Frontal hat es eine ungekreuzte und gekreuzte Verbindung mit dem Hypothalamus und eine gekreuzte und ungekreuzte Verbindung mit dem Tegmentum. Zusammen bilden diese den vorderen Bindearm.

Im Anschluß hieran finden wir seitwärts und nach hinten den Tractus cerebello-motorius, weiter mehr lateral und caudal den Tractus nucleo-cerebellaris-dorsalis und die vorläufig als Tractus spino-cerebellaris-ventralis bezeichnete Bahn. Betrachten wir jetzt, wie diese Bahnen im Kleinhirn selbst angeordnet sind und zu welchen Teilen davon sie sich begeben.

Eine Beschreibung der äußeren Form dieses so wichtigen Körpers gehe voraus.

Das Kleinhirn von *Amia* und *Lepidosteus* besteht makroskopisch aus einem Mittelstück und zwei Seitenstücken, welche letztere u. m. die zutretenden Bahnen enthalten und den Übergang zur Crista cerebellaris der Oblongata bilden. Nahe dem unteren Teile der lateralen Abschnitte befindet sich außerdem der Rindenknoten, der viel beiträgt zur seitlichen Hervorwölbung dieser Teile, doch, weil er im wesentlichen der Oblongata näher steht, hier außer Betracht bleiben wird.

Das Mittelstück kann in drei Abschnitte eingeteilt werden: Corpus, Velum und einen kleinen subtectalen Abschnitt, der als Valvula zu bezeichnen ist.

Das Corpus cerebelli ragt als eine nach hinten gebogene Platte aus dem Velum hervor (s. Sagittalschnitt Textfigur 4). In der Art, wie es seitlich mit dem Übergangsgebiet von Oblongata und Mittelhirn verbunden ist, zeigt sich bei *Amia* eine größere Übereinstimmung mit den Teleostiern (Textfigur 3) als bei *Lepidosteus*, indem eine Differenzierung in zwei Arme, einen vorderen tegmentalen und einen hinteren vestibularen Arm kaum angedeutet ist. Beide Fasersysteme liegen einander räumlich sehr nahe. Doch deutet auch schon bei *Amia calva* eine seitliche Ausbuchtung des Kleinhirnventrikels eine anfangende Trennung beider Arme an.

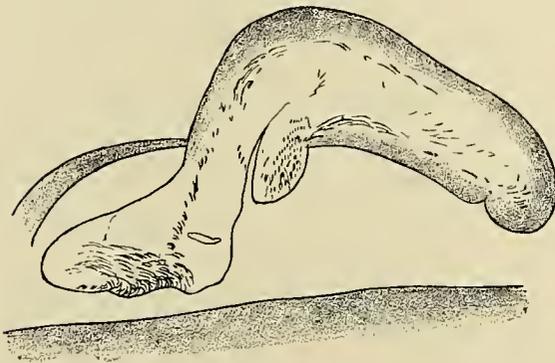


Fig. 3.

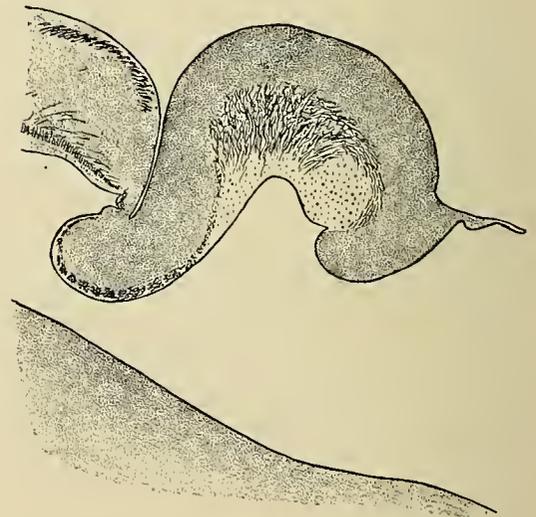


Fig. 4.

Einen zwar nicht großen aber sehr interessanten Unterschied zeigt in dieser Beziehung *Lepidosteus* (Textfigur 5).

Die Biegung des hinteren Teiles des Cerebellarkörpers nach unten ist hier ausgesprochener und damit ist die Entfernung, welche die Bindearme von einander trennt, größer geworden. Der hintere Arm hat dabei einen größeren Umfang und auch sein Endgebiet im Cerebellum ist bedeutend größer als bei *Amia*; das ganze Verhalten zeigt mehr Ähnlichkeit mit dem Selachier-Kleinhirn, dessen hinterer Abschnitt samt der Unterlippe sich aus dem vestibularen Teil des Lepidosteusgehirnes entwickelt gedacht werden kann (vergl. Textfigur 6).

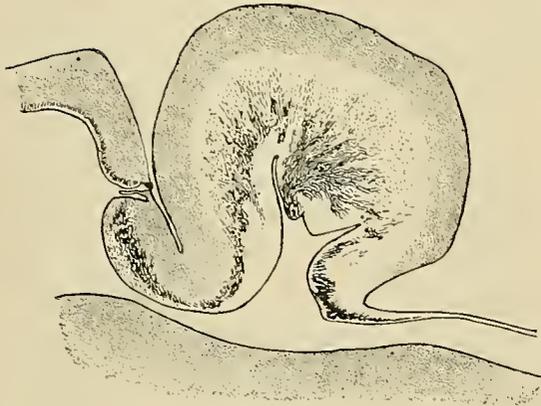


Fig. 5.

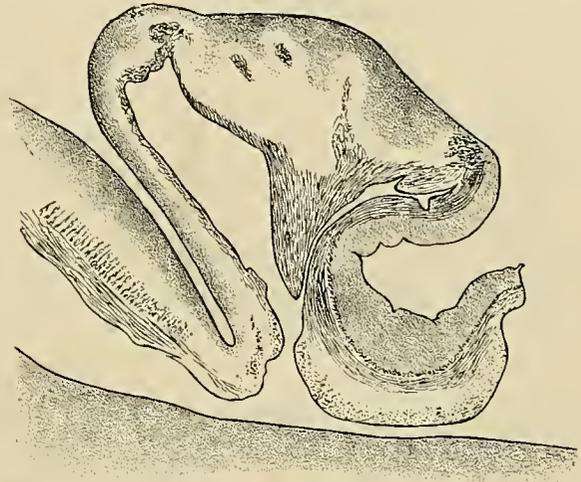


Fig. 6.

Auch in Bezug auf den vorderen Abschnitt bildet das Kleinhirn von *Amia*, namentlich aber dasjenige von *Lepidosteus*, die Brücke zwischen den ziemlich extremen Formen des Teleostier- und Selachier-Kleinhirns, indem der unter dem Tectum sich befindende Teil, die Valvula, welche bei *Amia* schon viel geringer in ihrer Entwicklung ist als bei den Knochenfischen, bei *Lepidosteus* nur noch vorhanden ist als Matrix für die ungekreuzte tegmentale Bahn.

Das topographische Verhalten der Bündel ist nun bei *Amia* folgendes: Die ungekreuzte tegmentale Bahn tritt ziemlich medial durch die Valvula ein, wo anscheinend ein kleiner Teil der Fasern endet. Der größte Teil aber zieht hinterwärts und nach oben. Er wird auf diesem Wege bedeutend verstärkt durch die gekreuzten Bindearme und die hypothalamischen Fasern.

Zusammen bilden diese Bündel ein System, das hauptsächlich im frontalen Abschnitt des Kleinhirns endet und um das Stratum granulosum (Taf. 18, Figg. 12 und 6).

Von hinten her ziehen der Tractus nucleo-cerebellaris-dorsalis mit den ascendenten Vestibulariswurzeln (direkte sensorische Kleinhirnbahn) in das Cerebellum. Sie werden lateral begleitet von dem Tractus spino-cerebellaris-ventralis. Diese Bündel biegen nach ihrem Eintritt ins Kleinhirn etwas nach hinten um und werden bei *Amia* bald spärlicher. Wenn eine Kreuzung ihrer Fasern bei diesem Tiere stattfindet, was ich bezweifle, aber nicht völlig ausschließen will, kann es nur an dem oberen hinteren Ende des Kleinhirnes sein, direkt unter der Molekularschicht, und ist sie sicher äußerst gering. Es ist bei *Amia* schwer, ihr Endgebiet von demjenigen der frontalen Bahnen zu trennen, beide Endgebiete gehen in einander über.

Zwischen diesen beiden Hauptsystemen ziehen die cerebello-motorischen Fasern längs der cerebellaren Ventrikelspalte nach unten und bilden also die medialsten Bündelchen des Kleinhirns.

Als zu dem Cerebellum selber gehörend sieht man, namentlich auf Sagittalschnitten sehr deutlich in der obersten Mittellinie des Kleinhirns, zwischen Purkinjeschicht und Stratum granulosum etliche Fasern von dem hinteren Abschnitt des Corpus zum vorderen ziehen. Sie stellen offenbar eine intracerebellare Verbindung dar; die *Fibrae propriae Edingers*.

Derselbe Sagittalschnitt zeigt die mächtig entwickelten Bündel, welche im Velum von der einen Seite zur anderen übertreten. Abgesehen von der Trochleariskreuzung werden sie frontal von der beim Mittelhirn erwähnten Kreuzung der isthmo-tectalen Bahn gebildet, der größere caudale Abschnitt aber ist die Commissur der Rindenknotten.

Die Verhältnisse im Velum und die Fibrae propriae sind bei *Lepidosteus* in derselben Weise und derselben Ausbildung vorhanden. In Bezug aber auf die caudalen und frontalen Bindearme zeigen sich Unterschiede, welche mit den beschriebenen Differenzen in der Ausbildung der äußeren Form zusammengehen und die nähere Verwandtschaft des *Lepidosteus*-Kleinhirns zu demjenigen der Selachier bestätigen.

Die hinteren Fasern, insoferne sie aus dem Tractus bulbo-cerebellaris-dorsalis bestehen, welche hier bedeutend mächtiger entwickelt sind als bei *Amia*, biegen nach ihrem Eintritt in das Kleinhirn wieder weit nach rückwärts um. Unter dem hinteren Kleinhirnteil bilden sie eine sehr bedeutende, totale Kreuzung und verlieren sich dann in diesem unteren hinteren Abschnitt, der, s. o., bedeutend größer ist als bei *Amia* (Textfig. 5).

Durch diese mächtige Kreuzung unterhalb der Unterlippe ist die prinzipielle Ähnlichkeit dieses letzten Gebietes mit dem der Selachier sehr auffallend, wenn auch bei den letzteren Fischen lateral von diesen kreuzenden Fasern ein mächtiger Teil nach oben zieht (der vielleicht andere Komponente des hinteren Armes enthält). Denselben Übergang zu dem Selachier-Typus zeigt der ungekreuzte frontale Bindearm bei *Amia* und namentlich bei *Lepidosteus*. Um die Unterschiede, welche in Bezug auf ihn bestehen, seien hier die Verhältnisse bei den Fischen kurz rekapituliert.

Ein Sagittalschnitt durch das Gehirn von *Barbus* lehrt, daß das ungekreuzte tegmentale Bündel dort in der Valvula entsteht, wie schon von Goldstein beobachtet wurde. Goronowitsch, obschon er die Fasern nicht richtig zu deuten wußte, beschreibt dasselbe Verhalten für *Aeipenser*, wie auch Johnston sie für die Knorpelganoiden zeichnet.

Bei *Amia* aber, deren subtectaler Cerebellar-Abschnitt viel kleiner ist als bei den genannten Tieren, entstehen dieselben Fasern nur für einen ganz geringen Teil in diesem Kleinhirnabschnitt, weitaus der größte Teil entspringt weiter caudalwärts im Corpus cerebelli und bei *Lepidosteus* ist der spärliche subtectale Rest nur noch ein Matrix grauer Substanz, wahrscheinlich hauptsächlich Gliagewebe, wodurch das dorsale tegmentale Bündel frontalwärts zieht und dann bis in die Eminentiae mediales des Mittelhirns zu verfolgen ist. Daß bei *Lepidosteus* Fasern in der Valvula entstehen, ist ausgeschlossen.

Geht man jetzt über zu den Selachiern, wo das ganze Kleinhirn supratectal liegt, dann findet man hier die Differenzierung in dieser Richtung noch weiter fortgeschritten. Das ungekreuzte dorsale tegmentale Bündel entsteht in dem vorderen Abschnitt des Corpus cerebelli, welcher von dem hinteren bei den meisten Selachiern getrennt ist durch die Fissura transversa Burckhardt's. Es verläuft dann nicht im medialen sondern im lateralen Teil des Übergangsbereiches nach vorne, ohne den Ventrikelrand zu berühren und tritt seitlich am Velum, also ganz lateral frontalwärts und endet unterhalb des Tectums, ebenfalls in mehr lateraler Lage als bei den anderen Fischen.

Obschon ich die Möglichkeit nicht ausschließen will — Burckhardt, C. J. Herrick, — daß die mächtige Ausbildung der Valvula auch unter Einfluß steht von der Entwicklung der sekundären Rindenknotten-Geschmackszentren, welche tatsächlich bei den Teleostiern stärker sind als bei den Ganoiden und Selachiern, so glaube ich doch, daß aus den hier beschriebenen Differenzen in Verlauf und Endigung des ungekreuzten tegmentalen Bündels deutlich hervorgeht, daß die Valvula cerebelli der Teleostier sicherlich nicht im ganzen eine besondere Formation ist, sondern größtenteils mit dem vorderen Abschnitt des Selachier-Kleinhirns übereinstimmt, wobei die geringe Valvula der Knochenganoiden den Übergang bildet (cfr. Burckhardt l. c. S. 131).

Daß die Valvula im Laufe der Phylogenese bei den mehr spezifisch differenzierten Fischen so groß geworden ist, dürfte in der mächtigen Faserverbindung des ursprünglich vorderen Kleinhirn-Abschnittes mit dem Tegmentum seinen Grund finden.

Die Valvula macht diese, bei allen Fischen sehr mächtige, Bahnverbindung einfacher, weil sie Anfang und Ende derselben in geeignete Lage zu einander bringt.

Es erübrigt mir jetzt noch, die Homologie zu erwähnen, welche die verschiedenen Kleinhirnteile der Fische mit denjenigen der anderen Vertebraten haben.

Bekanntlich ist das Cerebellum der Amphibien sehr reduziert und eignet sich, bei der ungenügenden Kenntnis seiner geringen Faserverbindungen, kaum zur Vergleichung.

Sehr lehrreich dagegen sind die Reptilien, deren Kleinhirn wir durch Edinger kennen. Auch dort findet man große Unterschiede, wenn auch nicht so erheblich wie bei den Fischen, und zeigt es sich, daß die Formdifferenzen sich hauptsächlich auf die verschiedene Ausbildung des hinteren Abschnittes konzentrieren und auf die verschieden starke Entwicklung der hinteren Verbindungen, was auch für einen Teil des Fisch-Kleinhirns galt. Eigentliche Kerne sind dort bis jetzt noch nicht abzusehen. Auch der Vermis der Vögel ist, in Übereinstimmung mit der starken Ausbildung des Vestibulargebietes, in seinem hinteren Abschnitt mächtig entwickelt. Edinger unterschied dort einen parigen Kern, welchen er Nucleus globus nannte und welcher wohl unseren hinteren Abschnitt repräsentiert. Doch sind von den Autoren auch hier bis jetzt noch nicht solche bestimmten Kerne in dieser Region abgetrennt, als bei den Säugern der Fall ist.

Man kennt dort, abgesehen von den kleineren Embolus und Globus, in dem Vermis hauptsächlich zwei Kernpaare, die Dachkerne und die Nuclei dentati.

Die Dachkerne finden sich fast direkt oberhalb des Ventrikelependyms im hinteren unteren Abschnitte des Vermis und liegen in der Fortsetzung des Bechterewschen Vestibulariskernes. Sie werden sogar von Weidenreich als eine stärkere frontale Ausbildung derselben Zellensäule betrachtet, woraus sich der Bechterewsche Kern entwickelt, sodaß auch dort der Zusammenhang dieser Gebiete, bei den niederen Vertebraten vollständig, sich auch außer durch die Faserverbindungen noch nachweisen läßt. In den Dachkern enden auch bei den Säugern ascendente Vestibularisfasern und indirekte Kernfasern.

Die Kreuzungen, die in ihrer Nähe liegen (v. Gehuchten) sind als Kreuzungen der caudalen Kleinhirnarmsfasern erkannt. Alles spricht dafür, daß wir in dem hinteren Abschnitte und der Unterlippe des Lepidosteus- und Selachier-Cerebellums ihre Vorstufe zu erblicken haben. Dagegen senden die Nuclei dentati der Säuger ihre Fasern ins Tegmentum und in den Thalamus (Thomas).

Nur der Nachweis des bei den Fischen so wichtigen Tractus cerebello-mesencephalicus oder cerebello-tegmentalis dorsalis, welcher völlig ungekreuzt verläuft, fehlt noch bei den Säugern. Wenn auch in mancher Beziehung unsere Kenntnis des Kleinhirns noch vieles zu wünschen übrig läßt, so liegen doch bereits jetzt Tatsachen genug vor, um die Pars tegmentalis cerebelli der Fische als die Vorstufe des Nucleus dentatus cerebelli der Säuger zu betrachten. Daß der letztere mit der Entwicklung der Kleinhirn-Hemisphäre auch noch andere Verbindungen eingeht, tut an dieser prinzipiellen Homologie nichts ab.

Es wäre eine schöne Aufgabe für weitere Untersuchungen, die näheren Details dieser Homologien nachzuprüfen, dann aber, um zu erforschen, welche die Differenzen sind und worauf sie

beruhen. Die Ausschaltungen, die die Natur im menschlichen Zentralnervensystem durch Erkrankungen macht oder welche das Messer des Vivisektors bei den höheren Tieren veranlaßt, müssen genau verglichen werden mit denjenigen, welche normaler Weise anwesend sind bei den niedersten Vertebraten in viel größerer Exaktheit, als Experiment oder Krankheit es vermögen, und fast in allen Zwischenstufen, und eben diese Zwischenstufen lehren uns die Bedeutung der einzelnen Teile kennen.

*

Zum Schluß möchte ich hinweisen auf den Nutzen, welche das Studium der Hirnanatomie der niederen Vertebraten hat für die Aufklärung der Bauprinzipien des zentralen Nervensystems. Ihr Wert als solches ist wenigstens eben so groß als der der ontogenetischen Studien, ja größer, insoferne wir bei den niederen Vertebraten mit fertigen und funktionierenden Zuständen zu tun haben, während es sich bei den ontogenetischen Studien doch immer nur handelt um temporäre und nicht oder wenig funktionierende Strukturen.

Im Laufe der weiteren Phylogenese des Zentralnervensystems finden nicht nur Addierungen höherer Systeme statt, aber auch werden die prinzipiellen Verhältnisse des Aufbaues oft dermaßen geändert, z. B. in der Anordnung der motorischen Kerne der Hirnnerven und dem davon abhängigen Verlauf der intramedullären Wurzelfasern, daß es schwer ist, dort die Prinzipien zurückzufinden, nach welchen das Gehirn im allgemeinen sich aufbaut. Und eben diesen Bauplan müssen wir kennen lernen, der Richtung folgend, welche Gaskell schon vor zwanzig Jahren uns gewiesen hat.

Für die sensibelen Zonen (Strong, Herrick, Johnston) läßt sich die Einheit des Bauplanes auch bei den höheren Vertebraten leicht nachweisen. Doch entstehen auch dort Fragestellungen, die noch zu erörtern sind, z. B. ob der Staderinische Kern, welcher medial vom inneren (viscero-) sensibelen Felde liegt, wirklich ein Octavus- (= somato-sensibeler) Kern ist, was ich sehr bezweifle, und wenn so, wie er dann in diese dem allgemeinen Bauplan widersprechende Lage kommt.

Bezüglich der motorischen Hirnnervenkerne (cfr. meine Arbeit im „Neurologischen Centralblatt“) finden große Veränderungen in der Lage statt. Die Kerne des III, VI, XII, ursprünglich ventral gelagert, steigen dorsalwärts auf. Der größte Teil der VII, IX, X, ursprünglich nahe dem Ventrikel in der viscero-motorischen Säule liegend, kommt sehr ventral: Verlagerungen, die ihre Ursache finden in den wichtigsten Bahnen, die den Kern influenzieren (die Koordinationssysteme des hinteren Längsbündels einerseits, das Tegmentum bulbi und die Pyramidenbahnen andererseits). — Die ursprüngliche Bedeutung dieser Kerne, der fremde Verlauf ihrer intramedullären Wurzelfasern läßt sich daher nur durch phylogenetische Studien erklären.

Dann noch lehrt die Anatomie der niederen Gehirne uns Systeme kennen, deren Existenz bei höheren Vertebraten noch nicht nachgewiesen ist, entweder weil die betreffenden Endstationen bei einem niederen Tiere so viel mächtiger entwickelt sind, oder weil sie bei den höheren Tieren durch andere Systeme bedeckt sind. Sind sie einmal irgendwo nachgewiesen, so wird man leichter im Stande sein, sie bei höheren Vertebraten zurückzufinden. So wäre es für die nächste Zeit schon eine dankbare Aufgabe, nachzuforschen, ob nicht der Tractus cerebello-tegmentalis-dorsalis, die Fibrae isthmo-tectales (Edinger), der Rindenknoten, die sekundäre Vago-trigeminal-Bahn (Mayer) u. a. auch bei den Säugern nachzuweisen sind.

Literaturverzeichnis.

- Allis: The Cranial Muscles and Cranial and first spinal Nerves in *Amia calva* („Journal of Morphology“, Vol. XII, 1897).
- Banchi: Sulle vie di Connessioni del Cervelletto („Archivio di Anatomia e di Embriologia“, V. II, 1903).
- Biedl: Absteigende Kleinhirnbahnen („Neurologisches Centralblatt“, 1895).
- Boeke: Die Bedeutung des Infradibulums in der Entwicklung der Knochenfische („Anat. Anzeiger“, Bd. 20, 1902).
- Boyce: A Contribution to the Study of some of the decussating tracts of the Mid- and Interbrain and of the Pyramidal System in the Mesencephalon and Bulb. („Proceedings of the Royal Society“, London, Vol. 56, 1895.)
- Burckhardt: Zur vergleichenden Anatomie des Vorderhirnes bei Fischen („Anatomischer Anzeiger“, Bd. 9).
- Beiträge zur Morphologie des Kleinhirns der Fische. („Archiv f. Anat. u. Physiol. Anat. Abteil.“ 1897.)
- Cramer: Das hintere Längsbündel nach Untersuchungen an menschlichen Foeten, Neugeborenen und 1—3 Monate alten Kindern („Anatomische Schriften“ von Merkel und Bonnet, Heft 41).
- Eyeleshymer and Davis: The early Development of the Epiphysis and Paraphysis in *Amia*. („Journal of Comparative Neurology“, Vol. 7, 1897.)
- Edinger: Untersuchungen über die vergleichende Anatomie des Gehirns. I. Das Vorderhirn („Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M.“, Bd. 15, 1888).
- II. Das Zwischenhirn (Ibidem. Bd. 18, 1892).
- Die Deutung des Vorderhirnes bei *Petromyzon* („Anatomischer Anzeiger“, Bd. 26, 1905).
- Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane der Menschen und der Tiere. Letzte Ausgabe.
- Edinger und Wallenberg: Untersuchungen über das Gehirn der Taube. („Anatomischer Anzeiger“, Bd. 15, 1899).
- Gage: The Brain of *Diemyctylus virideseus* from larval to adult Life and Comparison with the Brain of *Amia* and *Petromyzon* („The Wilder Quarterly Book“, Ithaca, 1903).
- Gaskell: On the Structure, Distribution and Function of the Nerves, which innervate the visceral and vascular Systems („Journal of Physiology“, Vol. 7, 1886).
- Gierse: Untersuchungen über das Gehirn und die Kopfnerven von *Cyclothone acelinidens*. (Diss., Leipzig, 1904.)
- Goldstein: Das Vorderhirn und Zwischenhirn einiger Knochenfische nebst Bemerkungen über das Mittelhirn und Kleinhirn („Archiv für Mikroskopische Anatomie“, Bd. 66, 1905).
- Goronowitseh: Das Gehirn und die Cranialnerven von *Acipenser ruthenus* („Morphologische Jahrbücher“, Bd. 13).
- Haller: Vom Bau des Wirbeltiergehirns. Erster Teil: Salmo und Scyllieum. („Morphologische Jahrbücher“, Bd. 26).
- Herrick, C. L.: Contributions to the Comparative Morphology of the Central Nervous System. Topography and Histology of the Brain of certain Ganoïd Fishes. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. V, 1895.)
- C. J.: The Central gustatory paths in the Brain of Bony Fishes. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. XV, 1905.)
- — Auditory Nerve and its Endorgan. („Reference Handbook of the Medical Sciences“, Vol. I, 1900.)
- Hill: The Epiphysis of Teleosts and *Amia*. („Journal of Morphology“, Vol. 9, 1894.)
- Holmes: On the Comparative Anatomy of the Nervus Acusticus. („Transactions of the Royal Irish Academy“, Vol. XXXII, Sect. B., Part. II, 1903.)
- Johnston: The Brain of *Acipenser*. (Fischer, Jena, 1901.)
- The Brain of *Petromyzon*. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. XII, 1902.)
- The Nervous System of Vertebrates. (Blakiston's, Son & Co., Philadelphia, 1906.)
- The Radix mesencephalica V. („Anat. Anzeiger, Bd. 27, 1905.)
- Kappers: The Structure of the Teleostean and Selachian Brain. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. XIV, 1906.)
- und Theunissen: Zur vergleichenden Anatomie des Vorderhirns der Vertebraten. („Anat. Anzeiger“, Bd. 30, 1907.)
- Phylogenetische Verlagerungen der motorischen Oblongatakerne. Ihre Ursache und Bedeutung. („Neurologisches Centralblatt“, 1907.)
- Kingsbury: The Cephalic Evaginations in Ganoïds. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. 7, 1897.)
- The Structure of the Oblongata in Fishes. („Journal of Comparative Neurology and Psychology“, Vol. 7, 1897.)
- Klimoff: Die Leitungsbahnen des Kleinhirns. („Archiv für Anatomie und Entwicklungsgeschichte“, 1899.)
- Kölliker: Handbuch der Gewebelehre des Menschen, Bd. 2. Engelmann, Leipzig, 1896.

- v. Kupffer: Die Morphogenie des Centralnervensystems. (Abdruck aus dem „Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere“ von O. Hertwig, Bd. II.)
- Levi, C.: Contributo anatomico-comparativo alla conoscenza dei tratti tetto-bulbari. („Rivista di Patologia nervosa e mentale“, Vol. XII, 1907.)
- Livini: Formazioni della volta del Proencefalo in alcuni Uccelli. („Archivio di Anatomia e di Embriologia“, Vol. 5, 1906.)
- Piper: Die akustischen Funktionen des inneren Ohres und seiner Teile. („Medizinische Klinik“, Nr. 41, 1906.)
- Ramon y Cajal: Textura del Sistema nervioso del Hombre y de los Vertebrados. (Madrid, 1904.)
- Schilling: Untersuchungen über das Gehirn von *Petromyzon*. („Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft“ in Frankfurt a. M., Bd. 30, 1907.)
- Studnička: Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Vorderhirns der Cranioten. Erste Abteilung. („Sitzungsberichte der Königl. böhm. Gesellschaft der Naturwissensch.“, Math.-Naturw. Klasse, 1895.)
- Beiträge zur Anatomie und Entwicklungsgeschichte des Vorderhirns der Cranioten. Abteil. II. („Sitzungsberichte der Königl. böhm. Gesellschaft der Wissenschaften“, Math.-Naturw. Klasse, 1896.)
- Noch einige Worte zu meinen Abhandlungen über die Anatomie des Vorderhirns. („Anatom. Anzeiger“, Bd. XIII, 1898.)
- Untersuchungen über das Ependym der nervösen Zentralorgane. („Anat. Hefte“, Bd. 15, 1900.)
- Die Parietalorgane. („Lehrbuch der vergleichenden mikrosk. Anatomie der Wirbeltiere“ von A. Oepel, Jena, 1905.)
- Thomas: Le Cervelet. („Steinheil“, Paris, 1907.)
- Van Gehuchten: De l'Origine du pathétique et de la racine supérieure du trijumeau („Bulletin de l'Académie Royale de la Belgique“, Tom. 29, 1895.)
- Le faisceau longitudinal postérieur. („Bulletin de l'Académie Royale de Médecine de Belgique“, 1895.)
- Contribution à l'étude du système nerveux des Téléostéens. La Cellule. (Tom. 10, 1893.)
- Anatomie du Système nerveux de l'homme. (3^{ème} Edition.)
- Wilder: On the Brains of *Amia*, *Lepidosteus*, *Acipenser* and *Polysdon*. („American Association for the Advancement of Sciences“, Proceedings XXIV, 1875.)
- Wallenberg: Untersuchungen über den Hirnstamm der Taube. I. Der Fasciculus longitudinalis dorsalis s. posterior. („Anatom. Anzeiger“, Bd. 24, 1903.)
- Neue Untersuchungen über den Hirnstamm der Taube. II. Secundäre sensible Bahnen im Hirnstamm der Taube. („Anatomischer Anzeiger“, Bd. 24, 1904.)
- Die caudale Endigung der bulbo-spinalen Wurzeln des Trigeminus, Vestibularis und Vagus beim Frosche. („Anat. Anzeiger“, Bd. 30, 1907.)
- Ziehen: Morphogenie des Centralnervensystems der Säugetiere. (In dem „Handbuch der vergleichenden und experimentellen Entwicklungsgeschichte der Wirbeltiere“ von O. Hertwig, Bd. II.)

Erklärung von Tafel 18.

(Figg. 1—13 sind nach Weigert-Präparaten, Figg. 14—18 nach Bielschowsky-Präparaten gezeichnet.)

- Fig. 1. Transversalschnitt durch das Vorderhirn in frontaler Ebene. Das gering entwickelte Paläopallium ist nach außen umgeschlagen und wird von dem unterliegenden Bulbus getrennt durch die Fovea endorhinalis interna und externa. Der vordere Teil des lateralen Ventrikels besteht aus zwei Abschnitten, wovon der mediale hauptsächlich von einer Ausstülpung des Ependyms, daneben von dem exvertierten Paläopallium gebildet wird. Der untere laterale Abschnitt ist der Ventriculus olfacto-bulbaris. Ursprung der Tr. olfactorii.
- Fig. 2. Der mediale Abschnitt des lateralen Ventrikels kommuniziert mit dem Abgang des Ventriculus olfacto-bulbaris. Der exvertierte Teil der Wand ist etwas größer als in Fig. 1. Fovea endorhin. int. verstrichen.
- Fig. 3. Der Ventriculus impar kommuniziert in seiner ganzen Ausdehnung mit dem Ventriculus lateralis. Zwischen beiden besteht keine Grenze: Ventriculus communis. Oberhalb des Dachependyms die paarige dorso-frontale Fortsetzung des Parencephalons. Seitlich unten die paarige ventro-frontale Fortsetzung. Epistriatum, Striatum, Area olfactoria lateralis (hauptsächlich im Paläopall.). Die zwei Bestandteile des medialen Riechbündels sind deutlich. Von dem unteren mehr kompakten strebt ein Teil ungekreuzt dem lateralen Riechfelde zu. Auch Endfasern der oberen medialen und der lateralen Riechstrahlung im Schnitt. Ursprung des Tr. olfacto-habenularis im exvertierten Abschnitt.

Fig. 4. Kreuzung der oberen medialen und der unteren medio-lateralen Riechstrahlung. Sie bilden den oberen, markhaltigen, wenig kompakten und den mittleren, markhaltigen, mehr kompakten Teil der Commissura anterior. Der untere marklose Teil der Comm. ant. verbindet die exvertierten Paläopallialabschnitte untereinander. Ursprung des Tr. strio. thalamicus. Maximale Entwicklung des Epistriatum.

Fig. 5. Mehr noch als in Fig. 4 fügen sich dem Tr. strio thalamicus marklose Fasern aus den Paläo-pallium an, oberhalb der Taenia hinziehend. Durch die geringere Entwicklung des Striatums und Epistriatum wird die Grenze gegen das Paläopallium, die Fovea endorbitalis interna, wieder tiefer. Dorsal liegt der dünne Epiphysenschlauch zwischen den beiden Teilen der dorso-frontalen Ausstülpung des Parencephalons. Darunter die Paraphyse.

Fig. 6. Sagittalschnitt durch das ganze Gehirn, seitlich von den Ganglia habenulae. Am Vorderhirn sieht man (wie in Fig. 1), daß das ependymale Dach sich eine Strecke weit über den Bulbus fortsetzt. Unterhalb des Mittelhirns und der Oblongota liegt der Recessus lateralis posterior parencephali.

tr. str.-th. = Tr. strio-thalamicus

c. p. = Commissura posterior

tr. bulb.-th. = Tr. bulbo-thalamicus

dec. ist.-tect. = Decussatio isthmo-tectalis

tr. cer. tegm. dors. = Tr. cerebello-tegmentalis dorsalis

tr. cer.-lob. = Tr. cerebello-lobaris

tr. cer.-dors. = Tr. nucleo-cerebellaris dorsalis.

Im Dache des Mittelhirns ist das Stratum album profundum kaum eingezeichnet. Die Kerne hierauf sichtbar sind, A im Hypothalamus und im unteren Teil des Thalamus: str. gris. l. i. = Stratum griseum lobii inferioris; n. med. tub. = Nucleus medialis tuberi; frontal davon in einem etwas höheren Niveau ein Teil des Nucl. lateralis tuberi. n. ped. th. = Nucleus peduncularis thalami (man sieht wie ein großer Teil des Tr. bulbo-thalamicus dieser Region zustrebt). Dahinter in etwas tieferem Niveau der Nucl. ventralis hypothalami, welcher dorso-caudal übergeht in den Nucl. tegmentalis thalami. Wo die Lobi inferiores in die Basis des Mittelhirns übergehen, liegt der Nucleus mammillaris. Aus seiner Nähe entspringt der Tr. hypothalamo-bulbaris. Der marklose Tr. mammillo-peduncularis, der teilweise in ihm entsteht, verläuft in einem mehr medialen Niveau als die Schnittebene. B: im oberen Teil des Thalamus und im Mittelhirn: c. gen. l. = Corpus geniculatum laterale, n. pr. t. = Nucleus praetectalis. Interessant den Selachiern gegenüber ist die stark frontale Lage des mesencephalischen Quintuskernes: N. magnocellularis tecti (n. magn. t.). n. l. mes. = Nucl. lateralis mesencephali. Man sieht, wie ein Teil der Schleifenfasern darin und darunter endet.

Fig. 7. n. magn. str. gr. = Nucl. magnocellularis strati grisei; n. lat. tub. = Nucl. lateralis tuberi. In der Mitte Zellen des Nucl. medialis tuberi. Man sieht, wie ein Teil der thalamischen Schleife der vorderen Region des Infundibulums zustrebt. Ein Teil tritt in die Kreuzung ein (fibrae ansulatae). Die oberen dickeren Fasern bilden die intertectale Commissur (Com. minor Herrick) und den Fasc. medianus nerv. optici. Oben die Kreuzung der Taenia.

Fig. 8. C. gen. lt. = Corpus geniculatum laterale; der Eintritt der Brachia tecti in dem hinteren Abschnitt davon ist deutlich. Der N. praetectalis nimmt Fasern aus der Commissura posterior auf. Nahe der Ventrikelspalt der marklose Tr. habenulo-peduncularis und darunter, markhaltig aber mehr diffus, der Tr. thalamo-lobaris.

n. parv. str. gr. = Nucl. parvocellularis strati grisei.

n. ped. th. pars m. = Nucl. peduncularis thalami, pars medialis.

n. ped. th. pars l. = Nucl. peduncularis thalami, pars lateralis.

Zwischen N. ped. th. pars m. und Fibrae ansulatae liegt ein Teil der thalamischen Schleife. In Mitte der letzteren verläuft die Commissura transversa. — Zwischen medialer und lateraler Opticuswurzel zieht der vordere Teil des tiefen Markes nach unten. Grosser Recessus infundibuli.

Fig. 9. Ein Teil der den Tr. strio-thalamicus beigemischten Fasern (Tr. epistriato-lobaris) kreuzt in der Decussatio hypothalamica posterior.

Tr. cer.-lob. = Tr. cerebello-lobaris. Zu bemerken ist, daß dieser nicht nur im Hypothalamus, aber auch im unteren Teil des Thalamus s. str. endet.

Übrige Bezeichnungen wie oben.

Fig. 10. Der Torus lateralis ist getroffen. Tr. vestibulo-mesencephalicus lateralis (marklos).

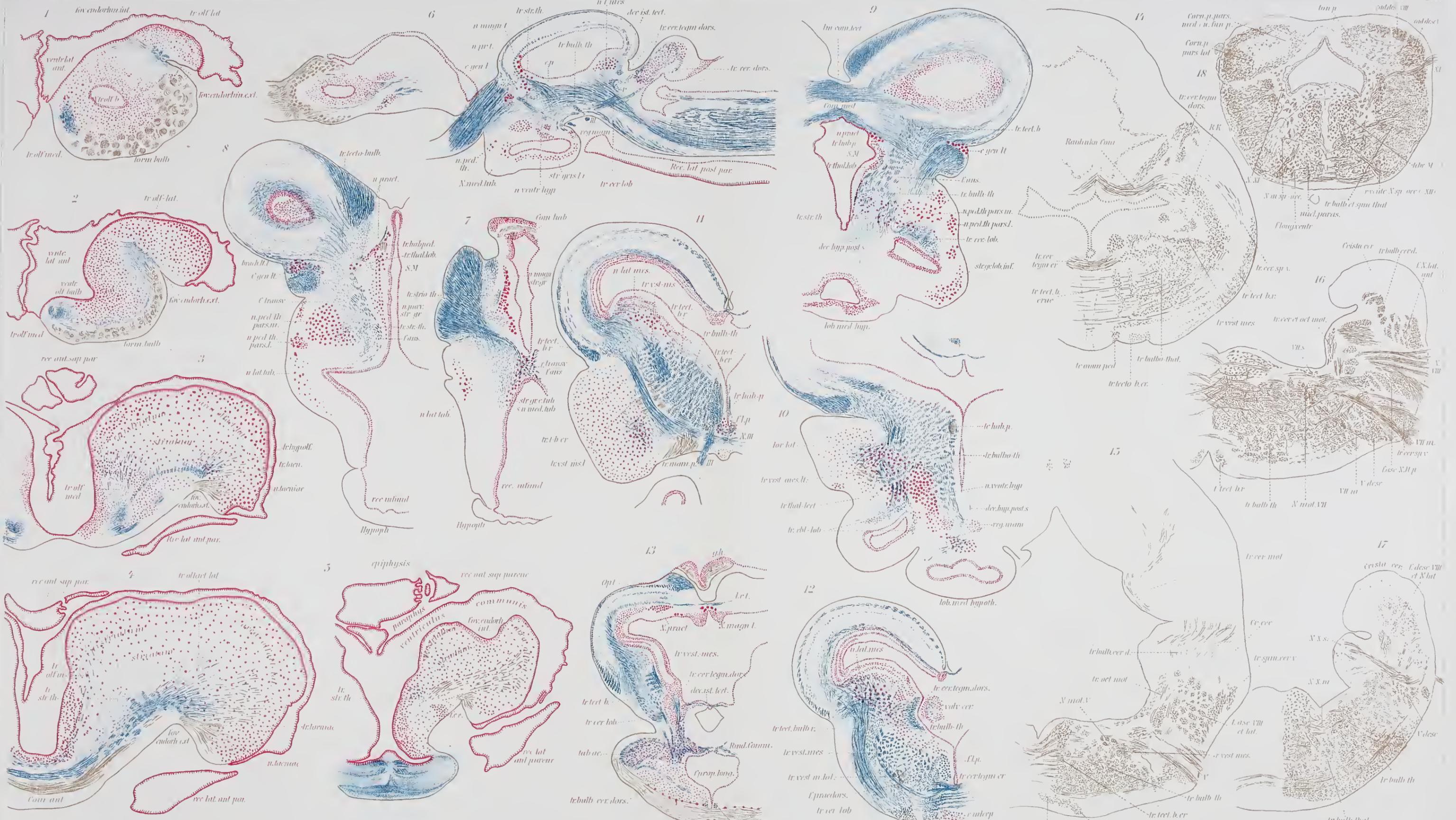
N. ventr. hyp. = Nucl. ventralis hypothalami erscheint als hintere und etwas mehr ventrale Fortsetzung des Nucl. peduncularis thalami (Pars. med.). Der Zelltypus ist wie dort ziemlich groß. Der Zelltypus der regio mammillaris ist kleiner. Das tiefe Mark des Mittelhirndaches ist nicht genügend eingezeichnet.

Tr. thal.-tect. = Tr. thalamo-tectalis.

Tr. cbl. lob. = Tr. cerebello-lobaris.

Unten der Lobus lateralis hypothalami, medial der Lobus medianus hypothalami mit seinen zwei kleinen seitlichen Anbuchtungen, die Lobuli posteriores hypothalami (Mammillaria, C. L. Herrick). Übrige Bezeichnungen wie oben.

- Fig. 11. Torus semicircularis (mit Nucl. lateralis mesencephali) und Torus lateralis in ihrem größten Durchschnitt getroffen. Kreuzung des lateralen Abschnitts des (tr. t. b. cr. =) Tr. tecto-bulbaris cruciatus. Der mediale Abschnitt desselben Systems tritt durch den Torus semicircularis medialwärts.
 Tr. tect. b. r. = Tr. tecto-bulbaris rectus (medialer ungekreuzter Teil).
 Tr. tect. b. cr. = Tr. tecto-bulbaris cruciatus (medialer kreuzender Teil).
 Tr. vst. ms. = Tr. vestibulo-mesencephalicus (oder fasciculus longitudinalis lateralis). (Stark markhaltig.)
 Tr. vst. ms. l. = Tr. vestibulo-mesencephalicus lateralis (marklos).
 Beide letzten Bündel konvergieren. Ende der medialen Fasern der Commissura posterior, Anfang des hinteren Längsbündels (f. l. p.).
 Tr. mamm. p. = Tr. mammiillo-peduncularis.
 Tr. hab. p. = Tr. habenulo-peduncularis.
 Ursprung des Oculo-motorius. Übrige Bezeichnungen wie oben.
- Fig. 12. Die Spitze der Valvula cerebelli ist angeschnitten (valv. cer.). Tr. cer.-tegm. dors. = Tr. cerebello-tegmentalis dorsalis.
 Der Tr. tecto-bulbaris rectus (tr. tect.-bulb. r.) wird verstärkt durch Fasern aus dem Torus semicircularis. Das hintere Längsbündel ist sehr verstärkt (f. l. p.). Unter ihm kreuzt der Tr. cerebello-tegmentalis cruciatus (Tr. cer.-tegm. cr.) und ein Teil des Tr. cerebello-lobaris. Der tr. vest. mes. und vest. m. lat. haben sich im Areal der lateralen Schleife dichter beieinander gelegt. C. interp. = Corpus interpedunculare. Endigung des Tr. habenulo-peduncularis. Übrige Bezeichnungen wie oben.
- Fig. 13. Horizontalschnitt durch das Kleinhirn, Velum, Mittelhirn und Ganglia habenulae. Das rechte G. hab. ist größer als das linke. Der Nucl. magnocellularis tecti (n. magn. t) und Nucl. praetectalis deutlich sichtbar. Der Torus longitudinalis ist nur spurweise angedeutet.
 L. c. t. = Lamina commissuralis tecti.
 Tr. bulbo-cer. dors. = Tr. bulbo-cerebellaris dorsalis (oder Nucleo-cerebellaris).
 Dec. ist.-tect. = Decussatio isthmo-tectalis.
 Rind.-Comm. = Rindenknoten-Commissur.
 Im hinteren Teil des Cerebellums sieht man unterhalb der Molekular-Schicht nahe der Ventrikelpalt die quer getroffenen Fibrae propriae cerebelli (fibr. propr. cer.)
 Bei Tub. ac. geht das Tuberculum acusticum in das Cerebellum über.
- Fig. 14. R. K. = Rindenknoten, Tr. cer. sp. = Tr. spino-cerebellaris ventralis. Zwischen Tr. vest. mes. und Rindenknoten verläuft der mesencephalische V-Wurzel (nicht bezeichnet). Übrige Bezeichnungen wie oben.
- Fig. 15. Tr. cer. mot. = Tr. cerebello-motorius.
 Tr. oct.-mot = tr. octavo-motorius.
 Die gekreuzten tecto-bulbären Fasern sind größtenteils schon geendet. Der ungekreuzte Tr. tecto-b. (r.) legt sich medial. Vom V. spaltet sich die mesencephalische (und cerebellare) Wurzel ab (nicht bezeichnet).
 F. asc. VIII et lat. = Fibrae ascendentes nervi VIII et nerv. laterales. Übrige Bezeichnungen wie oben
- Fig. 16. Eintritt des N. facialis, acusticus und lateralis anterior.
 Fasc. N. lt. p. = intramedullare Wurzel des Nervus lateralis posterior.
 Der Tr. cer. mot. und Oct. mot. verlaufen vereint. Die stark dorsale Lage des großzelligen motorischen VII ist beachtenswert. Einige motorische Wurzelfasern des VII erreichen den Endkern unter oder durch den Tr. descendens n. V verlaufend. (VII m). Der kleinzellige motorische VII, mehr in der Nähe des inneren sensibelen Feldes ist nicht angedeutet. Übrige Bezeichnungen wie oben.
- Fig. 17. Vaguseintritt. Der kleinzellige motorische Vagus Kern ist nicht angedeutet. Die dorsale Lage des großzelligen motorischen Vagus kernes (N. X m.) ist auffallend. Aus dem somato-sensibelen Felde treten viele Bogenfasern in das Areal der Schleife. Die oberen Bogenfasern, welche direkt unterhalb des motorischen X-Kernes entlang in die Vorterstranggrundbündel treten, dürften dem secondary infer. gustatory tract. Herriks entsprechen. Wo die sens. X-Wurzel in den Lobus vagi tritt, sind medial davon einige Ursprungsbündelchen des Tr. vago-trigeminalis zu sehen. Übrige Bezeichnungen wie oben.
- Fig. 18. Zeigt die Anordnung der Bahnen und Centren an der Übergangsstelle von Oblongata und Cervicalmerk, den Eintritt des N. accessorius und des ersten spino-occipitalen Nerven. Die wenigen kreuzenden Fasern in der Dorsalwand bilden den somatischen (äußeren sensibelen Teil) der Commissura infima (nicht bezeichnet).
 fun. p. = Funiculus posterior; rad. desc. VIII = Radix descendens n. octavi; rad. desc. V = Radix descendens nervi quinti; nucl. paras. = Nucl. paraseptalis. Übrige Bezeichnungen, wie oben.



Vorderhirn

Zwischen- und Mittelhirn

Oblongata

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Abhandlungen der Senckenbergischen Naturforschenden Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1906-1908

Band/Volume: [30_1906-1908](#)

Autor(en)/Author(s): Kappers C. U. Ariens

Artikel/Article: [Untersuchungen über das Gehirn der Ganoiden *Amia calva* und *Lepidosteus osseus* 447-500](#)