Die centrale Gehörleitung.

Von

Dr. Hans Held.

Assistenten am anatomischen Institut und Privatdocenten an der Universität zu Leipzig.

(Hierzu Taf. XIII.)

Die centrale Gehörleitung entsteht durch das Hereinwachsen der Achsencylinder des Nervus cochlearis in das Gehirn. Die entwickelungsgeschichtlichen Untersuchungen von His (1) haben nachgewiesen, dass das Ganglion cochleare, aus dem später sich dann das in der Schnecke liegende Ganglion spirale herausbildet, aus bipolaren Zellen besteht, deren peripher vordringende Achsencylinderfortsätze zwischen die Zellen des entstehenden Corti'schen Organes eintreten, während die centralen Fortsätze sich zum Stamm des Nervus cochlearis sammeln, der sich dann mit dem Nervus vestibularis und dem Nervus facialis vereinigt. Erstere beiden treten dann dort in den Hirnstamm ein, wo der Nervus facialis aus demselben heraustritt. Die Bipolarität jener Ganglienzellen des Cochlearisganglion ist dann in der jüngsten Zeit von Retzius (2) mittelst der Chromosmiumsilbermethode Golgi's an Hühnchenembryonen demonstrirt und die Endigung der peripheren Achsencylinderfortsätze derselben zwischen den Zellen des Gehörepithels nachgewiesen worden. Dass auch die centralen nervösen Fortsätze, die in das Gehirn eintreten, sich in gleicher Weise wie jene verhalten, indem sie sich zwischen den Nervenzellen gewisser grauer Massen des Hirnstammes unter Bildung von Endverzweigungen auflösen, habe ich (3) bereits früher nachweisen können.

Der Ursprung der centralen Gehörleitung liegt also ausserhalb des Centralnervensystemes; ihr schliessliches Ende ist in der grauen Rinde des Grosshirnes enthalten, dem Sammelplatz aller sensorischen Systeme. Der Weg zwischen beiden, zwischen dem Cochlearisganglion und dem corticalen Grau, giebt die Bahn, in welcher die ins Gehirn eindringenden Ge-

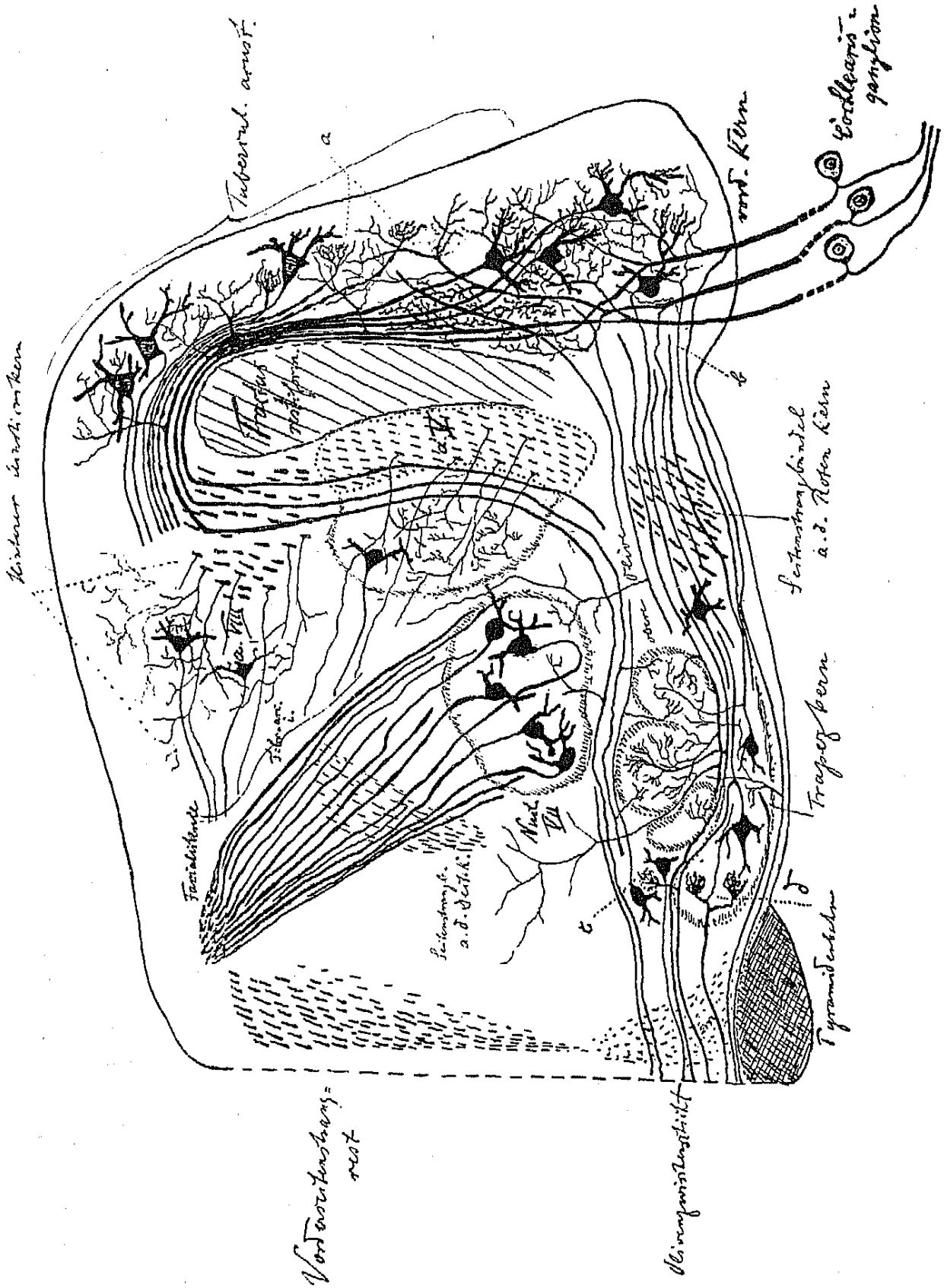
hörseindrücke fortgeleiteit werden. Diesen Weg der Gehörsbahn zu verfolgen, ihn anatomisch festzustellen, nachzuweisen, ob und welche graue Massen in derselben auftreten, sei es zur Verstärkung des Systemes sei es zur Umleitung der in ihr sich fortpflanzenden Reize auf andere Bahnen, so dass reflectorische Bewegungen eintreten, — ist die Aufgabe dieser Abhandlung.

Bevor ich auf dieselbe eingehe, scheint es mir nothwendig, einiges zu sagen über die Methode, welche die mitzutheilenden Resultate gegeben hat und die Begründung meiner Anschauungen mitenthält.

Ich habe früher (4) über die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze berichten können, soweit sie sich als markhaltig werdende Systeme aus dem Gewirr der Faserzüge des Hirnstammes isoliren lassen. Die damals mitgetheilten Resultate waren durch die Weigert'sche Haematoxylin-Markscheidenfärbung nach Pal'scher Modification erzielt worden. Meine Untersuchungen über die feinere Endigung der Cochlearisfasern im Gehirn basirten auf der Golgi'schen Chromosmiumsilberfärbung nach den von Ramon y Cajal und v. Kölliker angegebenen Modificationen. Das, was jene erste Methode nicht zu zeigen vermag, die Auflösung von Achsencylindern in Endverzweigungen, ihren Ursprung aus Ganglienzellen, das zu beobachten bietet die Silbermethode; und dadurch, dass diese unter Umständen einzelne Elemente eines Systemes gefärbt aus den übrigen heraussetzt, erhöht sie für den Untersucher die Möglichkeit, die Zusammensetzung einer Leitungsbahn aus ursprünglich verschiedenen Elementen scharf zu erkennen. Die Handhabung dieser letzteren Methode, die nur kleine Stücke des Gehirnes ausgiebig durchzufärben vermag, zwingt aber den Untersucher, wenn er ein über weite Strecken hin verlaufendes System bezüglich der zu ihm gehörenden Zellen und Fasern feststellen und ergründen will, eine Zusammensetzung der an den einzelnen Stellen der Bahn gefundenen Details vorzunehmen, um eine einheitliche Vorstellung von dem ganzen System zu bekommen. Es ist mit anderen Worten eine stete Correctur der an Silberbildern gewonnenen Beobachtungen nothwendig, um die Verlaufsweise von aus Zellen hervorgehenden Achsencylinderfortsätzen richtig zu erkennen. Und da die mehr oder weniger weite Verfolgung solcher Nervenfasern von der Schnittdicke abhängig ist, wenn nicht schon mangelhafte Färbung diese Möglichkeit noch weiter herabsetzt, so ist in diesem Sinne eine stete Vergleichung von nach Weigert'scher Methode erhaltenen Praeparaten mit Silberbildern unerlässlich, um ausgiebige Resultate aus an und für sich getrennten Beobachtungsweisen zu gewinnen. Auf diesem Princip beruhen nachstehende Untersuchungen.

Die erste graue Masse, in welcher ein sensibler Nerv überhaupt bei seinem Eintritt in's Gehirn sich ausbreitet, durch seine Achsencylinder

mit den dort liegenden Nervenzellen in Beziehung tretend, sind sein primärer Endigungsbezirk (His). Was für die hinteren Rückenmarkswurzeln zum Theil das Grau des Hinterhorns ist, das sind für den Nervus


Tuberculum acust.
Hinterer Gehörkern
Vordere Gehörkern
Tractus
Nucl. Tr.
Tractus
Tractus
Nucl. Tr.
Fasciculus
Fasciculus
Fasciculus

Dieser sein primärer Endigungsbezirk liegt in den Gehirnen verschiedener Vertebraten nicht überall ganz gleich zu anderen Theilen des Hirnstammes. Die Lage dieser beiden grauen Massen ist zwar insofern bei allen eine gleiche, als sie den seitlichen Partien des Hirnstammes jederseits ansitzen, so, dass der vordere Acusticuskern mehr aussen an der Basis liegt, während das Tuberculum acusticum sich dorsal von ihm um den Hirnstamm herum sich ausbreitet. Bei niederstehenderen Vertebraten wie Katze, Ratte, Kaninchen, Hund, Maus, werden beide ohne weiteres sichtbar an diesen Regionen des Hirnstammes, wenn man die sie bedeckenden und überhängenden Kleinhirnwindungen hinwegzieht. Bei höheren Vertebraten wie Chimpanse, Mensch liegen sie nicht mehr aussen an dem Hirnstamm. Dadurch, dass die Brücke infolge der grösseren Ausdehnung bei diesen beiden jene von unten her überlagert hat, sind dieselben in die Tiefe gedrängt worden. Bekanntlich tritt der Nervus cochlearis zusammen mit dem Nervus vestibularis und der Portio intermedia am hinteren Rande des Pons und zugleich an der Aussenseite der Medulla oblongata von unten her in diese hinein. Würde man hier mit einer Nadel hineinstechen, zugleich etwas nach vorn und innen zu gehend, so müsste man den vorderen Acusticuskern treffen. Fig. 5 zeigt seine Lage zur Brücke beim Menschen, Fig. 4 dieselbe bei der Katze.

Fig. 2.
Katze. Vorderer Acusticuskern. Cochlearisfasern. Zeitz 7. Oc. 1.

Fig. 3.
Katze. Tuberculum acusticum. Zelle des II. Golgi'schen Typus. Zeitz 7. Oc. 2.

Während so die Lagebeziehungen des vorderen Acusticuskernes zur Brücke bei den verschiedenen Vertebraten wechselnde sein können, so dass nicht von dieser eine

absolute Lagebestimmung für ihn abzuleiten ist, sind solche constant zu dem in's Kleinhirn hineinziehenden Corpus restiforme vorhanden.

Um dies noch genauer praecisiren zu können, gehe ich zunächst von dem dem vorderen Acusticuskern aufsitzenden Tuberculum acusticum aus, da dieses zusammen mit dem Corpus restiforme ihn gewissermaassen zwischen sich fasst. Dort, wo das Corpus restiforme jederseits aus der Rautengrube als seitliche Begrenzung derselben heraustritt, um von unten her in die Masse des Cerebellum einzudringen (Bezirk der Rautenbreite, His), liegt das Tuberculum acusticum; es zieht sich von unten und aussen her um jenes herum und dorsalwärts bis auf seine Höhe herauf. Sein oberes Ende in der Längsausdehnung ist dort gegeben, wo die Kleinhirnmasse an das eindringende Corpus restiforme heranstösst.

Sein medialer Rand ist makroskopisch nicht wahrnehmbar; es schliesst sich hier unmittelbar in gleichmässiger Weise der hintere Acusticuskern an, welcher für den Nervus vestibularis den primären Endigungsbezirk vorstellt. Figg. 5 und 6 zeigen diese Verhältnisse vom Menschen, Fig. 4 von der Katze. Der vordere Acusticuskern nun liegt ventralwärts von diesem Tuberculum acusticum und zugleich unten aussen vom Corpus restiforme, an dem es sich in Form einer dünnen Zellsäule nur ein wenig dorsalwärts zu emporzieht; jenes giebt seine äussere, dieses seine innere obere Begrenzung. An die freie Oberfläche der Medulla oblongata stösst also bei jenen Thieren nur die ventrale Fläche dieser grauen Masse heran; beim Chimpanse und Menschen liegt der hintere Theil der Brücke darüber. Bei jenen gelangt der eindringende Nervus cochlearis direct in den vorderen Acusticuskern, bei diesen muss er erst die Brückensubstanz durchsetzen, um in ihn eintreten zu können. (Figg. 1 und 4 im Vergleich zu Fig. 5).

Zu einander liegen vorderer Acusticuskern und Tuberculum acusticum in folgender Weise bezw. ihrer Totalausdehnung. Dieses erstreckt sich weiter spinalwärts, jener weiter cerebralwärts. Dies lässt sich leicht an successiven Querschnitten durch die Medulla oblongata, die von unten nach oben auf einander folgen, feststellen. Zuerst tritt seitliche Tuberculummasse auf; dann beginnt dort, wo dieses bereits seine mächtigste Entfaltung und Ausdehnung zeigt, der vordere Acusticuskern sichtbar zu werden (Fig. 6 vom Menschen). Und während dieser nun an Grösse zunimmt, nimmt jene graue Masse ab, und ersterer grenzt dann später weiter oben direct an die Masse der Kleinhirnflocke bezw. des Flockenstiels. Beim Menschen (Fig. 5) liegt dann in diesen Ebenen der vordere Acusticuskern zwischen Flockenstiel und Tractus restiformis; bei jenen Thieren liegen noch Flockenwindungen demselben von aussen her auf. Und da die Brücke bei diesen erst weiter oben beginnt,

so gelingt es deshalb hier, durch Zurückklappen der Kleinhirnflocke den vorderen Acusticuskern sichtbar zu machen (Fig. 7 A von der Katze). Soviel zur topographischen Lage dieser beiden grauen Massen, der ersten, welche in der centralen Gehörsleitung intramedullär auftreten.

Im vorderen Acusticuskern nun beginnt die Auflösung der Fasern des Nervus cochlearis. Seine Achsencylinder zeigen hier ausgiebige dichotomische Theilungen; die Theiläste zerfallen wieder auf Grund neuer Theilungen in ein Gewirr feiner Fäserchen, welche den vorderen Acusticuskern in seiner ganzen Ausdehnung durchsetzen; sie gelangen hierbei auch in die angrenzenden Tuberculumpartien. In Fig. 1 sind einzelne dieser Nervenfasern abgebildet worden. Jene Endverzweigungen können nun verschiedene Formen hier annehmen; sie zeigen bald eine mehr diffuse Ausbreitung, bald geben sie Bilder, welche an jene Faserkörbe erinnern, welche von Ramon y Cajal, v. Kölliker, van Gehuchten, Retzius u. A. im Cerbellum beschrieben worden sind. Theils ähneln sie motorischen Endplatten, theils auch endigen sie unter Bildung von knopfförmigen und kolbenartigen Anschwellungen, die bald kleinere bald grössere Fortsätze noch secundär aus sich hervorgehen lassen (Fig. 2). Derartige Bilder habe ich bisher nur von den Cochlearisfasern bei der Katze erhalten können; sie ähneln den von Ramon y Cajal im Cerebellum beobachteten Moosfasern.

In diesen primären Endigungsbezirk des Cochlearnerven gelangen aber auch vereinzelte Collateralen aus der Wurzel des Vestibularnerven, dort wo dieser an der medialen Seite des vorderen Acusticuskernes vorbeizieht. Solche Collateralen habe ich bis jetzt nur bei der Katze nachweisen können. Es folgt aber hieraus, dass in der späteren Bahn des eigentlichen Hörnerven auch Reize aus der Vestibularsphäre vordringen können. Doch ist die hauptsächliche centrale Leitung für letztere eine andere; sie geht von den aus dem hinteren Acusticuskern sich entwickelnden secundären Bahnen aus. Es bleiben aber nicht alle eintretenden Wurzelfasern des Hörnerven in diesem primären Endigungsbezirk. Ein Theil derselben gelangt in Bahnen, welche früher als rein secundäre Systeme der hinteren Acusticuswurzel aufgefasst worden sind, Bahnen, welche sogar von anderer Seite her als überhaupt nicht mit dem Hörnerven in Verbindung stehend beschrieben werden.

Man orientirt sich über dieselben, die in den verschiedenen Gehirnen sehr verschieden im weiteren Verlauf liegen können, am besten nach ihrer Lage zum Tractus restiformis, der auch für jene grauen Massen die sichersten Lagebeziehungen gab, aus welchen, wie wir sehen werden, diese hervorgehen.

Ventral vom Tractus restiformis, gleichsam unter ihm hinwegzielend, tritt medial aus dem vorderen Acusticuskern das Corpus trapezoideum heraus, um jederseits an der basalen Fläche der Medulla oblongata zur Mittellinie zu ziehen, wo es mit dem gleichen Faserzug der anderen Seite eine grosse totale Kreuzung eingeht (Figg. 1 und 4 von der Katze). In entgegengesetzter Richtung zu dieser Bahn, dem Corpus trapezoideum, zieht aus dem vorderen Acusticuskern und aus dem Tuberculum acusticum eine Fasermasse heraus, welche sich dorsalwärts wendet und im gleichen Verlaufe mit dem Grau des Tuberculum das Corpus restiforme von aussen und dann von oben her umsäumt. Dieser Faserzug wird zu den Striae acusticae.

Beide Bahnen also aus jenem primären Endigungsbezirk des Hörnerven führen noch directe Wurzelfasern (Fig. 1). Dies ist äusserst wichtig für die Frage, welche ich später noch zu beantworten haben werde, wie weit der Begriff des primären Endigungsbezirkes eines sensiblen Nerven ausgedehnt werden muss. Jene Lagebeziehungen dieser Bahnen zum Tractus restiformis sind bei den oben angeführten Vertebraten fast gleiche mit Ausnahme der Ratte; bei dieser geht ein Theil der Striae mitten durch jene Fasermasse hindurch. Hierauf komme ich noch zurück, wenn ich auf die Ursachen einer Entstehung der dorsalen im Gegensatz zur ventralen Bahn einzugehen habe.

Beide Faserzüge enthalten schon dort, wo sie aus jenen beiden grauen Massen hervorgehen, nicht mehr gleichwerthige Elemente. Einen Bestandtheil habe ich bereits oben nachgewiesen; es sind dies Wurzelfasern des Hörnerven. Einen zweiten, weitaus grösseren, bilden die Achsencylinderfortsätze gewisser in jenen grauen Massen gelegenen Ganglienzellen (Fig. 1). So weit meine Untersuchungen reichen, finden sich im vorderen Acusticuskern wie im Tuberculum acusticum zahlreiche grosse multipolare Zellen; in ersterem zeigen sie einen mehr rundlichen, in diesem einen mehr eckigen, pyramidenförmigen Zellleib. Ausser diesen sind aber noch kleinere Ganglienzellen zu beobachten, deren Achsencylinderfortsätze den sogen. zweiten Typus von Golgi zeigen, sich also in kurzer Entfernung von der Zelle durch wiederholte Theilung in eine Summe von Endzweige auflösen (Fig. 3). (Diese sind in Fig. 1 der Uebersichtlichkeit wegen nicht gezeichnet worden.) Die ersteren Nervenzellen sind es, deren mächtige Achsencylinderfortsätze in jene Bahnen übergehen; sie sind für diese Systemzellen.

Aus den Systemzellen des vorderen Acusticuskernes gehen nun das Corpus trapezoideum als ventrale, zum Theil auch die Striae als dorsale Bahn hervor; der übrige grössere Rest letzterer wird von den Achsencylinderfortsätzen der Systemzellen des Tuberculum

acusticum gebildet. Die Striae haben also einen doppelten Ursprung, einen geringeren im vorderen Kern, einem mächtigeren im Tuberculum (Fig. 1).

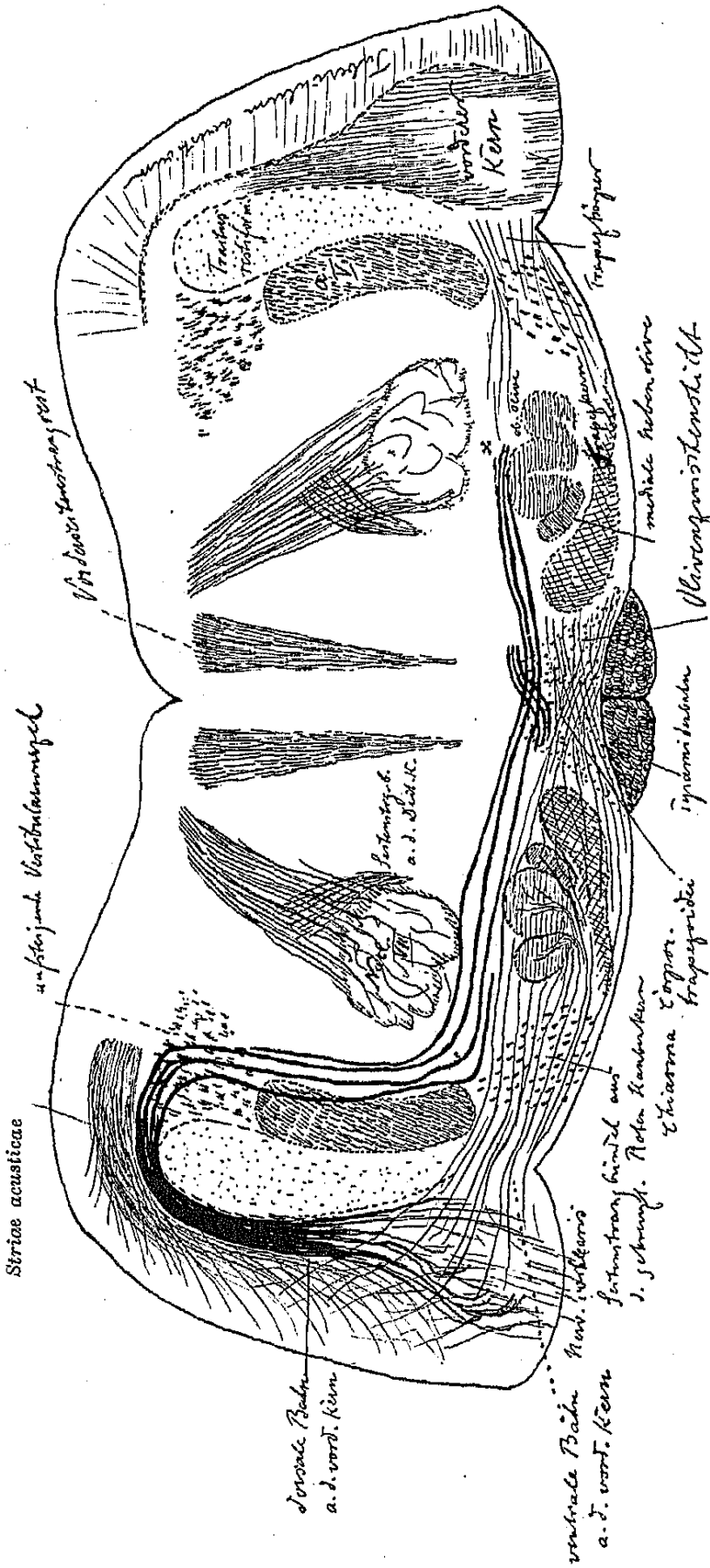
Schon seit langer Zeit haben die Striae acusticae die Aufmerksamkeit der Anatomen auf sich gezogen; sie fallen bei einer ganzen Anzahl von menschlichen Rautenhirnen als in der Rautenbreite gelegene quere Markstreifen auf, welche aus beiden Seitengebieten der Rautengrube hervorgehen und sich meistens in der Mittellinie in die Tiefe senken. Oberflächliche Fortsetzungen, die in Form dünner Markzüge zum oberen Ende der Rautengrube verlaufen, sind von Bergmann, mit dem Hörnerven in Verbindung gebracht und als Klangstab bezeichnet worden; eine Bildung, die höchst selten und in der Regel nur einseitig zu beobachten ist. In vielen Rautengruben ist überhaupt nichts von Striae in diesem Sinne wahrzunehmen; auch mikroskopische Untersuchungen zeigen, dass diese für den Menschen offenbar ein inconstantes System bedeuten. Von Flechsig (5) ist wiederholt hierauf hingewiesen worden und in enge Beziehung zu der Thatsache gebracht, dass das Tuberculum beim Menschen viel weniger entwickelt ist wie bei Thieren. Andererseits finden sich bei diesen nie jener oberflächliche Verlauf am Boden der Rautengrube wie bei jenem.

Bezüglich ihrer Bedeutung im letzteren Fall gehen die Ansichten aller Autoren dahin, dass sie mit der hinteren Acusticuswurzel, dem Nervus cochlearis, in Verbindung stehen; wegen ihrer Markhaltigkeit, die sie vom grauen Boden der Rautengrube als weisse Stränge abhebt, sind sie auch als Striae medullares bezeichnet worden.

Von v. Monakow (6) ist den Striae bei Thieren auf Grund von experimentell erzeugten Degenerationen derselben die Bedeutung einer „Verbindungsbahn zwischen den primären Acusticuscentren und dem Grosshirn“ vindicirt worden; nur ihnen soll ausschliesslich diese Aufgabe zukommen, eine Auffassung, die schon von Forel und Onufrowicz (7) geäussert worden. Dieser Ansicht hat sich auch Edinger (8) mit einer gewissen Modification, worauf ich später eingehen werde, angeschlossen. Nach meinen Untersuchungen entspringen nun, wie oben gezeigt, die Striae aus dem Tuberculum; in dieser Hinsicht kann ich mich also jenen Angaben anschliessen, nicht aber darin, dass sie die einzige centrale Bahn für den Hörnerven darstellen soll. Gleichwerthig ist ihr darin, wie gezeigt, der Trapezkörper, wobei aber noch das hinzukommt, dass letzterer eine viel mächtigere und constantere Bildung ist.

Da die Striae nun zum Theil auch (s. oben) aus dem vorderen Acusticuskern entspringen, so müssen im Begriff der „Striae acusticae“ zwei Systeme scharf getrennt gehalten werden: die Tuberculumbahn (Striae

acustiae im engeren Sinn) und die dorsale Bahn aus dem vorderen Kern. Der Unterschied beider geht schon daraus hervor, worauf ich früher (4) hingewiesen habe, dass sie zu verschiedenen Zeiten Markscheiden bekommen. Die dorsale Bahn aus dem vorderen Kern ist bei der neugeborenen Katze z. B. schon ausgeprägt markhaltig, die Tuberculumbahn erst bei der ungefähr sieben Tage alten; ein menschlicher Foetus von 26 cm Kopf-Fersenlänge lässt in ersterer schon viele Markfasern beobachten, ein neugeborener Mensch zeigt nach Flechsig noch nichts von Striae acusticae in jenem engeren Sinn. Von v. Monakow und besonders von Baginsky (9) sind diese beiden Systeme in den Striae schon unterschieden worden, doch nicht in so scharfer Weise bezüglich ihres Ursprungs wie auch ihres weiteren Verlaufes.


Striae acusticae
Dorsale Bahn
a. d. vord. Kern
ventrale Bahn
a. d. vord. Kern
vorderer Kern
Trapezkörper
Olivenzwischenstück
Corpus trapezoideum
Ganglion trapezoideum
Corpus trapezoideum
Ganglion trapezoideum
Ganglion trapezoideum
Ganglion

vorderen Acusticuskern entspringen, sind ferner solche zu unterscheiden, die, abgesehen von den Wurzelfasern des Hörnerven, hier endigen. Es ziehen aus den Striae in das Tuberculum und aus dem Trapezkörper in

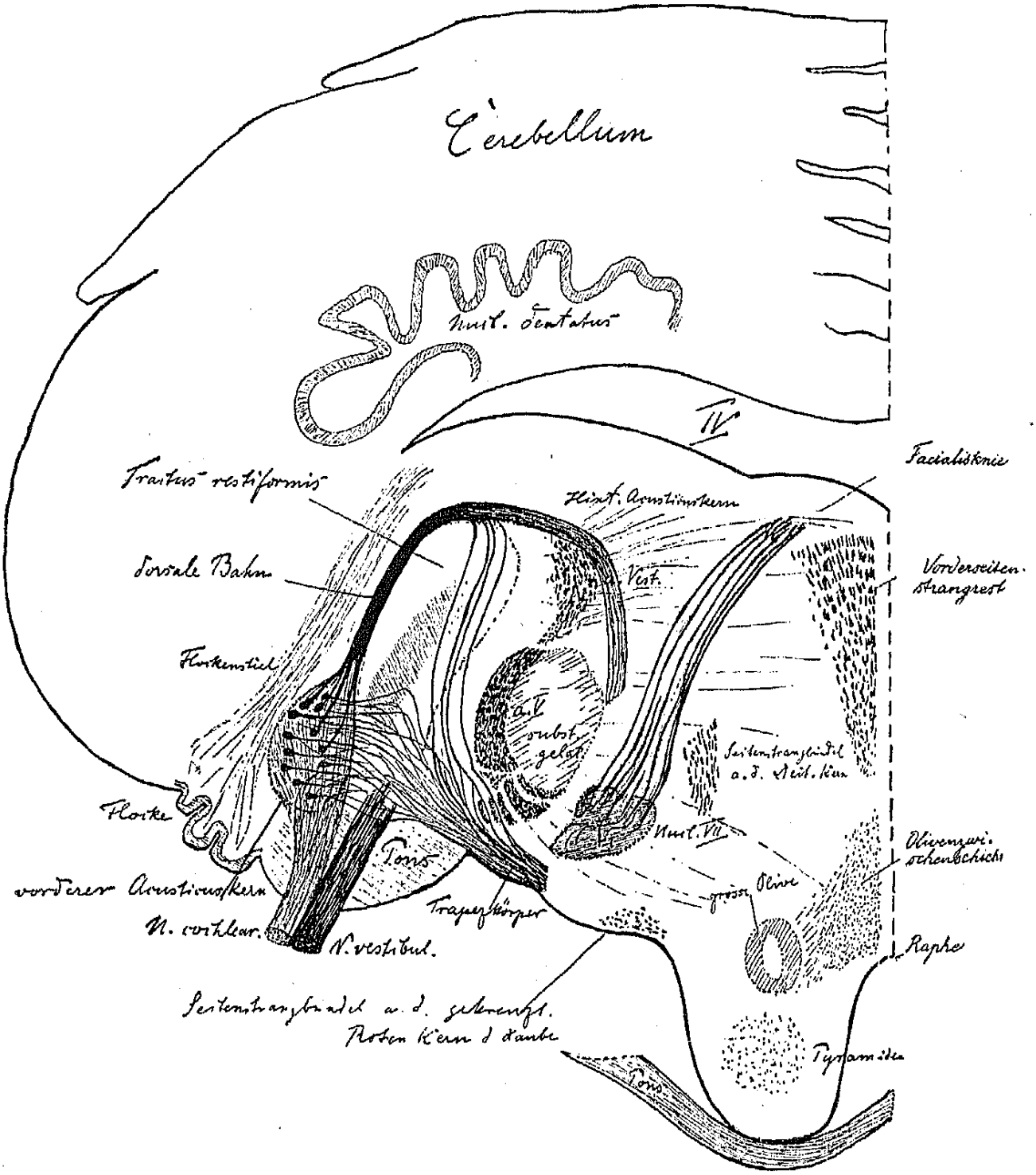


Fig. 5.

Mensch; nach einem Markscheidenpraeparat von einem 32 cm langen Foetus. Schematisch.

den vorderen Kern Fasern hinein, welche unter Auflösung in Endäste hier endigen; erstere gelangen bis in die „mittlere Schicht des Tuberculum“ hinein und zeigen hier mehr eine Bildung von Faserkörben,

ähnlich der von Ramon y Cajal und v. Kölliker in der Kleinhirnrinde beschriebenen, welche wie jene dort um den Zellleib der Purkinje'schen Zellen hier um den der grossen pyramidenförmigen Ganglienzellen herumliegen, deren Achsencylinderfortsätze jenen Tuberculumantheil der Striae bildeten (Fig. 1a). Die letzteren lösen sich in Endzweige auf, welche in diffuser Weise den vorderen Kern durchsetzen (Fig. 1b). Den Ursprung dieser Faserkategorie will ich weiter unten nachzuweisen versuchen.

Wir haben also bis jetzt nach dem vorstehenden an Fasergruppen in den dorsalen (Striae) wie in den ventralen (Corpus trapezoideum) Bahnen, die aus dem primären Endigungsbezirk des Hörnerven hervorgehen, folgende zu unterscheiden:

1) Wurzelfasern Nerv. cochlearis;
2) in jenem entspringende Fasern (Achsencylinder der Systemzellen);
3) in jenem endigende Fasern.

Die weiteren centralen Fortsetzungen der Striae und des Trapezkörpers liegen zunächst im Bereich der Brücke, etwas anders bei Katze, Kaninchen, Ratte u. s. w. als beim Chimpanse und Menschen. Nur soviel sei hier gleich erwähnt, dass die ursprünglich getrennt verlaufenden Systeme, nachdem sie durch verschiedene graue Massen in ihrem Verlauf Veränderungen erfahren haben, schliesslich sich wieder vereinigen und zwar zur hauptsächlich gekreuzt zum Ursprung liegenden unteren oder lateralen Schleife (Fig. 7B); jene graue Massen, zu denen sie hier in Beziehung treten, sind obere Olive und Trapezkern.

Ich bespreche zunächst den Verlauf des Systems, welches aus dem vorderen Acusticuskern entsprang. Dasselbe spaltete sich in zwei Bahnen; das eine zog dorsalwärts, sich den in dieser Richtung durch den vorderen Kern hindurchtretenden Wurzelfasern des Hörnerven anschliessend; das zweite trat medialwärts aus dieser grauen Masse heraus, ventral bleibend und unter dem Tractus restiformis hinwegziehend, zusammen mit den hier vordringenden Cochlearisfasern. Beide vereinigen sich bald wieder mit einander.

Die dorsale Bahn umschlingt den Tractus restiformis von oben her (tiefe Portion der Striae Autt.), durchzieht dann den hinteren Acusticuskern im Bereich der absteigenden Vestibularwurzel und durchsetzt in die Tiefe dringend hier theils die absteigende Trigeminuswurzel, theils die medial vor ihr liegende Substantia gelatinosa, um sich nun theils unter dem Facialiskern hinziehend, theils denselben durchquerend mit der ventralen Bahn zu vereinigen (Figg. 1 und 4). In dieser in sehr geringen Höhenunterschieden erfolgenden Vereinigung beider Bahnen zu einem einheitlichen, geschlossen dann cerebralwärts vordringenden Faserzug, dem Corpus trapezoideum Autt., ist jene genetische Zusammengehörigkeit

ausgeprägt, die für beide im vorderen Acusticuskern Systemzellen nachwies. Dafür, dass sie an der Ursprungsstelle schon diesen anfänglich ganz verschiedenen Verlauf einschlugen, scheint mir folgendes mechanische Moment in Betracht zu kommen. Es gewinnt den Anschein, als ob auf einer gewissen entwickelungsgeschichtlichen Stufe das aus Fibrae arcuatae und sonstigen Faserzügen sich sammelnde Corpus restiforme bei seinem Empordringen in's Kleinhirn Wegverschiebungen für die aus dem vorderen Acusticuskern herauswachsenden Achsencylinderfortsätze machte, in Folge dessen der eine Theil eine dorsale Ablenkung erfuhr (die spätere dorsale Bahn), während der übrige Theil sich ventralwärts in die unter demselben sich bildende Strasse hineinschob. Wenn mir auch für diese Anschauung bis jetzt noch keine direct aus entwickelungsgeschichtlichen Praeparaten gewonnene Beobachtungen zur Seite stehen, so halte ich dieselbe doch durch gewisse Fälle von Variation in der Verlaufsweise jenes dorsalen Systems für begründet. Es lassen sich nämlich bei den einzelnen Individuen derselben Art, so z. B. bei der Katze, in den verschiedenen Hirnstämmen abirrende Bündel in dieser Bahn beobachten. Die einen zeigen ausschliesslich jenen beschriebenen Verlauf, der in einer reinen Umkreisung des Tractus restiformis ausgeprägt war; andere zeigen daneben noch Faserzüge, welche hiervon abweichen, indem sie sich in manchmal sehr gewundenen Bogenformen durch den Tractus restiformis selber durchzwängen. Bei den meisten Thieren ist jener erstere Typus ausgeprägt; ein Vorherrschen des letzteren zeigt sehr oft die Ratte. Ausser diesen giebt es dann noch Formen, welche Fasern zeigen, die lateralwärts vom Tractus restiformis eigenthümliche Bogenkrümmungen beschreiben, indem sie etwas an seiner Aussenseite hochziehend hier in scharfem Winkel oft umbiegen und wieder ventralwärts hinunterziehen. Sehr schön findet man diese Verlaufsrichtung an jungen Katzengehirnen bei den Fasern ausgeprägt, die in den höheren Ebenen aus dem vorderen Acusticuskern zum Trapezkörper ziehen (Fig. 7 A). Auch beim Menschen lassen sich diese beschriebenen Verhältnisse nachweisen (Figg. 1 und 5). Sämmtliche Verlaufsrichtungen der centralen Bahn aus dem vorderen Acusticuskern zeigt in schematischer Weise Fig. 12, S. 234. Das Studium dieser Varianten hat insofern noch seine Bedeutung, als es den Werth jener oben auseinandergesetzten Vergleichung von Weigertpraeparaten mit Silberbildern erst in's rechte Licht rückt. Bei reiner Beobachtung und Durchforschung von Silberbildern darf man nie aus der Richtung eines Achsencylinderfortsatzes, vor Allem wenn er nur wenig weit von seinem Zellursprung zu verfolgen ist, auf seinen Uebergang in ein bestimmtes Bahnsystem ohne weiteres schliessen; von fast allen Autoren, die auf diesem Gebiet gearbeitet haben, ist das oft noch weit von der Zelle erfolgende Umbiegen eines

Achsencylinders in manchmal geradezu entgegengesetzte Richtung zum ursprünglichen Verlauf hervorgehoben worden. Jene Klippe nun zu vermeiden, ist, in hohem Grade durch eine ausgedehnte Vergleichung mit Weigertpraeparaten, zumal wenn sie entwickelungsgeschichtliche Verhältnisse zeigen, möglich. Congruente Bilder, die hier nach mehrmaligen Biegungen eine bestimmte Verlaufsweise einschlagende Markfasern zeigen, dort einen ähnlich ja gleich verlaufenden Achsencylinderfortsatz, geben eine sichere Verwendung getrennter Beobachtungsweisen.

Wie oben gezeigt, sind die directen Fortsetzungen der Achsencylinderfortsätze der Systemzellen des vorderen Acusticuskerns die Fasern des Corpus trapezoideum. Hier besteht eine Differenz zwischen Sala (10) und mir. Dieser giebt auch an, dass das Corpus trapezoideum aus jenen Zellen entspringt; doch giebt er die Mittheilung ferner, dass ihre Achsencylinderfortsätze theilweise T-förmige Theilungen zeigten, von denen der eine Theilast zur Trapezfaser würde, während der andere in den Nervus cochlearis überginge. Nach seiner vorläufigen Mittheilung hierüber ist bisher meines Wissens keine ausführliche Arbeit mit diesbetreffenden bildlichen Darstellungen erfolgt, so dass ich nicht urtheilen kann, ob diese Theiläste bis in den aus dem Gehirn heraustretenden Cochlearisstamm zu verfolgen waren.

Solche Beobachtungen wie Sala habe ich bisher nicht machen können; doch bin ich vorläufig weit davon entfernt, aus meinen diesbezüglich negativen Resultaten jene Verhältnisse leugnen und bestreiten zu wollen, zumal da, wie von His jun. (11) hervorgehoben worden ist, die Lage des sogenannten intracraniellen Cochlearisganglion am erwachsenen Gehirn bisher unbekannt geblieben ist. Derselbe giebt an, dass ein Theil der bipolaren Zellen des früher einheitlichen Cochlearisganglions cerebralwärts vorrückend sich ventral dem Hirnstamm zwischen den hier eindringenden Cochlearisfasern anlagert. Beiden Beobachtungen zufolge würde also ein Theil des vorderen Acusticuskerns jenes intracranielle Ganglion mitenthalten, hiermit würde dann auch die Thatsache in Einklang zu bringen sein, dass ein Theil der Ganglienzellen hier Scheiden besitzt, ähnlich den im Spinalganglion befindlichen. Von Forel und Onufrowicz ist früher der vordere Kern als eine dem Spinalganglion homologe Bildung aufgefasst worden. Dass nicht der ganze Kern diese Bedeutung haben kann, zeigt jene Beobachtung von Sala, der nur für einen Theil seiner Zellen die Bipolarität in Anspruch nimmt. Ich selber habe in den verschiedenen Regionen des vorderen Acusticuskerns immer nur jene oben ausgeführten Beobachtungen machen können. Und wenn ich auch mitunter kleine Seitenäste, die sich bald verzweigten, an den Achsencylindern jener Zellen beobachten konnte, einen Uebergang der Theiläste in peripher vom Hirnstamm befindliche

Wurzelfasern des Hörnerven habe ich nie auch nur andeutungsweise gesehen. Nach meinen Untersuchungen endigt der Hörnerv im vorderen Kern, während Trapezfasern in ihm entspringen. Das Corpus trapezoideum, auf das ich jetzt einzugehen habe, liegt verschieden; anders bei jenen Thieren als beim Chimpanse, als beim Menschen. Die geringe Brückenausdehnung spinalwärts bei ersteren lässt den Trapezkörper hier eine oberflächliche Lage an der Hirnstammbasis einnehmen; bei letzteren liegt er in der Tiefe drin, unter den sich drunterweg ziehenden Brückenfasern verborgen.

In jenem ersten Fall liegt der Trapezkörper folgendermaassen zu anderen Theilen der Medulla: Jederseits vom vorderen Acusticuskern her zieht sich seine Fasermasse dicht an der ventralen Oberfläche der Medulla, diese hier vorwölbend, über ihre ganze Breite hinweg; der Mittellinie zu nur werden seine Faserzüge durch die über ihn hinwegziehenden Pyramidenbahnen jederseits etwas verdeckt (Fig. 4). Cerebralwärts legt sich dann der hintere Rand der Brücke dieser queren Fasermasse auf, als zweite ventrale Vorwölbung sich an jene erstere schwächere anreihend. In der Raphe liegt nun, wie aus mikroskopischen Schnitten hervorgeht, eine mächtige totale Kreuzung im Trapezkörper drin, ein Chiasma Nervi cochlearis, wie ich zeigen werde, analog dem des Nervus opticus. Es treten hier die jederseits aus dem vorderen Acusticuskern hervorgehenden Faserzüge wie durcheinander gesteckte Finger durcheinander hindurch, so dass also Nervenfasern der einen Seite schliesslich der anderen angehören (Fig. 4).

Im Corpus trapezoideum drin, von seiner Fasermasse rings umgeben, liegen jederseits graue Massen. Verschiedene Abtheilungen müssen in diesen unterschieden werden; der eine Theil hat wegen seines gewundenen Blattes, welches an die unteren oder grossen Oliven am Anfang des verlängerten Markes erinnert, den Namen obere Olive erhalten, zum Unterschied von jenen; eine zweite Abtheilung liegt dieser der Raphe zu an, eine mediale Nebenolive bildend; ein dritter Theil, ventral von diesen beiden gelegen, zieht sich zwischen die Querfaserzüge des Trapezkörpers in die Länge; er ist von Flechsig als Trapezkern bezeichnet worden. Von diesen drei Abtheilungen zeigt die eigentliche obere Olive bei Chimpanse und Mensch etwas abweichende Formen von den bei anderen Thieren zu findenden. Die Anzahl der Windungen ist hier geringer, das graue Blatt selber flacher und zeigt lange nicht jene räumliche Ausdehnung vor allem cerebralwärts zu, wie sie in hervorragender Weise bei Katze, Kaninchen, Hund u. s. w. in die Augen springt. Doch weichen auch hierin die einzelnen Gehirne verschiedener Menschen unter einander ab.

Das Corpus trapezoideum bei Mensch und Chimpanse unter-

scheidet sich vor allem durch seine topographischen Beziehungen zur Pons von dem jener Thiere; es liegt hier von den Brückenfasern bedeckt. Die Mächtigkeit der Brücke ist Ursache dieser abweichenden Lage des Trapezkörpers; sie ist es andererseits hauptsächlich, welche dem Hirnstamm des Chimpanse jene frappante Aehnlichkeit mit einem menschlichen aufprägt. Ein kleiner Theil der Fasermasse des Trapezkörpers, der am meisten caudalwärts gelegene, liegt bei beiden nur jederseits frei an der ventralen Oberfläche der Medulla und sieht etwas unter dem hinteren Rand der Brücke hervor; dort nämlich, wo die eben aus dem vorderen Acusticuskern medial herausgetretenen Fasern unter der absteigenden Trigeminuswurzel hinweg nach innen zu ziehen. Doch verschwinden sie bald wieder unter der Brücke, da sie etwas nach oben hin convergiren (Fig. 5). Der Trapezkörper bei Mensch und Chimpanse liegt also grösstentheils durch die Brückenmasse verdeckt in der Tiefe des Hirnstammes und zwar genau an der Grenze zwischen Brücke und Haube; er liegt also noch etwas tiefer wie die „tiefen Brückenfasern Autt." (Fig. 8 und Taf. XIII Fig. 1). Fig. 8 zeigt dies sein Verhältniss zu letzteren beim Menschen, Fig. 9 und Taf. XIII Fig. 1, beim Chimpansen. Seine dorso-ventrale Ausdehnung scheint von derjenigen der oberen oder medialen Schleife abhängig zu sein, deren Längszüge die Querfasern des Trapezkörpers hier durchziehend und durchflechtend von einander drängen. Aus diesen gegenseitigen Verhältnissen und Beziehungen wird die auffallende Breite des Trapezkörpers beim Chimpanse abgeleitet werden müssen. Welche Stellung und Bedeutung haben nun die im Trapezkörper aufgetretenen grauen Massen, die obere Olive und der Trapezkern? Silberpraeparate zeigen (Fig. 1 und Taf. XIII Fig. 6), dass die Trapezfasern zahlreiche Collateralen abgeben, welche die ganze obere Olive anfüllen, indem sie unter Auflösung in Endverzweigungen sich hier ausbreiten, in unendlich viel dichterer Weise wie dies in beiden Figuren gezeichnet ist. Die Durcheinanderwirrung der vielen einzelnen Collateralen ist hier so gewaltig, dass es sogar mit Hilfe stärkerer Systeme nicht möglich ist dies Flechtwerk aufzulösen und in einzelne Collateralenantheile zu zerlegen.

Diese „Collateralen des Trapezkörpers zur oberen Olive" stammen sowohl aus den dorsalen wie aus den ventralen Abschnitten. Der dorsale Theil der Trapezfasern stammte, wie Figg. 1 und 4 zeigen, aus der dorsalen Bahn, aus dem vorderen Acusticuskern; und wie diese bei ihrem Vorbeiziehen unter dem Tuberculum acusticum (Fig. 1) Collateralen in dieses hinein abgab, so lassen auch hier wieder die betreffenden Achsencylinder Seitenäste zur oberen Olive abzweigen. Auch der Trapezkern und die mediale Nebenolive bekommen in ausgedehnter Weise Collateralen der Trapezfasern (Fig. 1). In diesen histo-

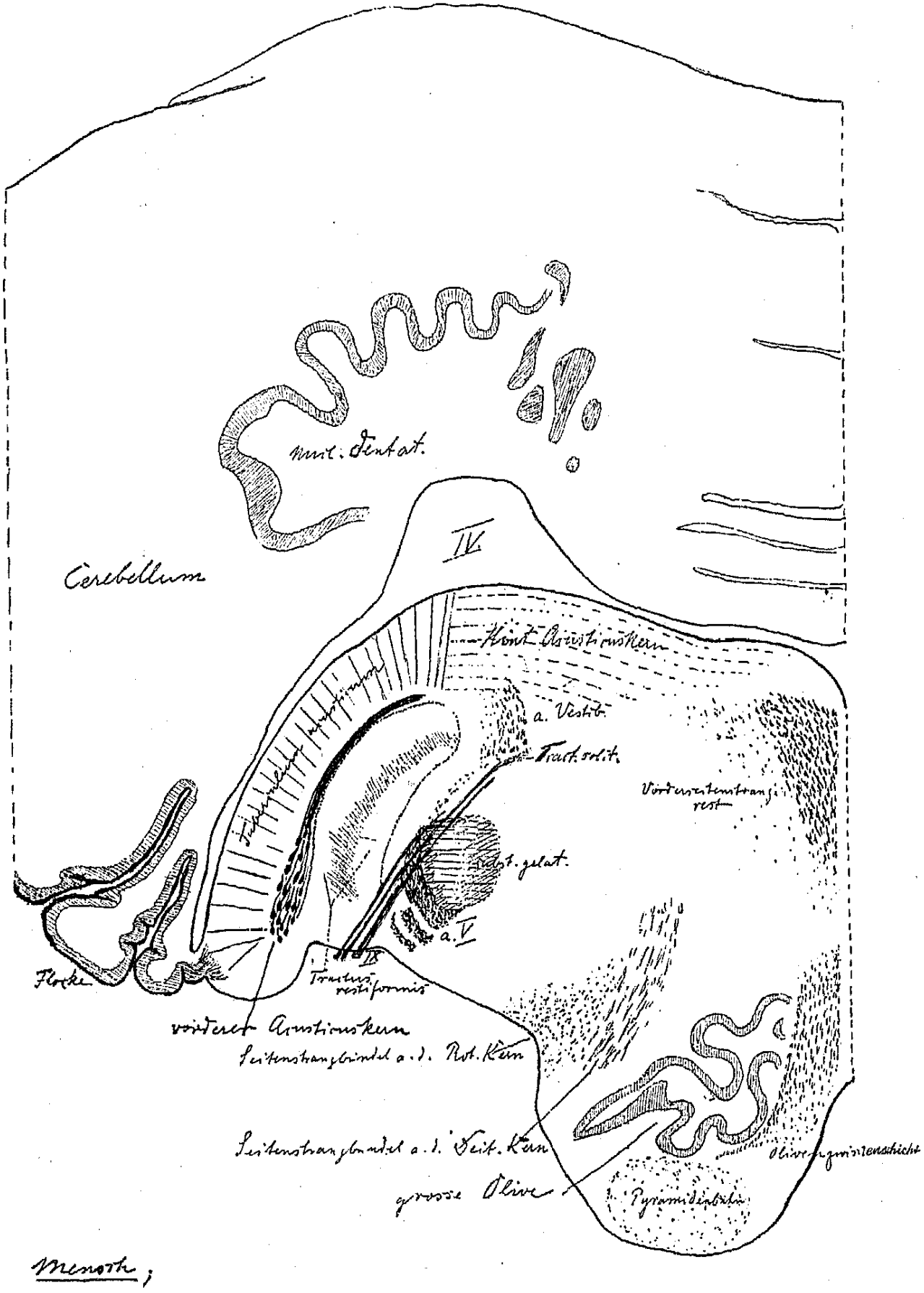


Fig. 6.

Mensch; nach einem Markscheidenpraeparat von einem 32 cm langen Foetus. Schematisch. Der Schnitt etwas tiefer wie Fig. 5.

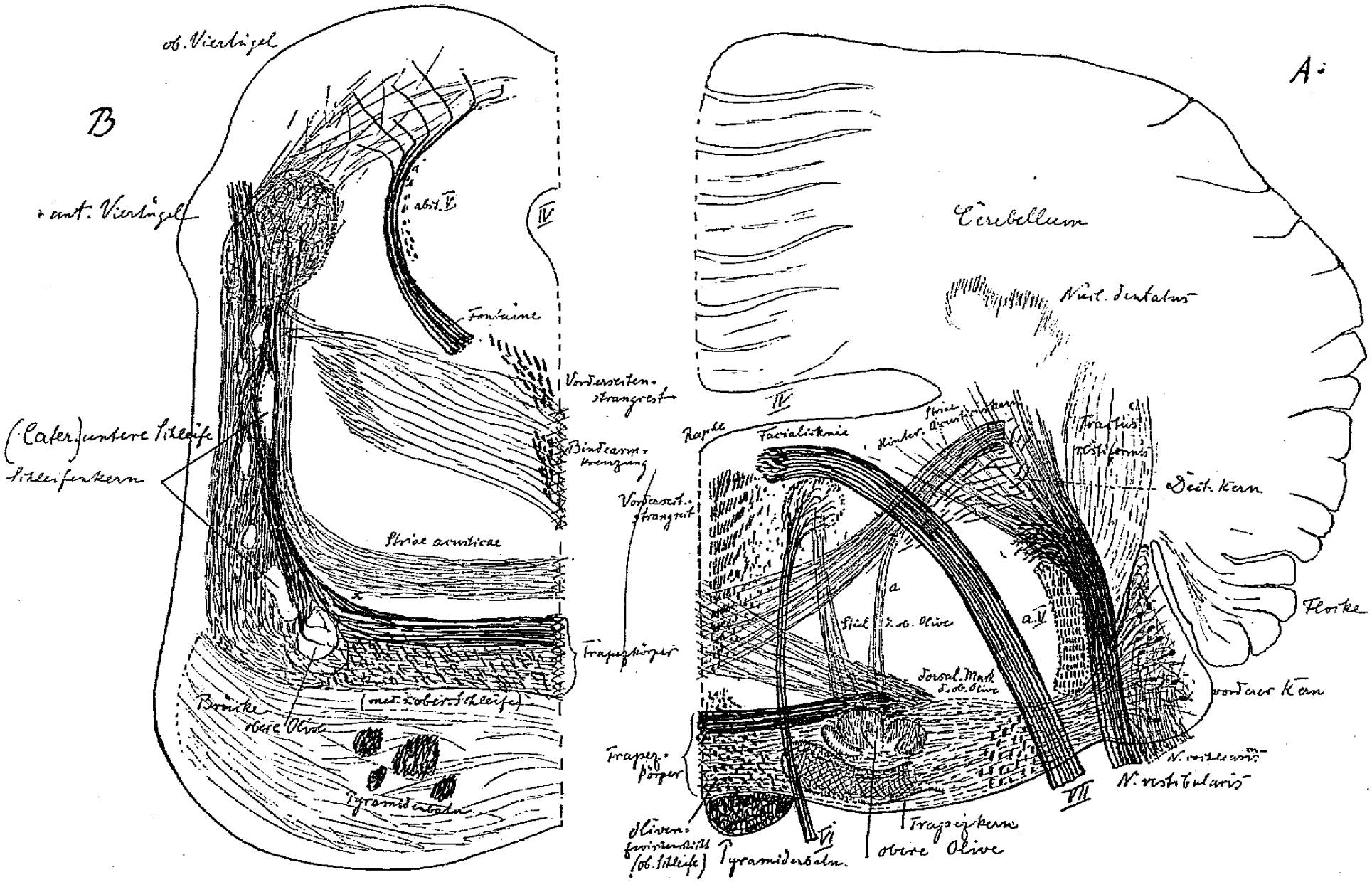


Fig. 7.

Katze; nach Markscheidenpraeparaten. Schematisch. *B* ein Schrägschnitt durch Vierhügel und Brückengegend; *A* ein Querschnitt durch die Medulla.

logischen Beziehungen des Corpus trapezoideum zu dem ihm eingelagerten Grau lassen sich zwei Formen von einander trennen (Fig. 16, S. 240).

Die eine zeigen jene Trapezfasern, welche Collateralen nach Collateralen theils zum oberen Olivengrau, theils zum Trapezkern abgebend, schliesslich bald in eine ganze Summe von Endzweigen zerfallen; sie erreichen also schon hier ihr definitives Ende (Taf. XIII Fig. 6e). Anders verhalten sich eine zweite Reihe von Trapezfasern, indem sie zwar auch Collateralen an diese grauen Massen abgeben, dann aber mit ihrem Hauptstamm weiter ziehen, theils dorsal, theils ventral von ihnen, theils durch sie hindurch.

Jenen ersteren Typus kann man besonders schön an sagittalen Schnitten beobachten, die also die obere Olive und ihre Nebengraus mehr oder weniger in der Längsausdehnung zeigen; man sieht an diesen, wie in tieferen Abschnitten eintretende Achsencylinder sich verästelnd auflösen und allmählich nach oben zu mit diesen Endzweigen vordringend die Ganglienzellen hier umspinnen.

Es endigt also ein Theil der Achsencylinderfortsätze der Systemzellen des vorderen Acusticuskernes in dieser hier beschriebenen Weise in dem gleichseitigen oberen Olivenkomplex.

Die zweite Fasergruppe, welche weiter zieht, kreuzt sich mit den von der anderen Seite her kommenden Fasern in der Raphe, und gelangt so zu der gekreuzt zum Ursprung liegenden oberen Olive und dem dieser anliegenden Trapezkern, hier sich unter Bildung von Endzweigen auflösend. Doch sind dann hier auch Fasern zu beobachten, welche nach Abgabe einzelner Collateralen ihre Selbstständigkeit noch bewahren und weiter ziehen. Wohin diese gelangen, werde ich später ausführlich nachweisen; soviel sei jetzt schon erwähnt, dass sie in den sogenannten „Markmantel der oberen Olive“ eintreten, aus welchem dann vierhügelwärts die untere Schleife hervorgeht.

Was ich also bis jetzt nachgewiesen habe, ist, dass die Achsencylinder der Systemzellen des vorderen Acusticuskernes theils an dem gleichseitigen, theils an dem gekreuzten oberen Olivencomplex endigen, theils in die gekreuzte untere Schleife gelangen. Welchen Modus hierbei die Wurzelfasern des Nervus cochlearis befolgen, die, wie oben gezeigt, am Anfang des Trapezkörpers in seiner Fasermasse zu unterscheiden waren, wie weit diese also im Trapezkörper vorwärtsdringen, habe ich bis jetzt nicht entscheiden können. Diese Frage wird wohl nur durch das Studium degenerativer Vorgänge in Folge experimenteller Eingriffe gelöst werden können, wenn einmal die genaueste Kenntniss der Gesetze erbracht worden sein wird, nach welchen jene Processe eintreten und sich ausbreiten.

Welchen Antheil nehmen nun die Ganglienzellen der oberen Olive und des Trapezkernes zu den oben beschriebenen Verhältnissen der Trapezfasern?

Die Ganglienzellen des Trapezkernes (Fig. 1 u. Taf. XIII Fig. 6) sind von ansehnlicher Grösse und multipolarer Form; ihr Achsencylinderfortsatz verläuft in der Bahn des Corpus trapezoideum, wird also zu einer Trapezfaser. Dieser Kern stellt somit einen neuen, einen zweiten Ursprungsort für das Corpus trapezoideum vor. Von Wichtigkeit ist, dass diese Achsencylinder Seitenzweige abgeben, die theils im Trapezkern selber sich auflösen, theils vordringend in die obere Olive gelangen und sich hier in ausgebreiteter Weise mit den Collateralen vermengen, welche von den aus dem vorderen Acusticuskern entspringenden Trapezkern hierhin abgegeben wurden. Theils auch bilden jene Seitenzweige Faserkörbe (Taf. XIII Fig. 6), welche zu jenen Zellen in Beziehung treten, welche medial der Nebenolive vorliegen.

Die Achsencylinder der Trapezkernzellen nehmen bezüglich ihres Hauptstammes folgenden Verlauf: sie ziehen theils lateralwärts, vom Kern aus gerechnet, theils medialwärts über die Raphe hinüber, wo sie sich mit den gleichen der anderen Seite kreuzen.

Wohin erstere gelangen, scheint durch jene oben erwähnte Thatsache entschieden werden zu können, nach welcher Trapezfasern im vorderen Acusticuskern unter Auflösung in Endramificationen sich verzweigen; so dass also im Trapezkern Zellen zu unterscheiden wären, welche im gleichseitigen vorderen Acusticuskern endigten, wenn beide getrennten Beobachtungen einer wirklich bestehenden Achsencylinderausbreitung entsprechen.

Ausser diesen beschriebenen Details ist noch eins bezüglich des Trapezkernes hervorzuheben. Es zeigt der jederseits der Raphe zuliegende Abschnitt derselben eigenthümliche Formen von Faserendigungen; in diesen medialen Abschnitt gelangen von der Raphe her starke grobe Fasern, welche eine Anzahl von Faserkörben bilden (Fig. 1 u. Taf. XIII Fig. 6c). Man erhält letztere nicht immer bei Anwendung der Silbermethode gefärbt; sie färben sich auch oft ungleich. So erhält man manchmal eine ungemein zierliche Färbung der zu einem Faserkorb sich zusammenfügenden Nervenfäserchen; oft ist aber eine mehr weniger zusammenhängende Masse von Chromsilberniederschlägen entstanden, die, meist braungelben Tones, jene Aufsplitterung von Fäserchen verdeckt.

Ausser ersteren Bildern spricht aber hier für das Vorhandensein von Faserkörben der Umstand, dass mehrere derartige Gebilde aus einer einzigen Nervenfaser durch Theilung entstehen. Es kann sich auch nicht um eine ungenügend eingetretene Reaction handeln, welche nur die

Zellleiber von Trapezkernzellen betroffen hat, da sie bei normaler Schwarzfärbung von viel kleinerem Durchmesser sind. Diese Faserkörbe hier gehen meiner Meinung nach aus den Achsencylinderfortsätzen der Trapezkernzellen der anderen Seite hervor, welche die Mittellinie überschritten haben. Jene Beobachtung begründet dies, wonach Achsencylinderfortsätze solcher Zellen schon auf derselben Seite zum Theil faserkorbartige Endverzweigungen zeigen, was sie von allen anderen hier in Frage kommenden Zellen auszeichnet (Taf. XIII Fig. 6d).

Die im Olivengrau liegenden Zellen lassen folgende Einzelheiten erkennen. Ihre Form ist länglich, oval; protoplasmatische Fortsätze, meist in der Zweizahl vorhanden, treten oft nur aus beiden Polen heraus und spalten sich in eine Summe von Verzweigungen, die büschelförmige Anordnung zeigen. Die protoplasmatischen Endverzweigungen dieser bleiben streng auf die obere Olive beschränkt; ein Hinausragen derselben über die Grenze des gewundenen grauen Blattes ist nie bei den eigentlichen Olivenzellen zu beobachten. Ein ganz ähnliches Verhalten zeigen auch die protoplasmatischen Ausläufer der unteren oder grossen Olive, wodurch sich, abgesehen von der Anordnung der Neuroglia, die scharfe Begrenzung des grauen Blattes mit erklären lässt.

Der Achsencylinderfortsatz theils vom Zellleib, theils von einem der breiten protoplasmatischen Ausläufer der Zelle entspringend, giebt innerhalb des Olivengraus Seitenäste ab, welche sich an jenem aus Collateralen hervorgehenden Fasergewirr betheiligen; der Hauptast wird in den vielen Fällen zur Trapezfaser. Die oberen Oliven stellen also einen dritten Ursprungsort für den Trapezkörper vor. Die Richtung, welche sie hier einschlagen ist verschieden; theils geht sie zum gleichseitigen vorderen Acusticuskern, theils der Raphe zu. Der Hauptsache nach aber gehen jene in das schon erwähnte Marklager der oberen Olive über (Taf. XIII Fig. 6a); die Bedeutung dieser soll bei der Bildung und Entstehung der unteren Schleife besprochen werden.

Ein vierter Theil endlich dieser in Rede stehenden Gruppe von Achsencylindern schliesst sich zum „Stiel der oberen Olive“ zusammen, einer, wie ich später zeigen werde, reflectorischen Bahn des Hörnerven zum Nervus abducens. Doch betheiligen sich hieran auch Zellen, welche in den benachbarten Parthien des Trapezkerns liegen (Fig. 8 u. Taf. XIII Fig. 6b). Das Corpus trapezoideum ist somit nach dem Vorstehenden ein bezüglich seines Ursprungs sehr complicirtes Gebilde von Fasern und Zellen; erstere stammen direct aus dem eintretenden Nervus cochlearis jederseits, aus dem vorderen Acusticuskern, aus dem Trapezkern, aus der oberen Olive. Insofern aber als die Wurzelfasern des Nervus cochlearis sich zwischen den Zellen des vorderen Acusticuskerns endigend verzweigen,

die Achsencylinderfortsätze dieser Systemzellen Collateralen in den Trapezkern, in die obere Olive hinein abgeben, die sich auflösen und die hier befindlichen Ganglienzellen mit ihren feinen Aestchen umgeben, die ihrerseits wieder durch ihre Achsencylinderfortsätze neue Trapezfasern bilden — ist das Corpus trapezoideum doch als ein einheitliches System im physiologischen Sinne aufzufassen und als eine centrale Bahn zu bezeichnen, in welcher in's Gehirn eindringende Gehörseindrücke fortgeleitet werden.

Dieser nachgewiesene Ursprung des Trapezkörpers berechtigt zur Kritik derjenigen Anschauungen, welche bisher über seine Bedeutung ausgesprochen worden sind. Zwei sich einander gegenüber stehende Anschauungen sind über diese Fasermasse geäussert worden. Die einen Autoren, zu denen Forel und Onufrowicz und v. Monakow gehören, leugnen vollständig, dass der Trapezkörper eine centrale Bahn für die Hörnerven darstelle; die entgegengesetzte Ansicht ist zuerst von Flechsig (12) und von v. Bechterew aufgestellt worden, denen sich dann in der Folgezeit auf Grund experimenteller Untersuchungen Baginsky (9), Bumm (13) angeschlossen haben. Edinger (8) nimmt einen vermittelnden Standpunkt ein; auf diesen werde ich weiter unten eingehen. Ich selber habe dann schon früher (4) auf Grund entwickelungsgeschichtlicher Untersuchungen bezüglich der Markscheidenbildung in diesen Systemen die von Flechsig aufgestellte Lehre vom Trapezkörper als einer centralen Acusticusbahn völlig bestätigen können.

Die weiteren Beziehungen nun des Corpus trapezoideum sind viel ausgedehnterer, viel mächtigerer Art als man bisher hat annehmen können. Wird schon das Gesammtbild eines Querschnittes aus der mittleren Brückengegend makroskopisch durch den Trapezkörper beeinflusst, so entspricht diesem doch bei weitem nicht die Summe der mikroskopisch nachweisbaren Verbindungen mit wichtigen hier gelegenen Centren.

Aller Wahrscheinlichkeit nach handelt es sich hier um reflectorische Bahnen. Einer derselben, die auf den Abducenskern wirkt, habe ich schon oben Erwähnung gethan; es ist dies der Stiel der oberen Olive. Dann kommen hier noch Faserzüge in Betracht, welche jederseits zum Facialiskern und vor Allem in ausgedehnter Weise zur Formatio reticularis gehen, Bahnen, welche zum Theil durch Collateralen des Trapezkörpers gebildet werden (Fig. 1 und Taf. XIII Fig. 6). Ich komme auf diese ausführlicher zurück, wenn ich die reflectorischen Bahnen des Hörnerven im Zusammenhang zu behandeln habe.

Der Hauptsache nach giebt aber das Corpus trapezoideum die Grundlage ab für eine mächtige Bahn, welche nicht reflectorisch ist, sondern dazu dient, Gehörseindrücke weiter cerebralwärts fortzuleiten,

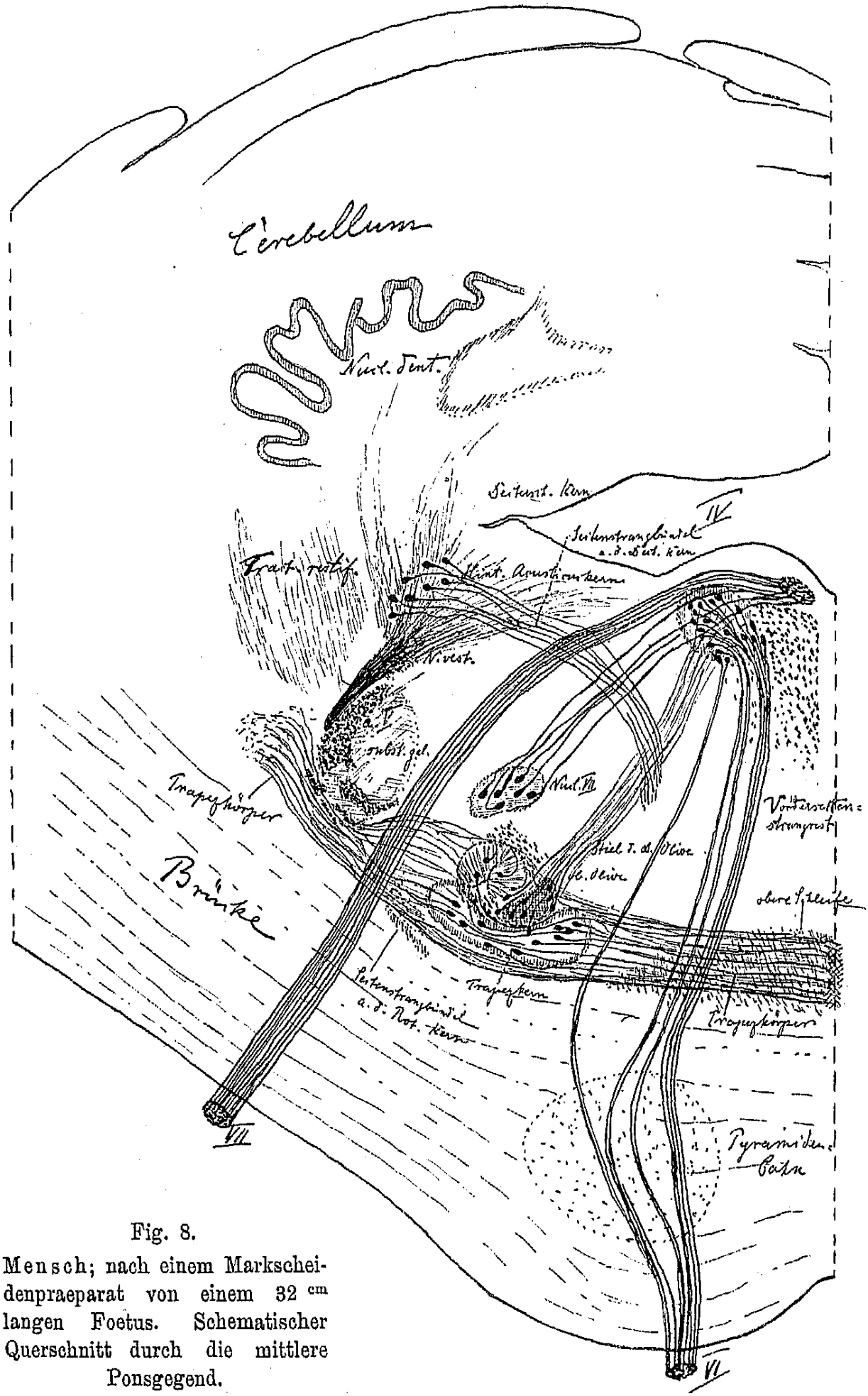


Fig. 8.
Mensch; nach einem Markscheidenpraeparat von einem 32 cm langen Foetus. Schematischer Querschnitt durch die mittlere Ponsgegend.

über das Brückengebiet hinaus in's Mittelhirn und dann zum Grosshirn aufwärts.

Studiert man successive Querschnitte durch die Brückengegend, welche also zusammengenommen die Längsausdehnung des Corpus trapezoideum nach oben zu zeigen würden, so findet man gewisse Veränderungen cerebralwärts zu auftreten, welche das Bild vom Trapezkörper aus der unteren bis mittleren Brückengegend von einem solchen aus der mittleren bis oberen sehr different erscheinen lassen. Ich meine hier nicht jene Veränderungen, welche im oberen Olivengrau auftreten und in Volumsdifferenzen bestehen, sondern die Bildung des Markmantels der oberen Olive. Und je weiter man von unten nach oben geht, umsomehr fällt diese Erscheinung auf. Diese hat darin ihren Grund, dass sich alle jene Fasern, deren Herkunft ich oben nachgewiesen und deren Hinüberkreuzung über die Raphe ich gezeigt habe, sich hier an der oberen Olive gewissermaassen aufstauend sammeln und so diese mit einem Marklager umhüllen. Es biegen jene Fasern mit anderen Worten hier aus einem querverlaufenden in einen aufsteigenden Längszug um. Diese Verhältnisse zu zeigen, sind entwickelungsgeschichtliche

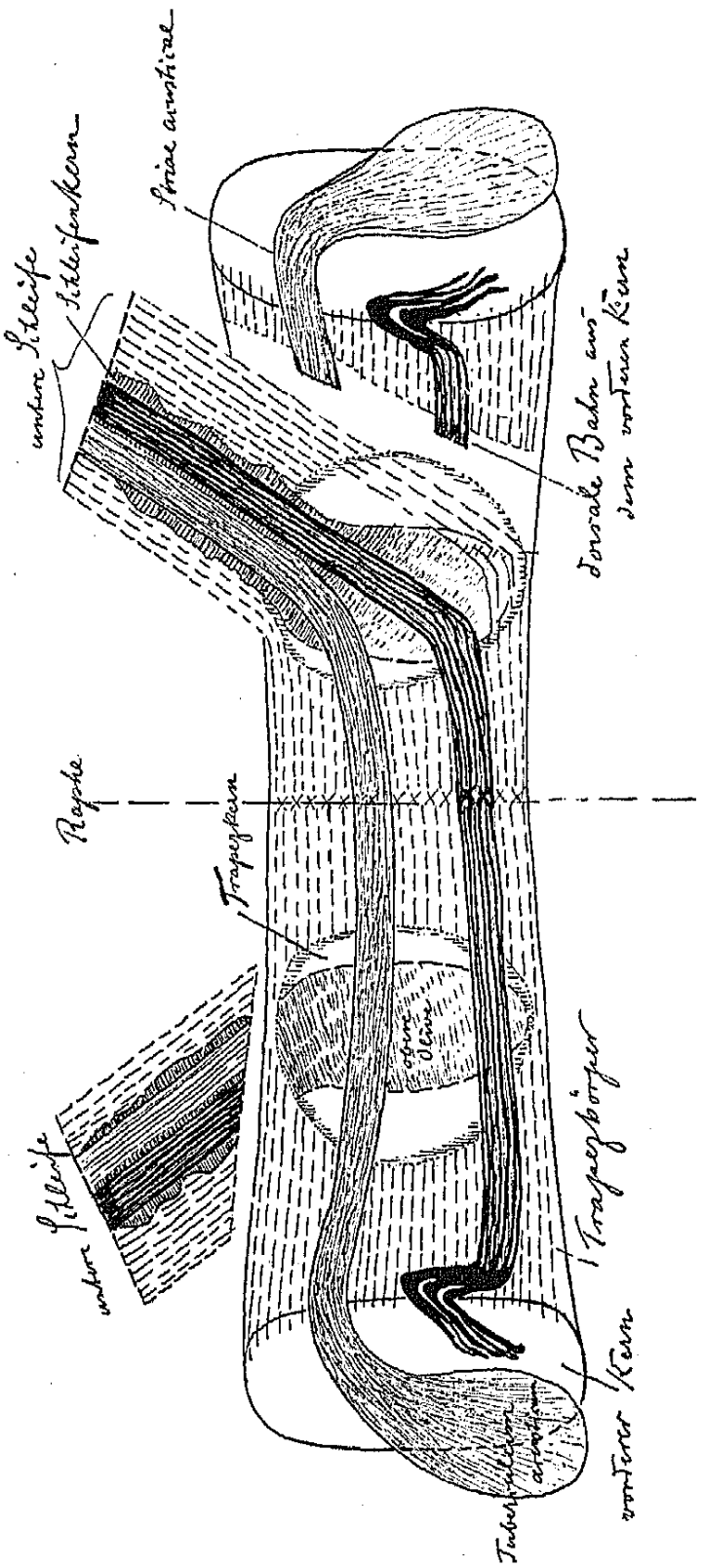


Fig. 9.
Schema der Bildung der unteren Schleife aus dem Corpus trapezoideum.

Markstufen vorzüglich geeignet, da die hier in Betracht kommenden Systeme sehr früh schon markhaltig werden und so mittelst der Weigert'schen Haematoxylinfärbung scharf sich abheben, zumal wenn die Schnittrichtung eine richtig gewählte ist.

Die hier in Frage stehende Bildungsweise erscheint am durchsichtigsten bei jener dorsalen Bahn aus dem vorderen Acusticuskern; ihren Verlauf bis zur gleichseitigen oberen Olive und ihre Vereinigung mit der ventralen Bahn zum dann gemeinschaftlichen Corpus trapezoideum hatte ich oben bereits beschrieben. In seinem weiteren Verlauf liegt nun jenes dorsale System (es gilt dies zunächst für die Katze) constant im dorsalen Theil des Corpus trapezoideum. Diese Lage zum Corpus trapezoideum ventrale bleibt auch nach der Kreuzung in der Raphe; der dorsale Abschnitt letzterer wird also nur von den beiderseitigen hier sich kreuzenden dorsalen Systemen aus dem vorderen Kern gebildet, so dass man also im Unterschied zu jenem von einem Corpus trapezoideum dorsale sprechen kann.

Dieser Faserzug nun legt sich der gekreuzt zu seinem Ursprung liegenden oberen Olive dorsal an, nachdem er den eben beschriebenen Verlauf genommen hat, in Form von quergetroffenen Faserzügen in den betreffenden Schnitten; er bildet ein dorsal von der oberen Olive liegendes Markfeld. Der Ausdruck „dorsales Mark der oberen Olive" ist aus einer reinen Schnittbeschreibung gekommen; plastisch ausgedrückt müsste es heissen, an dieser Stelle biegt das dorsale System aus dem vorderen Acusticuskern in einen nach oben ziehenden Längsfaserzug um (Fig. 4x, Fig. 7B x; in rein schematischer Weise zeigt dies Fig. 9). Dass es ein aufsteigender Längsfaserzug wird, folgt daraus, dass, je mehr jene Fasern sich herüberkreuzen, dies dorsale Mark auf Querschnitten von unten nach oben grösser wird. Ganz das gleiche gilt nun für die übrigen Fasern des Trapezkörpers, die also aus dem vorderen Acusticuskern als ventrale Bahn, ferner aus der oberen Olive und Trapezkern stammten, mit der Abweichung nur, dass diese nicht dorsal, sondern theils medial theils central der oberen Olive sich anlegen, theils auch zwischen dieser und Trapezkern zu auf Querschnitten quergetroffenen Markmassen sich sammeln.

In dieser Weise bildet sich allmählich den oberen Brückenpartien zu aus dem Trapezkörper ein Markmantel um die obere Olive herum, der vierhügelwärts als Längsfaserzug aufsteigt. Dieser ist die „untere oder laterale Schleife Autt."; sie enthält also als directe Fortsetzung des Trapezkörpers folgende bezüglich ihres Ursprungs zu trennende Elemente. Es stammen erstens Fasergruppen aus gekreuzten grauen Massen dies sind vorderer Acusticuskern, obere Olive, Trapezkern, die also alle auf der anderen Seite zu diesem Längszug liegen.

Doch besteht die untere Schleife nicht ausschliesslich aus solchen gekreuzten Fasern. Wie schon oben erwähnt, schicken die Ganglienzellen der oberen Olive und des Trapezkern ihren Achsencylinderfortsatz zum Theil in den sie umgebenden Markmantel hinein, so dass man also auch in der unteren Schleife Faserelemente unterscheiden muss, welche in dem gleichseitigen oberen Olivencomplex entsprungen sind. Aber auch aus dem gleichseitigen vorderen Acusticuskern stammende Achsencylinder gelangen anscheinend in die gleichseitige untere Schleife. Es geben nämlich die aus dem vorderen Kern heraustretenden Trapezfasern, nachdem sie unter der aufsteigenden Trigeminuswurzel hinweggezogen sind, zum Theil stärkere Theiläste ab, welche nicht den queren Querlauf zur Mittellinie hin mitmachen, sondern lateral vor der gleichseitigen oberen Olive liegen bleiben und hier in jenes Markfeld hineingehen, das sich nach oben in die untere Schleife fortsetzte (Fig. 15 II x). Doch ist das Mengenverhältniss dieser Fasern, welche durch Seitenzweige mit gleichseitigen Schleife verbunden sind, im Vergleich zu jener Fasergruppe, welche mit der gekreuzten unteren Schleife zusammenhängt, ein sehr ungleiches; letztere überwiegen bedeutend. Auch ihr Mächtigkeitsverhältniss zu dem aus dem gleichseitigen oberen Olivencomplex hervorgehenden Achsencylinderstämmen ist ein derartiges; es ist der Zuwachs, den die untere Schleife hier erhält ein bedeutend grösserer. Diese Abschätzungen sind natürlich sehr grober Art; sie liegen in der angewandten Methode begründet, die nicht alle Zellen mit ihren Fortsätzen in jedem Falle wiedergiebt.

Nach diesen Ausführungen und Begründungen lassen sich also, um kurz zu recapituliren, in der unteren Schleife folgende Faserelemente von einander unterscheiden, wobei ich leider noch nicht die Frage entscheidend beantworten kann, wie weit jene directen Wurzelfasern des Hörnerven selber, die am Anfang des Trapezkörpers zu unterscheiden waren, cerebralwärts vordringen:

1. Achsencylinder aus dem gekreuzten vorderen Acusticuskern.
2. Achsencylinder aus der gekreuzten oberen Olive.
3. Achsencylinder aus dem gekreuzten Trapezkern.
4. Achsencylinder aus der gleichzeitigen oberen Olive.
5. Achsencylinder aus dem gleichseitigen Trapezkern.
6. Achsencylinder aus dem gleichseitigen vorderen Acusticuskern.

So kann ich also jetzt jene Anschauungen bestätigen und tiefer begründen, welche Trapezkörper und untere Schleifen als zusammenhängend ansehen, beide nur als zwei bezüglich ihrer Verlaufsrichtung

verschiedene Abschnitte in der centralen Bahn des Hörnerven darstellen. Dass diese zuerst von Flechsig und von v. Bechterew aufgestellte Lehre, welche sich auf der schon früh eintretenden gleichzeitigen Markscheidenentwickelung in diesen Hirntheilen gründet, von Forel, Onufrowicz und von v. Monakow als falsch bezeichnet worden ist, habe ich schon angeführt. Auf den eigenthümlichen Standpunkt Edingers will ich jetzt hier etwas näher eingehen. Nach diesem Forscher hängt wohl der Trapezkörper mit dem vorderen Acusticuskern und mit dem gleichseitigen und gekreuzten oberen Olivencomplex zusammen, nicht aber mit der unteren Schleife. Diese ist seiner Meinung nach eine gemeinschaftliche centrale sensorische Bahn sensibler Gehirnnerven, welche zum Mittelhirn in Verbindung tritt. Sie enthält auch einen Acusticusantheil; dieser aber gelangt nicht durch den Trapezkörper, sondern durch die Striae acusticae in sie hinein. Ich habe bisher noch nicht den weiteren Verlauf der Striae acusticae im engeren Sinne als des aus dem Tuberculum acusticum entspringenden Systems besprochen, abgesehen von jenen Angaben über einen makroskopisch sichtbaren Verlauf am Boden der Rautengrube.

Sehr leicht lassen sich makroskopisch die Striae bei der Katze verfolgen; ich gehe zunächst deshalb bei der Beschreibung von dieser aus. Die Striae lagen bei ihrem Hervorgehen aus dem Tuberculum acusticum zusammen mit der dorsalen Bahn aus dem vorderen Acusticuskern, so zwar, dass sie dorsal von dieser sich hinzog (Fig. 4). Während nun diese in geringen Höhenunterschieden ihren queren Verlauf zum dorsalen Mark der gekreuzten oberen Olive zurücklegen, steigen erstere, dorsal vom Tractus restiformis liegen bleibend, an dieser Stelle aufwärts bis in höhere Ebenen hinein, indem sie zugleich ein wenig medialwärts vorrücken. Sie liegen während dieser Strecke im Bereich des hinteren Acusticuskerns schon, der hier an das Tuberculum von innen her angrenzt, und zwar dorsal von der aufsteigenden Vestibularwurzel (Fig. 4). In der Höhe des Abducenskern schiessen sie dann auf einmal medialwärts vor (Fig. 7 A), indem sie den ganzen hinteren Acusticuskern durchziehen, sich querend mit den hier einstrahlenden Wurzelfasern Nervi vestibularis. Nachdem sie dann auch den austretenden Facialisschenkel durchkreuzt haben, spalten sie sich in eine Reihe von Bogenfasern. Von diesen geht ein Theil zur oberen Olive der gleichen Seite herunter (Fig. 7 A a); der weitaus grössere zieht zur Mittellinie, indem er sich durch die hier beiderseits gelegenen Längszüge des Vorderseitenstrangrestes hindurchdrängt. Hier in der Raphe kreuzt er sich dann mit den von der anderen Seite her kommenden Striaefasern, um dann zur gekreuzten oberen Olive zu ziehen. In der Raphe lag auch die Kreuzung des Corpus trapezoideum, der aus dem vorderen Acusticuskern hervorgehendem Systeme; die

Kreuzungstelle der Striae, die aus dem Tuberculum stammen, liegt dorsal von dieser. Während dieses ganzen Verlaufes der Striae acusticae quer durch den hinteren Acusticuskern und die Formatio reticularis zweigen sich von denselben zahlreiche Collateralen ab, die in dieser grauen Masse sich ausbreiten, indem sie in Theiläste zerfallen. Sie sind geeignet, in ganz ausgedehnter Weise acustische Reize auf die hier gelegenen grossen Centren zu vermitteln.

An der oberen Olive nun sammeln sich die Striaefasern in ganz gleicher Weise, wie die Fasern des Corpus trapezoideum dorsale; sie legen sich über das von diesem gebildeten dorsale Mark der oberen Olive, verstärken also hier jene erstere und aus tieferen Ebenen schon emporgedrungene Markmasse. Demnach sind im dorsalen Mark der oberen Olive in seiner späteren Ausdehnung zunächst zwei Abschnitte zu unterscheiden, ein ventraler (Antheil des vorderen Acusticuskerns) und ein dorsaler (Antheil des Tuberculum acusticum) (Fig. 7 A a). Beide zeigen auch entwickelungsgeschichtliche Unterschiede bezüglich des Markhaltigwerdens; der ventrale Theil wird viel früher markhaltig als der dorsale, was auf die verschiedene Entwickelung der beiden Systeme beruht, aus denen sie gebildet werden.

Die Entstehung des dorsalen Abschnittes des dorsalen Marklagers der oberen Olive bezeichnet auch für die Striae acusticae, wie ich es oben für den Trapezkörper gezeigt, die Stelle, wo sie in ein Längssystem umbiegen; und da dieses mit dem weiter nach oben ziehenden und aus dem Trapezkörper entstandenen Längszug sich zusammenschliesst und weiterhin gemeinsamen Verlauf mit diesem zeigt, so folgt, dass auch die Striae in die untere Schleife sich fortsetzen (Fig. 7 B b). Für das Tuberculumsystem bestehen somit, abgesehen von seiner geringeren Grösse, gleiche Verhältnisse, wie für die aus dem vorderen Acusticuskern hervorgehenden Faserzüge. Es erhält die untere Schleife wie aus dem vorderen Kern so auch aus dem Tuberculum acusticum einen grösseren gekreuzten und einen kleineren ungekreuzten Zuwachs. Und wie wir an der Eintrittsstelle des Gehörnerven in's Gehirn seinen primären Endigungsbezirk in vorderen Acusticuskern und Tuberculum acusticum trennend zusammenfassten, so müssen wir auch in seiner centralen secundären Bahn einen Trapezkörperantheil und einen Striaeantheil unterscheiden. Dass ersterer ein bedeutend grösserer ist, wird darin begründet sein, dass in seinem ersten Bahnabschnitt als einer queren Fasermasse graue Massen auftreten, deren Ganglienzellen durch ihre Achsencylinderfortsätze neuen Faserzuwachs entstehen liessen. Der Trapezkörpertheil enthält somit Unterabtheilungen, welche sich in Antheil der oberen Olive und Trapezkernantheil gliedern.

Die Striae acusticae beim Chimpanse zeigen in ihrem Verlauf

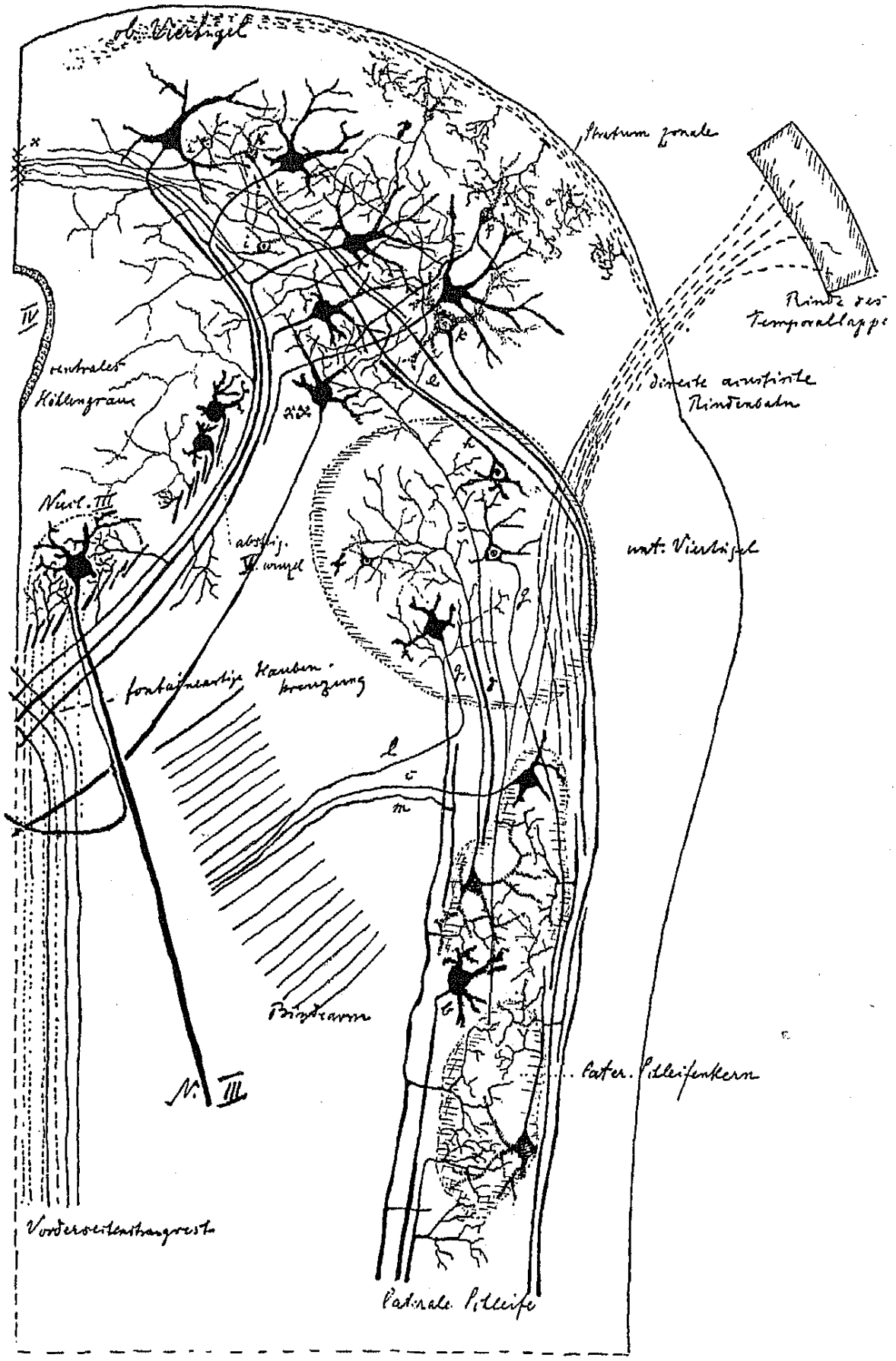


Fig. 10.

Halbschematisch; aus mehreren Schnitten combinirt. Beziehung der unteren Schleife zur Vierhügelgegend.

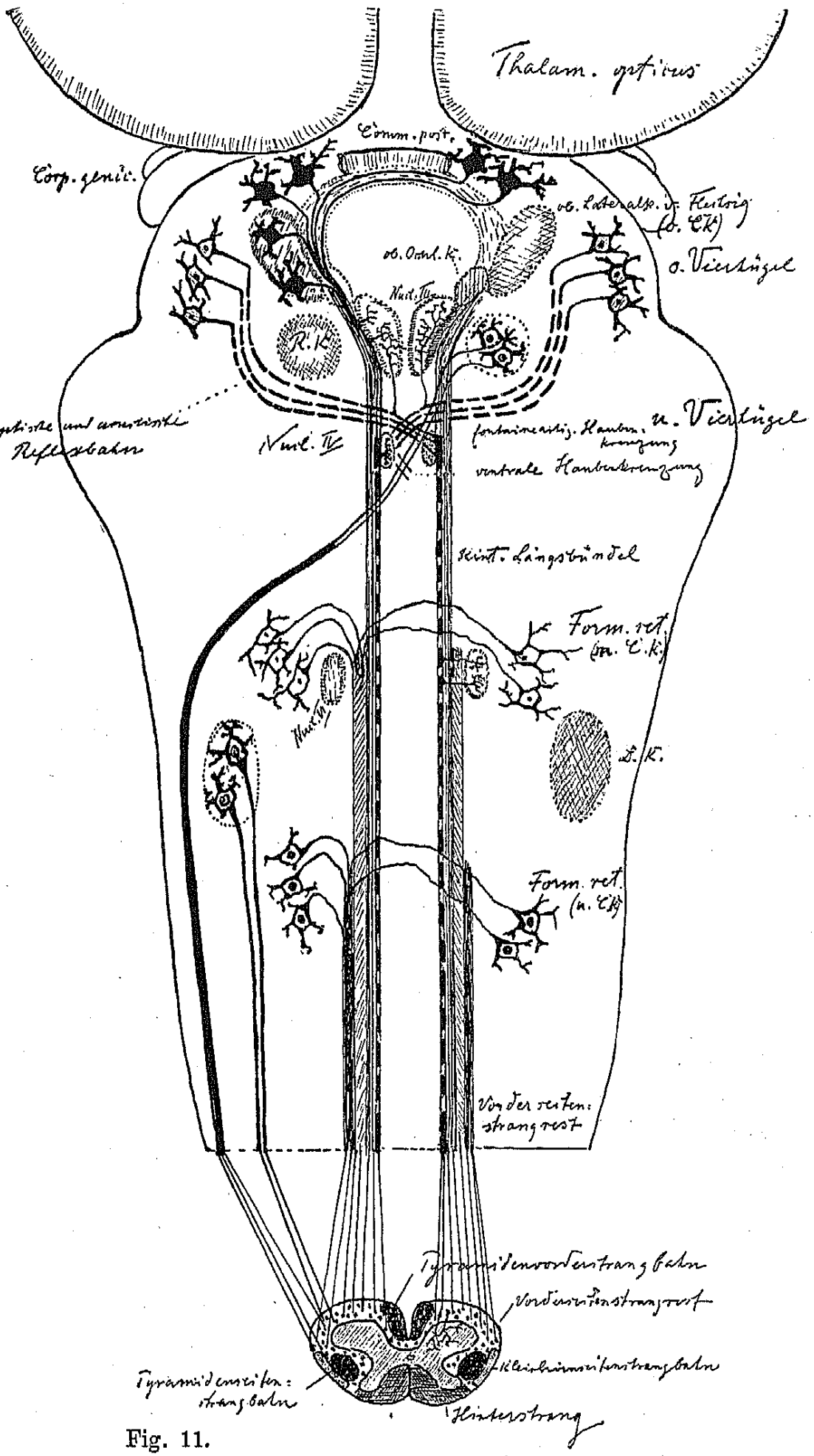


Fig. 11.

Schema des Verlaufs der optischen u. acustischen Reflexbahn im Vorderseitenstrangrest.

interessante Abweichungen von dem eben bei der Katze beschriebenen; sie liegen oberflächlicher der Rautengrube zu und verlaufen mehr schon in rein frontaler Richtung zur Mittellinie. Sie zeigen somit eine Annäherung an die Verlaufsform der Striae beim Menschen. Diese können hier die verschiedensten Abweichungen im Verlauf einschlagen in den verschiedenen Fällen, was schon aus dem längst bekannten manchmaligem Fehlen und Vorhandensein von makroskopischen Faserzügen am Boden der Rautengrube hervorgeht; ihre Kreuzung in der Raphe liegt manchmal ganz oberflächlich, mitunter mehr in der Tiefe. Auch ihr Uebertreten auf die zum Ursprung gekreuzte Seite zeigt solche Varianten in den Tiefenverhältnissen. Ja auch an ein und demselben Gehirn zeigen die Striae nach Kreuzung in der Raphe Auflösung in mehrere Bündel, von denen das eine dicht unterhalb des centralen Höhlengraus in der Höhe des hinteren Acusticuskerns auf die andere Seite hinüberzieht, um hier aufsteigend zu werden und ganz allmählich dann der Bildungsstelle der unteren Schleife zuzurücken, während die anderen die Raphe ventralwärts hinunterziehen. Ueber die Art und Weise des Anschlusses dieser Faserzüge an die untere Schleife habe ich wegen Mangels an geeignetem Material keine weiteren Ergebnisse erhalten können.

Der Striaeantheil der lateralen oder unteren Schleife ist zuerst von v. Monakow experimentell genauer an der Katze als gekreuztes Tuberculumsystem nachgewiesen worden. Durch Untersuchungen über die Markscheidenentwickelung in den centralen Bahnen des Nervus acusticus bei demselben Thier habe ich dann später diesen von v. Monakow zuerst beschriebenen Verlauf bestätigen können. Nach der Meinung dieses Autors sollen aber die Striae die „einzige Verbindungsbahn zwischen den primären Acusticuscentren und dem Grosshirn“ sein. Edinger hat sich diesem angeschlossen, aus vergleichend anatomischen Gründen wie er angiebt; und die laterale Schleife enthält nach ihm ausser diesem Acusticusantheil secundäre Bahnen für den sensiblen Trigeminus u. s. w.

Dass die Striae acusticae eine secundäre Bahn für den Hörnerven darstellen müssen, geht aus den hier oben erörterten Untersuchungen hervor, welche zeigten, dass Wurzelfasern des Nervus cochlearis, im Tuberculum acusticum endigten, in dem diese entsprangen und dass die dorsale Bahn aus dem vorderen Acusticuskern dort, wo sie die „tiefe Schicht des Tuberculum“ bildete, zahlreiche Collateralen in dieses abgab. Dass sie aber allein und ausschliesslich die centrale Gehörsleitung ausmachen, dem stehen meine Befunde direct entgegen.

Diese haben gezeigt, dass die ganze untere Schleife als mächtige centrale Bahn für den Hörnerven aus folgenden Elementen, um hier zusammenzufassen, aufgebaut ist:

Vorderer Acusticuskernantheil.

1. Achsencylinder der Zellen des gekreuzten vorderen Kerns; 2. des gleichseitigen vorderen Kerns.	Corpus trapezoideum.

Antheil des oberen Olivencomplexes.

3. Axencylinder aus der gekreuzten oberen Olive; 4. aus dem gekreuzten Trapezkern; 5. aus der gleichseitigen oberen Olive; 6. aus dem gleichseitigen Trapezkern.	Corpus trapezoideum.

Striae acusticaeantheil.

7. Achsencylinder aus dem gekreuzten Tuberculum acusticum;
8. aus dem gleichseitigen Tuberculum acusticum.

Die untere Schleife, auf die ich jetzt eingehe, nimmt in der oberen Brückengegend eine ganz bestimmte Lage ein zu anderen grossen Systemen, die hier liegen und dieser ganzen Region des Hirnstammes ein specifisches Gepräge aufdrücken. Sie bildet mit der oberen Schleife, der directen Fortsetzung der Olivenzwischenschicht zusammen, die Schleifenschicht der Pons, welche hier das Brückengebiet von dem drüber liegenden Haubengebiet abgrenzt. Sie nimmt hierbei bei jenen Thieren sowohl, wie bei Chimpanse und Mensch eine ganz constante Lage ein; sie liegt im lateralen Abschnitt dieser Schleifenschicht, während die andere den medialen Theil einnimmt. Erstere ist desshalb auch als laterale Schleife, diese als mediale bezeichnet worden; und während diese eine centrale secundäre Bahn für die sensiblen Rückenmarksnerven wie für den sensiblen Glossopharyngeus, Vagus, Vestibularis, und Trigeminus ist, hat die laterale Schleife die Bedeutung einer centralen Gehörsleitung. Eine dritte mächtige Fasermasse, die Bindearme, welche als obere Kleinhirnverbindungen das Haubengebiet der Brücke hier durchziehen, begrenzen dann den Raum der lateralen Schleife hier nach innen zu, indem sich diese, der Vierhügelregion zustrebend, allmählich aus dem lateralen Abschnitt der Schleifenschicht der Pons dorsalwärts emporzieht. Es liegt dann hier zunächst die laterale Schleife in einem Winkel der medial von der sich zur Kreuzung anschickenden Bindearmmasse, ventral von der in die Breite jetzt mehr ausgedehnten medialen oder oberen Schleife begrenzt wird (Fig. 13). Von queren Zügen des Corpus trapezoideum ist in dieser Gegend nichts mehr wahrzunehmen; schon in der Höhe des Trigeminuseintrittes ist seine Fasermasse geringer geworden. Je mehr sich der oben beschriebene Markmantel des oberen Olivencomplexes herausgebildet, um

so mehr hat der Trapezkörper als solcher abgenommen. Und als ob er sich gewissermaassen nach beiden Seiten hin in zwei Hälften auseinandergezogen hätte, ist jederseits die untere Schleife entstanden (Fig. 9, S. 223).

Wie nun im Trapezkörper graue Massen aufgetreten waren, welche jene oben angeführten Beziehungen zu seiner Fasermasse zeigten, so werden wir auch hier, in seiner directen Fortsetzung, solche Verhältnisse finden. Der lateralen Schleife sind während ihres ganzen Verlaufes graue Massen eingefügt, welche von Roller (14) zuerst als „lateraler Schleifenkern" beschrieben worden sind. Die Bedeutung derselben, sowie die der ganzen Schleife überhaupt ist jedoch von diesem Autor keineswegs richtig erkannt worden. Nach ihm stammt noch die Schleife aus den Vordersträngen des Rückenmarks zusammen mit Pyramidenbahn und hinterem Längsbündel; die „obere Olive vermittelt den Uebergang der Schleifenfasern in das Kleinhirn in der Bahn der Trapezoidbündel". Dies sind Anschauungen die jetzt als höchst unzulässige erscheinen und in der damaligen Methodik begründet sind; auch seine weiteren Angaben über Beziehungen der Schleife zum Mittelhirn sind unrichtig, weil sie auf ungenügenden Färbungsverfahren beruhen.

Der laterale Schleifenkern hängt nun nach meinen Untersuchungen nach unten zu mit dem Grau der oberen Olive zusammen. Verfolgt man diese auf Serienschnitten nach oben hin, sich ein Bild ihrer Längsausdehnung construirend, so findet man zunächst eine Formveränderung, die darin besteht, dass sie von den oben beschriebenen Markmassen rings eingehüllt wird. Von hier an aufwärts zeigt sie eine Verschiebung lateralwärts. Dort wo der Trapezkörper als solcher verschwindet, um in die untere Schleife umzubiegen, macht auch die graue Masse der oberen Olive diese Verschiebung mit und rückt mit dieser dann in den Winkel zwischen Bindearm und mediale Schleife hinein. Doch zeigt sie hier nicht mehr jene Form eines gewundenen grauen Blattes. Dadurch, dass sich die zur unteren Schleife consolidirenden Trapezfasern zwischen dasselbe hineindrängen und durchsetzen, geht der Typus einer Olive verloren. So tritt eine Zerklüftung, Zerspaltung der früher mehr einheitlichen und zusammenhängenden grauen Masse ein, und es kömmt zur Bildung von kleineren grauen Substanzen, deren Summe früher jenen Namen „lateraler Schleifenkern" erhalten hat. Dieser setzt sich nach oben zu sehr weit fort; die ganze untere Schleife zeigt bis zum unteren Vierhügel diese von ihren Faserzügen eingeschlossenen und durchflochtenen Massen.

Der laterale Schleifenkern ist eine sehr frühe entwickelungsgeschichtliche Bildung, dieselbe ist von His bei menschlichen Embryonen als „zackiger Brückenkern" beschrieben worden. An Katzenembryonen von $3^1/_2$ cm Länge habe ich den Uebergang der oberen Olive in dies Kern-

gebilde beobachten können. Mit allen diesen Thatsachen stimmen die gleich zu besprechenden Details überein, welche die Homologie zwischen Trapezkörper und oberer Olive einerseits und lateraler Schleife und lateralem Schleifenkern andererseits zeigen. Dieselbe Collateralenbildung wie dort findet auch hier statt. In ihrer ganzen Ausdehnung geben die Schleifenfasern Collateren ab, welche sich im Schleifenkern verzweigen (Fig. 10); und wie früher von dorsalwärts und ventralwärts solche Nervenfäserchen in die obere Olive hineingelangten, so kommen hier Seitenäste aus den medialen wie lateralen Faserzügen der unteren Schleife, die mit ihren weiteren feinen Endzweigen die Ganglienzellen des Schleifenkerns dicht umhüllen.

Die Formenähnlichkeit dieser zu den Zellen der oberen Olive begründet weiter jene Homologie; ein Verhältniss, das schon von Roller an Carminpraeparaten gezeigt worden ist und hier nur eine Vertiefung erfährt insofern, als sich die Vergleichsweise nicht bloss auf den Zellleib sondern auch mit auf die protoplasmatische Ausbreitung und vor Allem auf die Achsencylinderausbreitung erstreckt. Wie aus den Achsencylindern dort Trapezfasern wurden, so entstehen hier Schleifenfasern aus den Zellen des lateralen Schleifenkerns (Fig. 10). Es kömmt also hier zu der centralen Gehörsleitung so weit sie aus jenen oben nachgewiesenen Elementen bestand eine neue Fasergruppe hinzu, der „laterale Schleifenkernantheil", welcher also jene aus unteren grauen Massen stammenden Faserzüge verstärkt.

Folgender Modus, der sich aus der Richtung dieser Achsencylinderfortsätze hier ergiebt, ist zu unterscheiden. Die einen von diesen zeigen einen absteigenden, die andern einen aufsteigenden Typus bezüglich der Längsrichtung der unteren Schleife, so dass also letztere sich den centralwärts fortziehenden Fasern anschliessen würden. Ich kann nicht angeben — was in der Natur der von mir angewandten Methoden liegt, und da die Gesetze der Degenerationen noch nicht umfassend ermittelt sind, so giebt es bis jetzt überhaupt keine, welche dies entscheiden könnte — wie weit nach oben hin alle jene Fasern des Corpus trapezoideum in der unteren Schleife aufsteigen. Es scheint mir bis jetzt am wahrscheinlichsten zu sein, dass diese einen mehr oder weniger langen Verlauf nehmen und so die ganze untere Schleife durchziehen bis zur Vierhügelregion wenn nicht noch weiter. Diese Gründe liegen für mich in der Markscheidenbildung. Schon in den frühesten hier in Betracht kommenden Stufen kann man markhaltige Faserzüge vom vorderen Kern bis zum unteren Vierhügel hin verfolgen. Dies ist jedoch kein absolut zwingender Grund. Denkt man sich die Entwickelung von Markmassen durch eindringende sensible Reize verursacht, deren Fortleitung im

Achsencylinder seine Umhüllung mit Markschollen hervorruft, so könnte jenes Verhältniss auch für ein System bestehen, welches aus übereinandergeschichteten Elementen aufgebaut ist, also kurze Fasern führt, die in tieferen Ebenen entsprungen, bereits in wenig höheren mit Endzweigen endigen, die um Ganglienzellen herum liegen, deren Achsencylinder wiederum höher zieht u. s. w. Dass letztere histogischen Verhältnisse zum Theil wenigstens in der unteren Schleife vorhanden sind, kann ich schon jetzt nachweisen.

Schneidet man sich die Stücke des Hirnstamms, welche die laterale Schleife enthalten, so zurecht, bevor man sie der Silbermethode unterwirft, dass nachher die Schnittrichtung in die Längsausdehnung der unteren Schleife fällt, man also auf einem Schnitt, wie ich es früher für Markscheidenpraeparate angegeben habe, den Trapezkörper bis zum unteren Vierhügel verfolgen kann, so ist leicht zu beobachten, wie Schleifenfasern nach Abgabe von mehreren Collateralen schliesslich ganz in den Schleifenkern hinein umbiegen und sich nach mehr oder weniger kurzem Längsverlauf hier auflösen, während aus Ganglienzellen hier immer wieder neue Fasern entstehen, welche in der Richtung der alten weiterziehen (Fig. 10). In wieweit diese beschriebenen Verhältnisse vorherrschen, habe ich bis jetzt nicht erschöpfend ermitteln können; dass aber in einem Theil der unteren Schleife solche übereinandergeschichteten Systeme von Fasern und Zellen vorhanden sind, lässt dieser Verzweigungsmodus von entstehenden und endigenden Faserzügen erkennen. Den in der unteren Schleife aufsteigenden Fasern stehen Achsencylinderfortsätze von Zellen hier gegenüber, welche absteigend eine Richtung zum Trapezkörper einschlagen (Fig. 10b). Dann sind drittens solche Ganglienzellen zu beobachten deren Achsencylinder medialwärts aus der unteren Schleife heraustreten (Fig. 10c); auf diese komme ich später zurück. Die gewaltigsten Veränderungen und Umformungen erfährt die untere Schleife bei ihrem Eintritt in die Vierhügelregion. Hier liegt ein grosses erstes

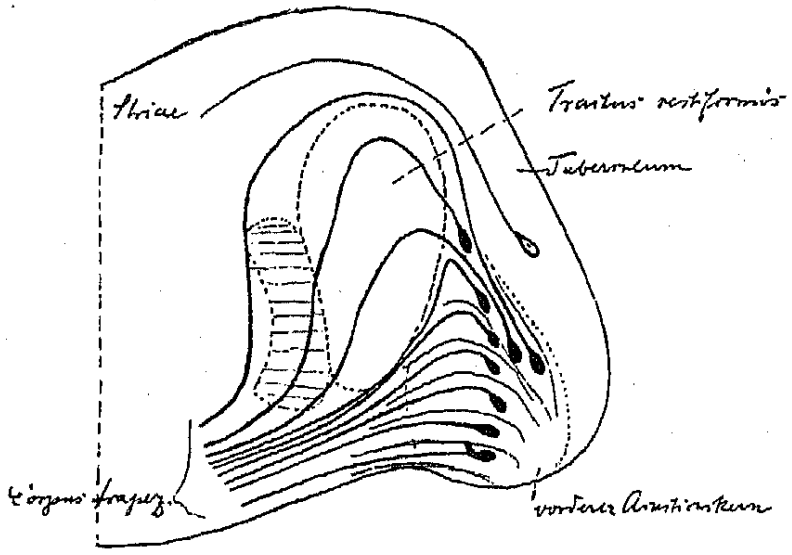


Fig. 12.
Schema der Ursprungsverhältnisse des Trapezkörpers aus dem vorderen Acusticuskern.

Centrum der centralen Gehörsleitung; hier werden äusserst wichtige anatomische Verhältnisse geschaffen, die eine Umleitung von Gehörseindrücken auf eine mächtige Bahn vermitteln, die wegen ihrer engen Beziehungen zu den verschiedensten motorischen Kernen als eine Reflexbahn aufgefasst werden muss; hier liegt die definitive Abzweigung einer corticalen Bahn, welche zum Unterschied von jenen dem letzten Centrum, der grauen Rinde des Grosshirns Gehörswahrnehmungen zuführt.

Die Vierhügelregion gliedert sich jederseits in einen oberen und in einen unteren Vierhügel; zu beiden tritt die untere oder laterale Schleife in enge anatomische Beziehungen. Der untere Vierhügel enthält in seiner Tiefe eine grosse graue Masse von ovaler Form auf dem Querschnitt, welche auf allen Seiten kapselartig von einer Fasermasse eingehüllt ist, die fast ausschliesslich aus den Faserzügen der unteren Schleife hervorgegangen ist und die allmählich nach oben zu sich in dies Ganglion des unteren Vierhügels hineinschiebt, um sich drin zu verlieren. Mit dem oberen Ende dieses Ganglions hört auch zum grösseren Theil die untere Schleife auf. Der hier noch vorhandene Rest, ein zweiter Bestandtheil also, strahlt von unten her in den oberen Vierhügel hinein (Fig. 7B), indem er sich in dessen mittlere Markschicht fortsetzt. Sehr schön kann man diese Faserausbreitung an den Vierhügeln wenig Tage alter Kätzchen beobachten; sie gilt aber auch für den Menschen.

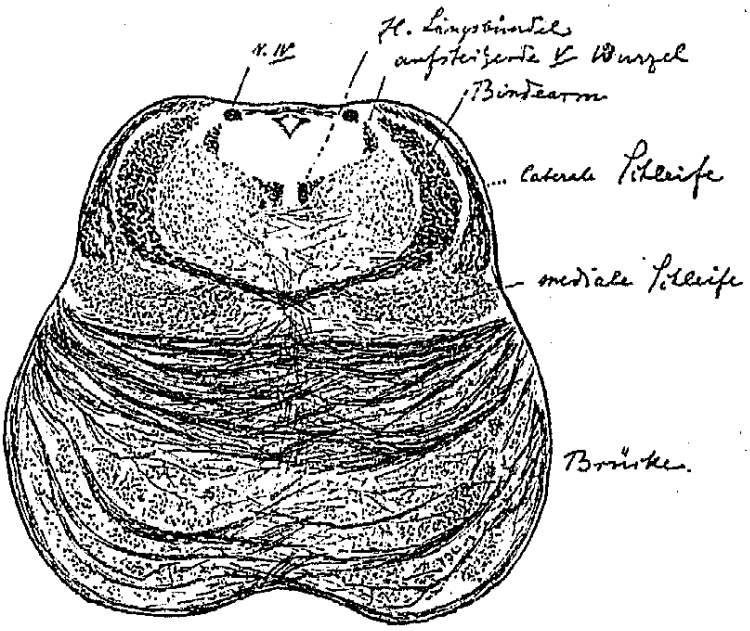


Fig. 13.
Chimpanse, erwachsen. Querschnitt durch die obere Brückengegend.

Tieferen Aufschluss über die Art der Endigung der unteren Schleife hier, über die Wechselbeziehungen ihrer Fasern zu den Ganglienzellen des unteren und oberen Vierhügels, giebt die Silbermethode. Einen schematischen Ueberblick gewährt Fig. 10; die äusseren Formen sind zwar der Vierhügelregion einer Katze entnommen, die eingetragenen Details sind aber ausser an dieser auch am Kaninchen, Hund, Ratte, Menschen beobachtet worden.

Die untere Schleife endigt im unteren Vierhügelganglion indem sie sich hier mit ihren eintretenden Fasern auflöst zwischen den

Ganglienzellen desselben. Einen ziemlich grossen Complex von diesen umfasst ein einziger Achsencylinder durch seine sich ausgiebig verzweigenden Theiläste (Fig. 10d). So wird schliesslich das ganze Ganglion hier von solchen Nervenfaserchen angefüllt. Ein Theil derselben, wenn auch nur ein kleinerer, überschreitet im Dach des Aquaeductus Sylvii die Mittellinie, endigt also im unteren Vierhügel der anderen Seite.

Ein gleiches Verhalten zeigen die Fasern der unteren Schleife, welche in den oberen Vierhügel einstrahlen. Es sind dies starke grobe Nervenfasern; sie gehören hier der sogenannten mittleren Markschicht an, zum Theil legen sie sich auch den Zügen des tiefen Markes an. Ganz gewaltig ist ihre Endausbreitung (Fig. 10e). Die durch Theilung aus ihnen entstandenen Endäste durchsetzen nicht nur den oberen Vierhügel bis in die oberflächlicheren grauen Lagen hinein, sondern gelangen auch in das centrale Höhlengrau und zum Theil über die Mittellinie hinwegziehend in den gekreuzten vorderen Vierhügel (Fig. 10x).

Die Ganglienzellen der Vierhügelregion, zwischen denen also die Fasern der unteren Schleife sich endigend ausbreiten und verzweigen, lassen folgende verschiedene Formbeziehungen zu diesen erkennen.

Die Ganglienzellen des unteren Vierhügels, von multipolarem Charakter und wechselnder Grösse zeigen zwei Typen, bezw. ihrer Achsencylinderfortsätze. Die einen (Fig. 10f), meist von kleiner Grösse, zeigen den sogenannten zweiten Typus von Golgi; ihre Achsencylinder lösen sich innerhalb des unteren Vierhügelganglions in eine grosse Anzahl von Endästen auf, die sich zwischen den aus der unteren Schleife hervorgegangenen Nervenfäserchen verzweigen, mit ihnen zusammen ein äusserst dichtes Flechtwerk bildend. Die andere Art von Zellen, mit grösserem Zellleib und mächtigen Dendritenfortsätzen, lassen Achsencylinder aus sich hervorgehen, welche zwar sich verästelnde Seitenzweige abgeben, mit ihrem Hauptast aber über den unteren Vierhügel hinausreichen. Hauptsächlich in zwei Richtungen divergiren diese; die einen werden zu Schleifenfasern indem sie in die untere Schleife hinabziehen (Fig. 10g), die anderen schliessen sich den in den oberen Vierhügel einstrahlenden Faserzügen aus dieser an (Fig. 10h). Letztere zeigen also im Gegensatz zu jenen einen aufsteigenden Typus.

Ein gleiches gilt für die im Einstrahlungsgebiet der unteren Schleife im oberen Vierhügel gelegenen Ganglienzellen; die von diesen entspringenden Achsencylinder schliessen sich theils jenen von unten her vordringenden Faserzügen an (Fig. 10i), theils ziehen sie an diesen herunter (Fig. 10k). Es liegen also hier die obersten Ursprungszellen für einen Theil der unteren Schleife.

Wie schon früher erwähnt tritt eine Gruppe von Schleifenfasern

nicht in solche nähere Beziehungen zur Vierhügelregion. Dieselbe wird zu einer directen acustischen Rindenbahn. Es handelt sich hier um Schleifenfasern welche den unteren Vierhügel durchziehen (zum Theil von hier entspringenden Achsencylindern verstärkt), in das Bracchium anticum desselben übertreten und dann weiter durch die Regio subthalamica in die Capsula interna gelangen, von wo aus sie zur Rinde des Temporallappens ziehen. Die Bildung dieser corticalen Acusticusbahn zeigt beim Menschen Taf. XIII Fig. 2, Fig. 7B bei der Katze.

Ein zweites System, welches vielleicht auch noch die Bedeutung einer Rindenbahn[1] haben mag, tritt medial aus der unteren Schleife

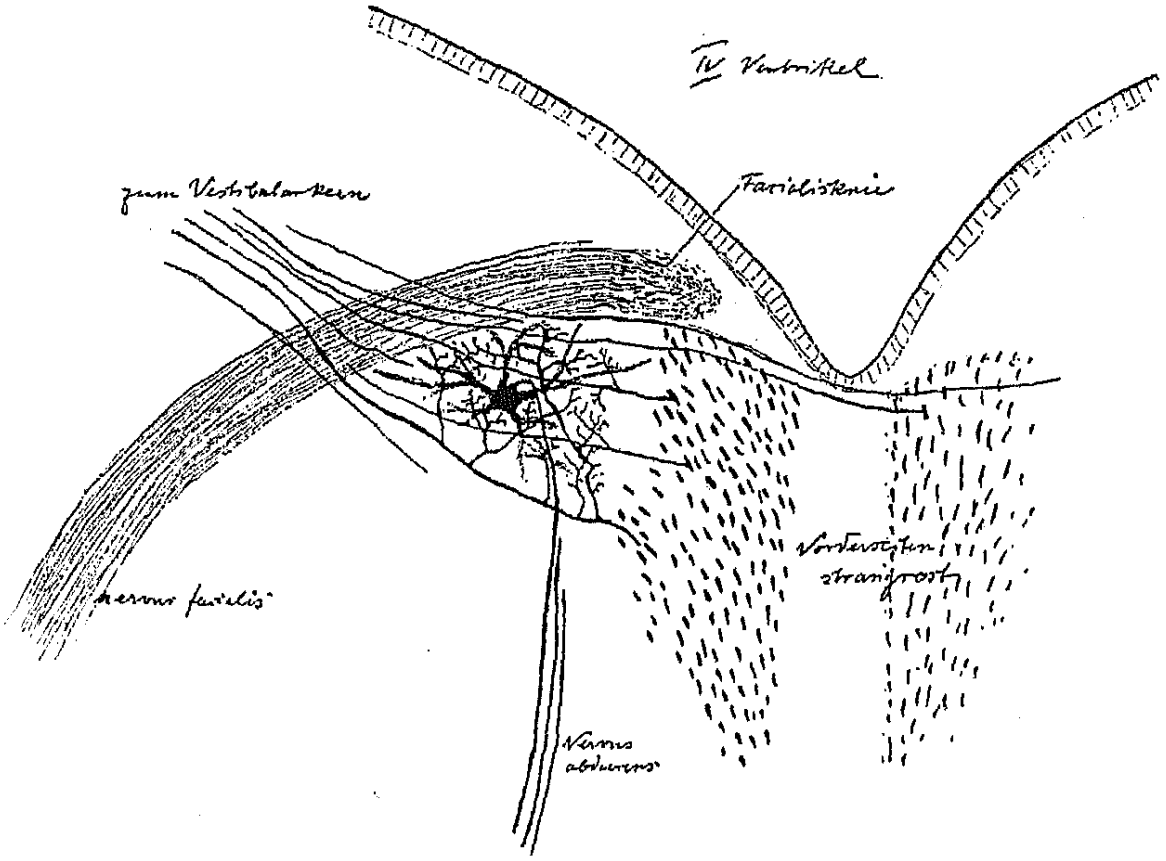


Fig. 14. Katze. Schematisch.

heraus, um sich dem Bindearm anzuschliessen und mit diesem centralwärts vorzudringen (s. ausser Taf. XIII Fig. 2 die Fig. 10). Die Fasern, welche hier in Betracht kommen sind theils vollständig umbiegende Schleifenfasern, theils Collateralen (Fig. 10m), theils Achsencylinderfortsätze von Zellen des lateralen Schleifenkerns (Fig. 10c), theils entspringen sie im unteren Vierhügel (Fig. 10g). Dass dies System mit jenem ersteren gleichwerthig ist, könnte man daraus folgern, dass beide bei den verschiedenen Thieren ein vicaricirendes Grössenverhältniss zu einander zeigen; doch bleibt immerhin die Annahme offen, dass im letzteren Fall

[1] Siehe S. 246.

eine Verbindung mit weiteren subcorticalen grauen Massen ermöglicht wird.

Im Mittelhirn findet nach dem Vorstehenden, wenn ich mich so ausdrücken darf, eine grosse Zweittheilung in der bis hierher im Hirnstamm aufgestiegenen centralen Gehörsbahn statt, indem sich die corticale Bahn von der in der Vierhügelregion bleibenden Fasermasse trennt. Jener kömmt wohl die Bedeutung zu, die Gehörseindrücke in's Bewusstsein überzuführen, vorausgesetzt, dass an die Rinde des Grosshirns diese Eigenschaft gebunden ist; diese wird zum grösseren Theil die Aufgabe haben, ausgedehnte reflectorische Beziehungen zu vermitteln.

Auf diese will ich zum Schluss etwas näher eingehen.

Zwischen den aus der unteren Schleife in den oberen Vierhügel einstrahlenden Fasern und den Zellen hier, deren Achsencylinder sich diesen anschlossen, liegt eine ganze Reihe von Ganglienzellen, welche sich durch gewaltige Grösse ihres Zellleibes und durch die Mächtigkeit ihrer weithin sich ausdehnenden Protoplasmafortsätze vor allen anderen hier auszeichnen. Ihre starken Achsencylinderfortsätze gehen radiär in die Tiefe des Vierhügels hinein, in der Richtung auf den Aquaeductus Sylvii zu.

Diese grossen multipolaren Ganglienzellen hier, im mittleren und tiefen Grau des vorderen Vierhügels gelegen, sind nun der Ursprung einer medullarwärts absteigenden Bahn, welche wegen ihrer weiteren Beziehungen zu den Kernen des III., IV. und VI. Gehirnnerven als ein reflectorisches System aufzufassen sein wird.

Auf diese Zellen wirkt aber nicht nur der Gehörnerv ein sondern auch der Sehnerv.

Die Untersuchungen von Ramon y Cajal (15) und von van Gehuchten (16) weiter haben nachgewiesen, dass Opticusfasern im vorderen Vierhügel endigen. Man wusste schon früher, dass das Stratum zonale hier und das oberflächliche Mark mit dem Nervus opticus in enge Verbindung ständen. Wie diese beiden Forscher nun gezeigt haben, endigen von hier aus Opticusfasern, welche in der Ganglienzellschicht der Retina entsprungen sind, in oberflächlicheren grauen Lagen des oberen Vierhügels, indem sie sich in eine Summe von Endzweigen aufsplittern. Diese liegen dann um Ganglienzellen herum (Fig. 10), deren Achsencylinderfortsätze sich hier theils auflösen und in Endzweige spalten (Fig. 10o), theils radiär in die tieferen Schichten des vorderen Vierhügels hineingelangen (Fig. 10p) und sich mit ihren Seitenästchen dort ausbreiten, wo auch die unteren Schleifenfasern endigen. Die letzteren scheinen mir die verbindenden Elemente zu sein, welche die optischen Reize auf jene hier gelegenen Systemzellen übertragen.

Es handelt sich also um eine gemeinschaftliche reflectorische Bahn für Seh- und Hörnerven.

Da die Markscheidenentwickelung sehr früh schon in ihr beginnt, so ist sie an entsprechenden Objecten ausserordentlich leicht und sicher in ihrem weiteren Verlauf festzustellen. In schematischer Weise ist derselbe in Fig. 10 angegeben; er ist Folgender:

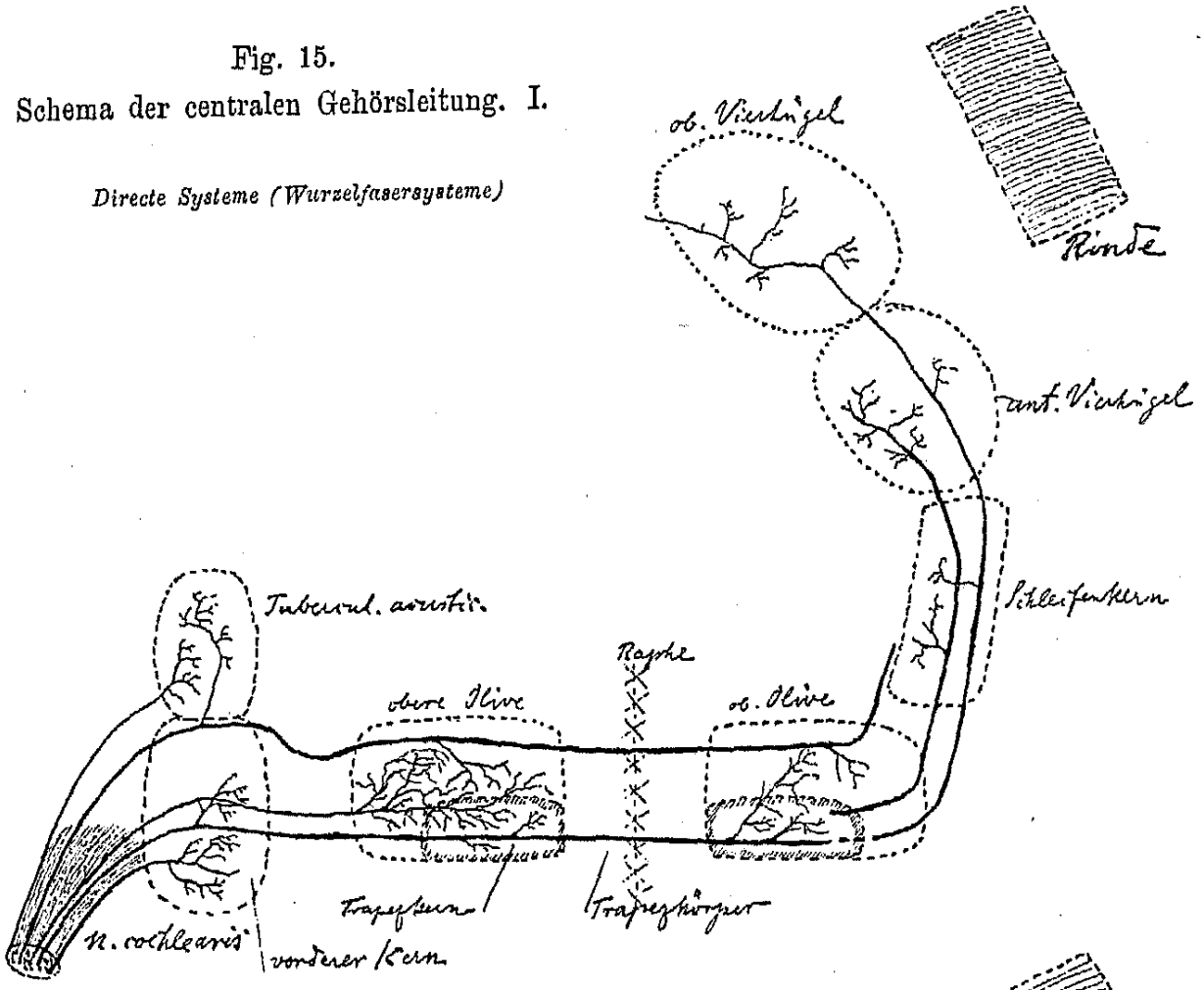
Die radiär aus den tiefen Schichten des vorderen Vierhügels herankommenden Achsencylinder biegen am Rand des ventralen Höhlengraus in mehr oder weniger rechtem Winkel nach unten hin um. Während dieses radiären Verlaufes geben sie sich verästelnde Seitenzweige ab, die in den tieferen Schichten des mittleren Graus sich auflösen. An jener Umbiegungsstelle gehen sie zum Theil T-förmige Theilungen ein, deren einer Theilast dorsal- der andere ventralwärts zieht. Erstere erreichen bald ihr Ende, indem sie noch eine Anzahl von feinen Seitenzweigen abgeben; einige jedoch scheinen bis zum gekreuzten vorderen Vierhügel zu gelangen. Die ventralwärts ziehenden Aeste schliessen sich mit den übrigen Achsencylindern zu einem Bogensystem zusammen, welche das centrale Höhlengrau von aussen her umgeben und abgrenzen (Fig. 10). Nach innen zu liegen diesen Faserzügen grosse rundliche Zellen an, aus welchen die „aufsteigende Trigeminuswurzel" entspringt (Fig. 10). Zahlreiche Collateralen werden hier aus diesen beiden Systemen in das centrale Höhlengrau hinein abgegeben. Jene Bogenfasern ziehen dann ventral vom „hinteren Längsbündel", welches den Oculomotoriuskern nach unten zu abgrenzt, zur Mittellinie, wo sie sich mit entsprechenden aus dem andern Vierhügel entspringenden Faserzügen kreuzen. Diese Kreuzungsstelle hier ist schon seit langem unter dem Namen „Meynert's fontaineartige Haubenkreuzung" bekannt; sie hat denselben von Forel erhalten. Nach dieser Kreuzung hier steigt die reflectorische Vierhügelbahn medullarwärts hinunter, sich dem Vorderseitenstrangrest anschliessend.

Der weitere Verlauf ist von dieser Stelle der „fontaineartigen Haubenkreuzung" an abwärts etwas anders beim Menschen als bei Katze und Ratte u. A. Bei ihm biegt sie in das hintere Längsbündel hinein und zwar in seinen mittleren Theil, mit dem sie dann auf der anderen Seite also hinunterzieht. Bei jenen Thieren geht sie in Faserzüge über, welche ventral vom hinteren Längsbündel zu beiden Seiten der Mittellinie liegen, und welche erst in der oberen Brückengegend sich mit diesem zu einem geschlossenem System vereinigen.

Von diesem System zweigen sich nun Fasern ab, welche an den verschiedenen betreffenden Stellen in die Kerne der Augenmuskelnerven gelangen. Aus ihrer Lage zur fontainartigen Haubenkreuzung resultiren folgende Beziehungen (Fig. 11 und 16 IV):

Fig. 15.
Schema der centralen Gehörsleitung. I.

Directe Systeme (Wurzelfasersysteme)



Systeme zweiter Ordnung. II.

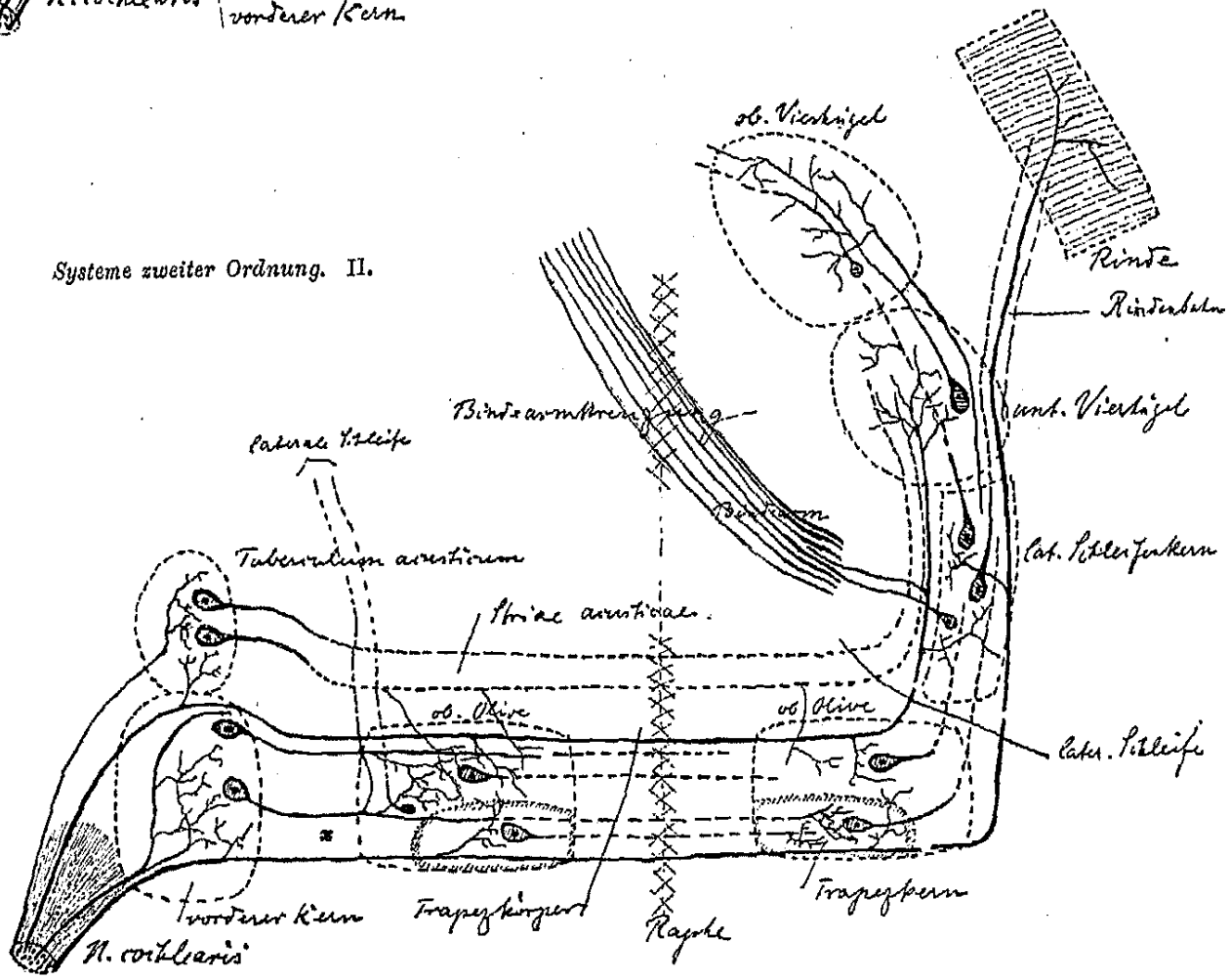
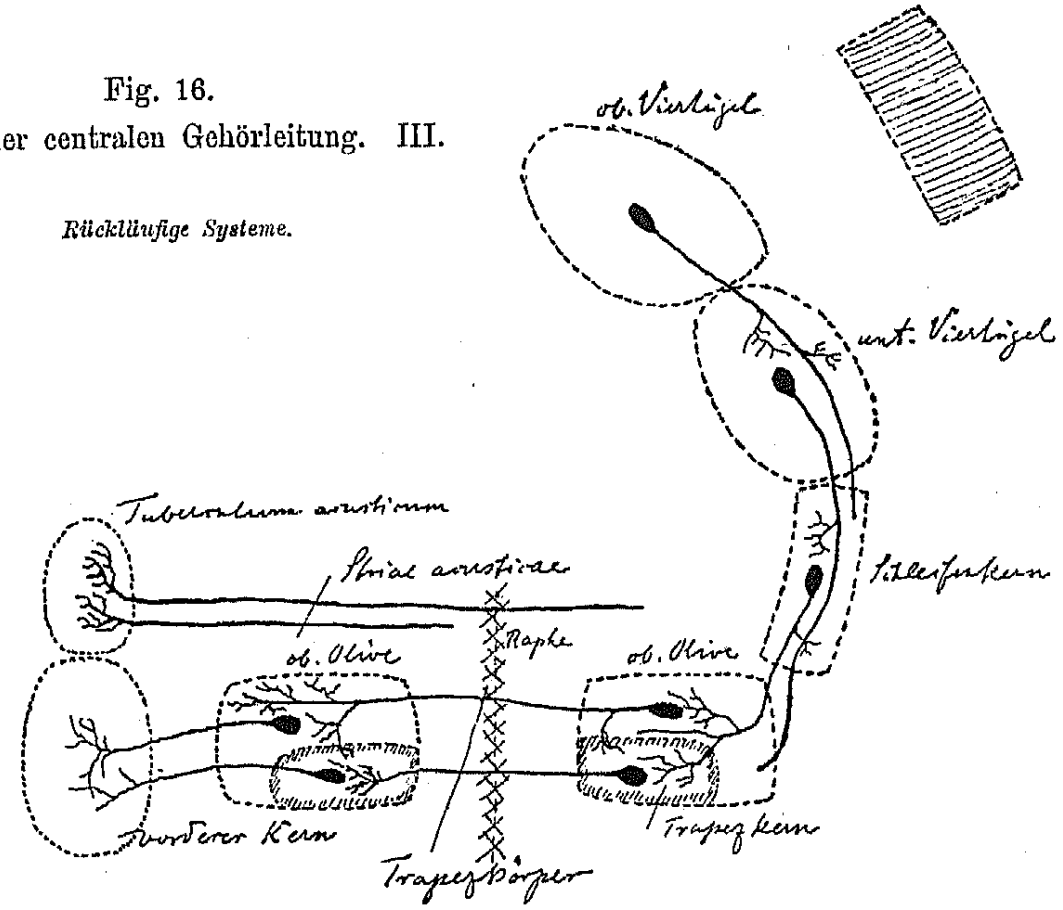
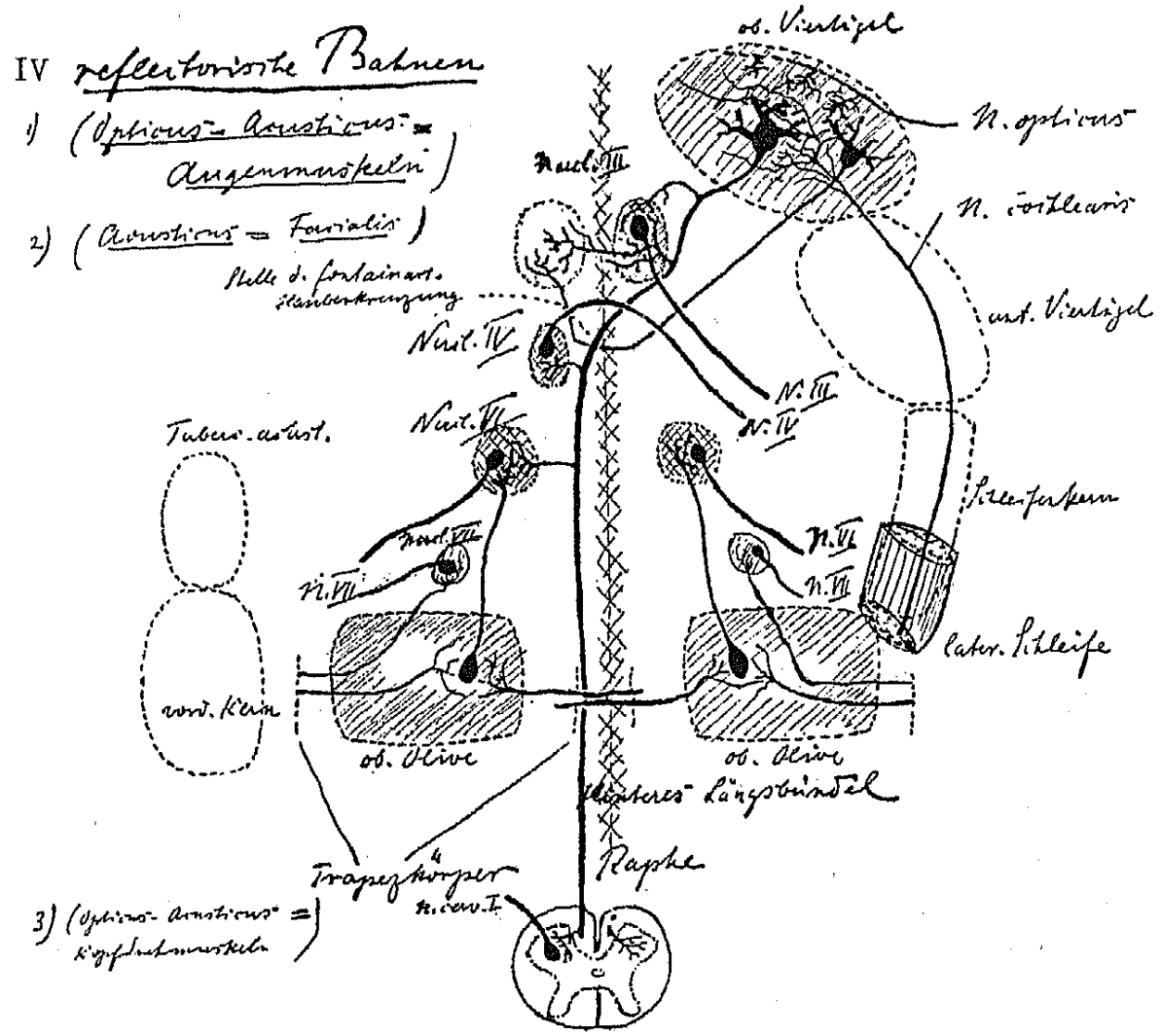


Fig. 16.
Schema der centralen Gehörleitung. III.

Rücklaufige Systeme.





Der (zum Ursprung der Reflexbahn) gleichseitige Oculomotoriuskern, der gekreuzte Trochleariskern und der gekreuzte Abducenskern erhalten solche Collateralen, die sich zwischen den hier zu findenden grossen multipolaren Ganglienzellen in unendlich feiner Weise verzweigen, aus deren Achsencylinderfortsätzen jene peripheren Nervenstämme hervorgehen; theils biegen auch vollständig Fasern aus diesem System zu jenen Kernen ab (s. ausser Figg. 10 u. 14 hierzu Taf. XIII Figg. 3 u. 4). Bezüglich der den Oculomotoriuskern beeinflussenden Collateralen dieses Systems sind etwas complicirtere Verhältnisse vorhanden. Ein Theil derselben überschreitet im Kerngebiet die Mittellinie, und kann so auch auf die zum Vierhügel gekreuzten Ursprungszellen des Nervus oculomotorius einwirken.

Neben jener Reflexbahn zum Oculomotoriuskern, die gekreuzte wie ungekreuzte Beziehungen zu diesem hatte, kommt noch eine zweite Bahn als sehr wichtig hierfür in Betracht, die folgenden Verlauf zeigt. Ihre Ursprungszellen liegen ebenfalls wie jene des ersteren Systems an den gleichen Regionen des vorderen Vierhügels; ihre Achsencylinderfortsätze beschreiben aber nicht ganz jenen engeren Bogen um das centrale Höhlengrau, so dass ihre Kreuzungsstelle etwas ventral von der fontaineartigen Haubenkreuzung zu liegen kommt. Diese Fasern sind es, welche dann in der Bahn der Oculomotoriuswurzeln aufsteigend in den Oculomotoriuskern gelangen, um sich hier in Endzweige aufzusplittern und vortäuschen können, als ob Oculomotoriusfasern statt im Kern zu entspringen hier endigten (Fig. 10xx). Bei einseitigen Vierhügelexstirpationen lässt sich vermittelst der Marchischen Methode sehr schön dieser etwas complicirtere Verlauf dieser Fasern nachweisen.

In diesen anatomischen Verhältnissen liegt es begründet, dass dies in Frage stehende System jenen Reflexbogen darstellt, der acustische und optische Reize auf den Bewegungsapparat der Augen wirken lässt. Da vom Abducenskern aus der Musculus rectus externus oculi innervirt wird, so ist es äusserst wichtig zu wissen, von welchem Oculomotoriuskern aus (gekreuzt oder ungekreuzt?) der Theil des Nervus oculomotorius entspringt, welcher den Musculus rectus internus des anderen Auges innervirt, um die associirte Augenbewegung in der horizontalen Ebene erklären und begründen zu können. Ich habe versucht durch Exstirpation der Muskelmasse des Rectus internus bei neugeborenen bis wenig Tage alten Kätzchen und Kaninchen Versuche die auch auf die übrigen Augenmuskeln ausgedehnt wurden, diese Frage experimentell zu lösen, um eventuell Degenerationen in den einzelnen entsprechenden Kerngebieten des Nervus oculomotorius zu erhalten. Doch haben diese Versuche bisher keine brauchbaren Resultate ergeben.

Von den in der Litteratur über pathologische Processe im Mittelhirn angegebenen Fällen scheint mir folgender geeignet zu sein, etwas die Verhältnisse zu klären (17). Wie die Section ergab, handelte es sich hier um eine gliomatöse Neubildung, die unter anderem auch den rechten vorderen Vierhügel ergriffen hatte. Im Anfang des Krankheitsfalles hatte Lähmung des rechten Musculus rectus internus bestanden; diese ging jedoch später zurück; es war aber bis zuletzt die seitliche associirte Augenbewegung nach links hin ausserordentlich erschwert. Wenn auch nicht als schlechthin beweisend — es war auch noch der rechte Thalamus, die entsprechende Capsula interna zum Theil von dieser Neubildung befallen — dieser Fall anzusehen ist, so lässt er es doch höchst wahrscheinlich erscheinen, dass der Rectus internus vom gleichseitigen Oculomotoriuskern aus innervirt wird und es wäre damit eine anatomische Grundlage gefunden, die zu erklären vermag, warum die in einen vorderen Vierhügel eintretenden optischen oder auch acustischen Reize eine gleichzeitige Contraction des Rectus internus des einen und des Rectus externus des anderen Auges auslösen, da der betreffende Abducenskern unterhalb der Kreuzungsstelle jener Reflexbahn liegt.

Eine weitere Frage betrifft die reflectorische Kopfdrehung im Sinne einer seitlichen Augenbewegung. Es ist bekannt, dass das hintere Längsbündel nach unten zu in den Vorderseitenstrangrest des Rückenmarks übergeht; ob aber auch die in ihm enthaltene Reflexbahn aus dem vorderen Vierhügel so weit hinunterreicht, ist noch unsicher. Dies würde nur eine Degeneration entscheiden können, die nach Exstirpation jener Systemzellen diese Bahn hier ergreift. Ich habe dahin zielende Versuche angestellt, aus deren Reihe ich jetzt schon folgenden Fall verwerthen kann:

Einem drei Monate alten Kaninchen wurde durch Trepanation ein Theil des Schädeldaches in der Hinterhauptsgegend entfernt und nach Spaltung der Dura mater der Pol des rechten Hinterhauptslappen mit einem scharfen Löffel fortgenommen und so der rechte vordere Vierhügel blossgelegt. Die Narkose wurde von jetzt an nur so oberflächlich gehalten, dass zwar Schmerzgefühl und jede willkürliche Bewegung aufgehoben waren, tiefere Reflexe jedoch noch erfolgen konnten. Es bestand also noch der Lidreflex; und ebenso musste angenommen werden, dass der durch eindringende Lichtreize u. s. w. reflectorisch bedingte Contractionszustand der Augen- und Kopfdrehmuskel bestand. Ich fing dann an mit einer breiten Nadel den rechten vorderen Vierhügel bis zu einer gewissen Tiefe, so dass gerade noch jene grossen Systemzellen mit getroffen werden mussten, zu durchlöchern. Nach den ersten Stichen schon trat folgende von dem früheren

abweichende Augenstellung ein: das rechte Auge sah nach aussen unten, das linke nach innen oben; auch schien die Kopfhaltung zum Rumpf eine andere geworden zu sein, was jedoch nicht sicher zu entscheiden war, da das Kaninchen auf dem Operationstischchen gefesselt war. Ich habe dann mit einem scharfen Löffel den rechten vorderen Vierhügel 2 bis 3 mm tief fortgenommen. Nachdem die Wunde vernäht und verbunden war, wurde mit der Narkose aufgehört. Und sowie dieselbe soweit wieder aufgehoben war, dass willkürliche Bewegungen wieder gemacht werden konnten, trat jene beschriebene Augenabweichung sofort zurück. Dagegen zeigte sich, dass die erst vermuthete Kopfdrehung wirklich bestand; das Thier hielt seinen Kopf constant nach rechts hin gedreht. Diese Kopfhaltung bildete sich in den nächsten Tagen allmählich zurück; ungefähr drei Wochen nach jenem operativen Eingriff war noch eine leichte Andeutung hiervon zu beobachten. Sonst zeigte das betreffende Kaninchen keine Aenderung in seinem ganzen Verhalten von anderen.

Man ist nun sehr versucht bei der Bedeutung dieser Fragen sich nach dem oben angeführten ein Bild zu entwerfen, das die Ursache seitlicher associirter Augenbewegungen und einer accessorischen Kopfdrehung im gleichen Sinne in Folge von optischen und acustischen Reizen auf rein gehirnanatomische Verhältnisse zurückführt, auf den Verlauf der Reflexbahnen. Doch würde immer hiermit nur die Möglichkeit gegeben werden können, dass jene Reize solche reflectorischen Erscheinungen auslösen könnten; dass dem wirklich so ist, wird nur durch eine Reihe von Versuchen am lebenden Thier nachzuweisen sein. In dem oberen Vierhügel entsprang, wie ich gezeigt habe, eine gemeinschaftliche Reflexbahn für den Nervus opticus und den Nervus acusticus; für letzteren allein kommen dann noch Bahnen in Betracht, welche sich in der Medulla oblongata bezüglich in der Brückengegend schon aus der centralen Gehörsleitung ablösen. Solche gehen aus dem Trapezkörper bezüglich aus dem in ihm liegenden oberen Olivencomplex hervor. Eine dieser Reflexbahnen habe ich oben schon beschrieben, den Stiel der oberen Olive (Figg. 7a, 8, 16 IV), welche die Uebertragung acustischer Reize auf den Nervus abducens vermitteln wird. Silberbilder, welche die Art der Endigung der aus dem oberen Olivencomplex entspringenden Achsencylinder dieser Bahn in dem Abducenskern zeigen, habe ich bisher nicht erhalten können.

Ferner gehen Collateralen aus dem Trapezkörper zum gleichseitigen Facialiskern (Fig. 1), welche hier sich in Endzweige zwischen den Ursprungszellen des Nervus facialis auflösen; sie werden reflectorische Contractionszustände in dem von diesem Nerven versorgten Muskelgebiet vermitteln, welche sich im Gesichtsausdruck, im Spitzen der Ohren zeigen.

Vor allem aber gehen dann solche Collateralen in die Formatio reticularis, welche sie ausgebreitet mit ihren Theilästen durchsetzen. Durch sie werden acustische Eindrücke auf die hier liegenden Zellgruppen wirken können, welche zum Theil wahrscheinlich Centren für Athembewegungen, Gefässinnervation u. s. w. darstellen.

Wie Fig. 11 in schematischer Weise zeigt, liegen hier auch Strangzellen des Vorderseitenstrangrestes des Rückenmarks; da diese jedenfalls absteigend bis in's Rückenmark hinuntergelangen, so könnte auch von hier aus die reflectorische Kopfdrehung auf acustische Reize hin erfolgen, wenn sich herausstellen sollte, dass die aus dem vorderen Vierhügel entspringende Reflexbahn nicht soweit hinunterreichte. (Den Hirnstamm jenes operirten Kaninchens habe ich jetzt mikroskopisch mittelst der Marchischen Methode untersuchen können. Es hat sich gezeigt, dass jene reflectorische Vierhügelbahn bis in's Rückenmark hinunter gelangt. Sie liegt zum Theil im Vorder- zum Theil im Seitenstrang, die ganz charakteristische degenerirte Fasern führen. Auf die näheren Details komme ich später zurück). Die Uebertragung der hier in Betracht kommenden Reize würden dann jene Collateralen vermitteln, welche, wie Ramon y Cajal und v. Kölliker gezeigt haben, aus dem gleichseitigen Vorderseitenstrang in's Vorderhorn des Rückenmarkes abgegeben werden, aus dessen multipolaren Ganglienzellen der Nervus cervicalis I seinen Ursprung nimmt.

Um zum Schluss meiner Untersuchungen ein Resumé derselben zu geben, so sind in der centralen Gehörleitung bezüglich ihres ersten Abschnittes, der bis zur Vierhügelregion gerechnet wurde, folgende Elemente zu unterscheiden (s. Figg. 15 und 16):

I. Die Grundlage der centralen Gehörleitung bilden die directen Verzweigungen der Achsencylinder des Hörnerven; sie sind die Wurzelfasersysteme. Ihre Endigung liegt im vorderen Acusticuskern und im Tuberculum acusticum; doch werden auch noch die obere Olive wenn nicht noch weitere graue Massen, wie in dem Schema angenommen, endigende Wurzelfasern des Hörnerven enthalten.

II. Die Systeme zweiter Ordnung verlaufen in gleichem Sinne mit den vordringenden Wurzelfasern. Sie entspringen aus Systemzellen, welche dort liegen, wo der Hörnerv endigt. Sie sind also centrale Fortsetzungen desselben. Ihr Ursprung liegt im ganzen Verlauf der centralen Gehörsleitung, im vorderen Acusticuskern, Tuberculum acusticum, obere Olive, Trapezkern, lateraler Schleifenkern bis zum unteren Vierhügel, so dass an den verschiedenen grauen Massen hier neuer Faserzuwachs entsteht für aus tieferen Abschnitten endigende Faserzüge. Sie bilden den Hauptbestandtheil der centralen Gehörleitung.

III. Entgegengesetzt zu diesen Systemen zweiter Ordnung verlaufen die rückläufigen Systeme. Sie entspringen von höheren Abschnitten der centralen Gehörleitung an bis zu tiefer liegenden grauen Massen in derselben. Ihre Achsencylinder ziehen dem primären Endigungsbezirk des Hörnerven zu, so dass also die letzten Faserzüge der rückläufigen Systeme hier endigen, während die ersten der Systeme zweiter Ordnung hier entspringen.

IV. Diesen Systemen allen gegenüber nehmen die reflectorischen Bahnen eine besondere Stellung ein. Während erstere die centrale Gehörleitung an und für sich ausmachen, verbinden die reflectorischen Bahnen dieselbe mit anderen Hirntheilen, in denen motorische Ursprungszellen vorhanden sind. Für den Nervus acusticus besteht gemeinschaftlich mit dem Nervus opticus eine grosse Reflexbahn, welche im vorderen Vierhügel entspringt. Dieselbe ist geeignet sensorische Eindrücke in dieser Sphäre auf den Bewegungsapparat der Augen und auch des Kopfes zu übertragen. Specielle Reflexbahnen bestehen für den Nervus acusticus, die zum Abducenskern, Facialiskern und der Formatio reticularis führen.

V. Die centrale Gehörleitung ist der Hauptsache nach eine gekreuzte Fortsetzung des Hörnerven, zum kleineren Theil eine ungekreuzte. Es bestehen für den Hörnerven also ganz ähnliche Verhältnisse wie für den Sehnerven.

VI. Die centrale Gehörleitung endigt zum grossen Theil im Mittelhirn und zwar in den Vierhügeln bezüglich der Wurzelfasersysteme und der Systeme zweiter Ordnung; es entspringen hier die rückläufigen Systeme. Zum kleineren Theil zieht sie als directe acustische Rindenbahn durch das Mittelhirngebiet bis zum Grosshirn.

Notiz zu S. 237.

In diesem dem Bindearm sich anschliessenden Bündel aus der lateralen Schleife liegt eine Bahn zum gekreuzten unteren Vierhügel, die ich in letzter Zeit in Folge eines experimentellen Eingriffes habe feststellen können. Eine Durchschneidung der lateralen Schleife dicht unterhalb des unteren Vierhügels brachte diese zur Degeneration. Bei Anwendung der Marchi'schen Methode zeigte sich, dass dies Bündel eine Strecke weit sich dem gleichseitigen Bindearm anlegt, dann dicht unterhalb des hinteren Längsbündels die Mittellinie überschreitet, sich mit dem entsprechenden

Faserzug der anderen Seite kreuzend. Und wo dieser seine laterale (also gekreuzte zur Operationseite) Schleife verlässt, tritt jene degenerirte Bahn in dieselbe hinein. Sie steigt dann mit ihr empor zum unteren Vierhügel. Die degenerirten, durch jene Methode exquisit schwarz gezeichneten Fasern, breiten sich der Hauptsache nach in den ventralen Abschnitten dieses Ganglions aus. Es liegt also die Verbindung beider unteren Vierhügel nicht ausschliesslich im Dach des Mittelhirns (dorsal vom Aquaeductus Sylvii).

Litteraturverzeichniss.

1. His, Die Entwickelung des menschlichen Rautenhirns vom Ende des ersten bis zum Beginn des dritten Monats. I. Verlängertes Mark. *Abhandlungen der k. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften.* XXIX. 1891.

2. Retzius, *Biologische Untersuchungen.* Neue Folge III. 1892.

3. Held, Die Endigungsweise der sensiblen Nerven im Gehirn. *Dies Archiv.* 1892.

4. Derselbe, Die centralen Bahnen des Nervus acusticus bei der Katze. *Dies Archiv.* 1891.

5. Flechsig, Weitere Mittheilungen über die Beziehungen des unteren Vierhügels zum Hörnerven. *Neurologisches Centralblatt.* 1890.

6. v. Monakow, Striae acusticae und untere Schleife. *Archiv für Psychiatrie.* XXII. 1890.

7. Onufrowicz, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Nervus acusticus des Kaninchens. *Archiv für Psychiatrie.* XVI, 3. 1885.

8. Edinger, *Zwölf Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane.* 1892.

9. Baginsky, Ueber den Ursprung und den centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens. Virchow's *Archiv.* CV. 1886. — Ueber den Ursprung und centralen Verlauf des Nervus acusticus des Kaninchens und der Katze. Virchow's *Archiv.* CLXX. 1890.

10. Sala, Sur l'origine du nerf acoustique. *Arch. ital. de Biol.* 1891.

11. His jun., Zur Entwickelungsgeschichte des Acustico-Facialisgebietes beim Menschen. *Dies Archiv.* 1889.

12. Flechsig, Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven. *Neurologisches Centralblatt.* 1886. 23.

13. Bumm, Experimenteller Beitrag zur Kenntniss des Hörnervenursprungs des Kaninchens. *Allgemeine Zeitschrift für Psychiatrie.* VI. 1889.

14. Roller, Die Schleife. *Archiv für mikroskopische Anatomie.* 1881.

15. Ramon y Cajal, Sur la fine structure du lobe optique des oiseaux et sur l'origine réelle des nerfs optiques. *Internationale Monatsschrift für Anatomie und Physiologie.* VIII. 1891.

16. v. Gehuchten, La structure des lobes optiques chez l'embryon de poulet. *La cellule* VIII. 1. 1892.

17. David Ferrier, Glioma of the right optic thalamus and corpora quadrigemina. *Neurologisches Centralblatt.* 1882. S. 396.

Erklärung der Abbildungen.

(Taf. XIII.)

Fig. 1. Chimpanse, erwachsen. Querschnitt durch die mittlere Brückengegend, nach einem Markscheidenpraeparat.

Fig. 2. Menschlicher Foetus 32 cm. Partie aus einem Schrägschnitt durch die Vierhügelgegend. Abzweigung der directen acustischen Rindenbahn von der lateralen Schleife.

Fig. 3. Linker Oculomotoriuskern eines Kaninchens. Silberpraeparat. Collateralen aus dem hinteren Längsbündel. Die querverlaufende Faser, welche eine Collaterale zum Kern abgiebt, gehört dem Bogensystem der acustisch-optischen Reflexbahn an.

Fig. 4. Rechter Trochleariskern vom Kaninchen. Collateralen aus dem hinteren Längsbündel.

Fig. 5. Menschlicher Foetus von 32 cm. Uebergang der acustisch-optischen Reflexbahn in den mittleren Theil des hinteren Längsbündels.

Fig. 6. Rechtes Corpus trapezoideum mit seinen grauen Massen vom Kaninchen. Silberpraeparat; aus mehreren Schnitten combinirt.

Die Faserkörbe in dem medialen Theil des Trapezkörpers sind in der Zeichnung zu klein ausgefallen; sie sind in Wirklichkeit grösser wie der Zellleib der Trapezkernzellen.

Fig. 1.

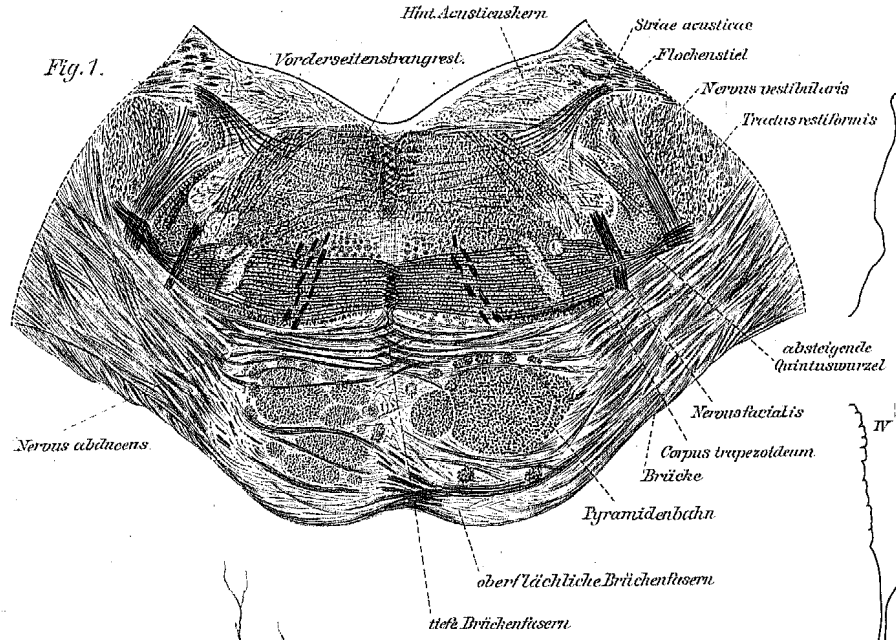


Fig. 2.

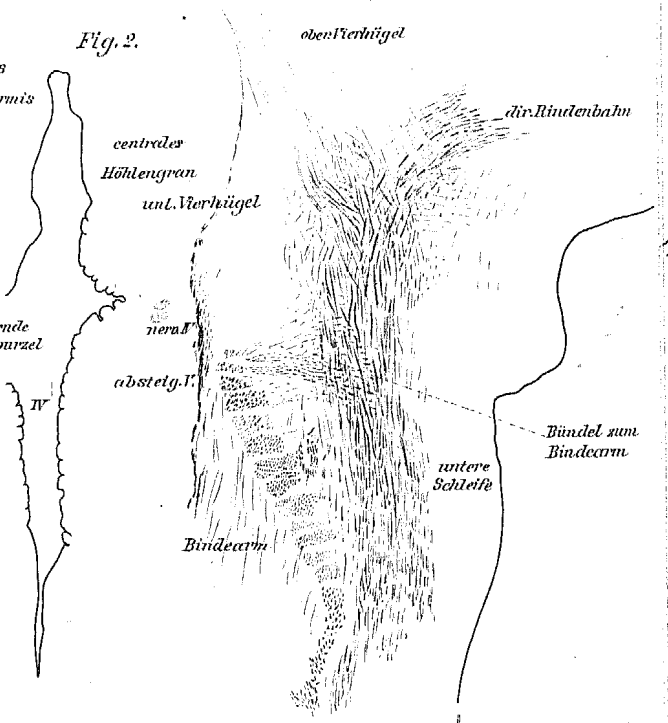


Fig. 3.

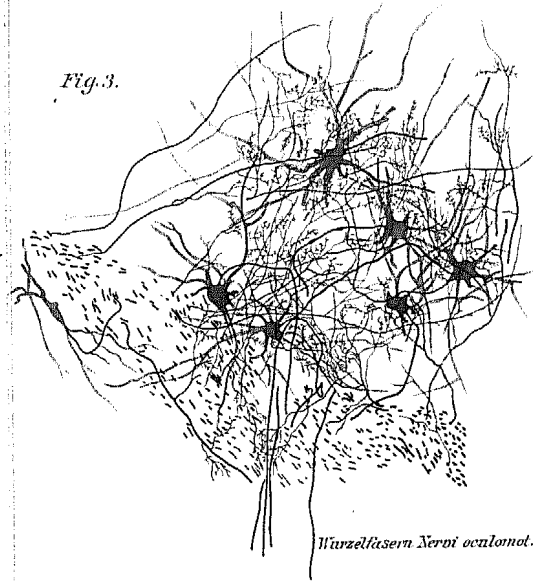


Fig. 4.

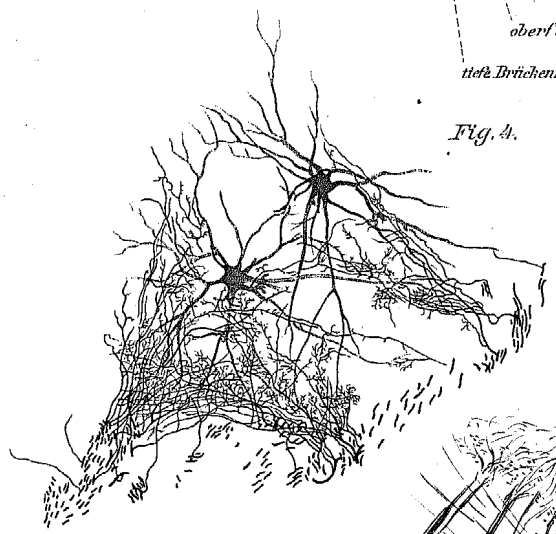


Fig. 5.

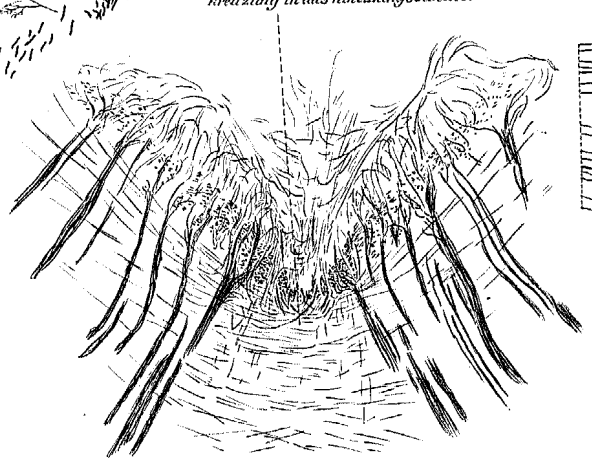
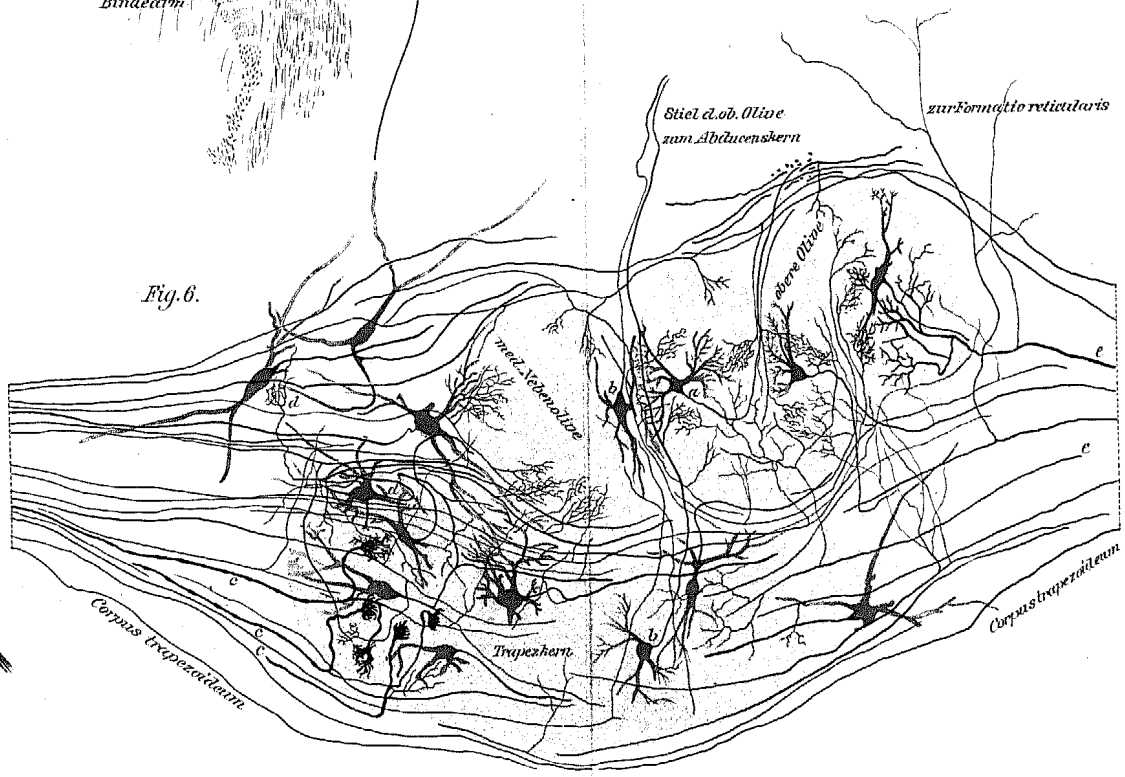


Fig. 6.



Verlag Veit & Comp. Leipzig.

Lith. Anst. v. E. A. Funke, Leipzig