

XIII.

Aus der psychiatrischen Klinik in Leipzig
(Prof. Flechsig).

Vom Fasciculus longitudinalis inferior.

Von

Dr. v. Niessl-Mayendorf
in Leipzig.
(Hierzu Tafel VIII.)

Wenn man den Angaben über das „untere Längsbündel“, welche die neueren gangbaren Lehrbücher der Gehirnanatomie bringen, rückhaltloses Zutrauen schenken dürfte, dann wäre allerdings sein Verlauf der bestbekannte, seine Qualification als ein den Hinterhauptlappen mit dem Schläfelappen verbindendes Associationssystem eine durch leichte einwandfreie Darstellung festgesicherte, über allen Zweifel erhabene Thatsache. Allein die heutigen Untersuchungsmethoden, unter denen die entwicklungsgeschichtliche und pathologisch-anatomische in die erste Reihe gerückt sind, förderten eine Fülle neuer Anschauungen in der Erkenntniss der Projections- und Associationsbahnen zu Tage, denen gegenüber die sogenannte Abfaserung, wenngleich von Männern mit seltenem Geschick und genialer Combinationsgabe gehandhabt, Recht und Geltung ihrer überwältigenden Eindeutigkeit verlieren musste.

Die Bestimmtheit, mit der man heute vom Fasciculus longitudinalis inferior spricht, knüpft an eine auf Treu und Glauben hingenommene Tradition aus einer Zeit an, in der man mit Nadel und Pincette den Hirnbau studirt hat. Die sorgfältige mikroskopische Musterung durchsichtiger gefärbter Schnittserien giebt über den Verlauf des unteren Längsbündels einen ganz anderen Aufschluss. Nur das allzubereite Entgegenkommen, welches moderne Forscher gegen die Ueberzeugung gewisser Autoritäten beobachteten, liess sie neuere Funde igno-

riren, sofern sie althergebrachten, gleichsam Gemeingut gewordenen Auffassungen der Altmeister widersprachen.

Ein Blick in die Literatur der Hirnlehre zu Anfang des vorigen Jahrhunderts belehrt uns, wie sehr das Charakterbild des unteren Längsbündels in der Geschichte geschwankt hat. Drei Gehirnkennen ersten Ranges, Reil, Burdach, Gratiolet gingen in der Zueignung des in Rede stehenden Bündels zu benachbarten Fasermassen, seiner Verlaufsrichtung und funktionellen Bedeutung ganz verschiedene Wege.

Reil, der zum erstenmal die „kreisförmige, strahlige Ausbreitung“ des Hirnschenkelsystems am äusseren Rande des Sehhügels „Stabkranz“ genannt hat, widerstand nicht der Versuchung, auch in dem Fasciculus longitudinalis inferior einen, in den Fuss des Hirnschenkels und zwar in dessen äusserem Theil absteigenden Faserzug zu erblicken.

Er beschreibt in seinem Archiv¹⁾) den Stabkranz des Hinterhauptlappens, in welchen Begriff er die primäre Sehstrahlung Flechsig's, den Fasciculus longitudinalis der Autoren und die secundäre Sehstrahlung Flechsig's, die Sehstrahlung der Autoren zusammenfasst, folgendermassen:

„Der hintere Theil des Stabkranzes, der das äussere Stratum des hinteren Horns bildet, über welches die Tapete wegfällt, und was von dem rückwärts geschlagenen Theil des Hirnschenkels und dem hinteren Rand des Sehhügels ausgeht, ist zwei bis drei Linien dick, in der Mitte mehrere Zoll lang und geht in gerader Richtung gegen die Spitze des Hinterlappens fort. Gegen das Seitenhorn zu lenken die Strahlen des Stabkranzes von der Horizontallinie gegen die verticale ab, ja die letzten Strahlen sind sogar mit ihren Spitzen nach vorne gekehrt. Wie sich der Rand des Sehhügels krümmt, so die Strahlen des Stabkranzes, die von ihm, als von ihrem Brennpunkte ausgehen, denn des Sehhügels hintere Extremität theilt sich in zwei Spitzen, deren eine, welche in den Sehnerven ausläuft, die andere bedeckt, welche kulbigt ist, und mit dem unter ihr liegenden Hirnschenkelsystem das äussere unter der Tapete liegende Stratum der äusseren Wand dieses Hornes giebt, das vorne in die abgestumpfte Spitze dieses Hornes und zur Seite in die Furche endet, in welcher äussere und innere Wand des selben zusammenstossen. Mit dem Stratum vom Hirnschenkelsystem fliest die strahlige Ausbreitung der vorderen Commissur zusammen . . .“

Auf der äusseren Wand des Seitenhorns liegt also unter dem Epithelium zuerst die Tapete, die von dem Balken und der Taenia ge-

1) Archiv für die Physiologie von Prof. Jos. Christ. Reil und Doctor J. H. F. Autenrieth, Halle 1809.

bildet wird, dann ein starkes Stratum von der bedeckten kubigten Extremität des Sehhügels und endlich eine Lage, die vom Hirnschenkel und der vorderen Commissur gebildet wird.

Aus dieser Darstellung geht hervor, dass Reil seine für die Sehsphäre der Rinde bestimmte centripetale Leitungsbahn aus dem Thalamus, ihrem Brennpunkt hervorgehen lässt. Wie er sich die Theilung der hinteren Extremität des Sehhügels in zwei Spitzen vorgestellt hat, ist jetzt schwer zu verstehen. Wahrscheinlich dürfte mit derjenigen, welche kubigt ist, der äussere Kniehöcker gemeint sein.

Unter dem starken Stratum ist wohl die gesammte Fasermasse der Sehstrahlungen zu verstehen. Sein nach aussen von der Tapete und Sehstrahlung liegendes Hirnschenkelsystem, in welches sich die Fasern der vorderen Commissur ein senken, dürfte einem Theil der primären Sehstrahlung Flechsig's des Fasciculus longitudinalis inferior der Autoren entsprechen.

Reil hat mit seinem Stabkranz des Hinterhauptlappens, der sich nach unten in den äusseren Abschnitt des Hirnschenkelfusses fortsetzt, Schule gemacht. Ihm folgten mit verschiedenen Modificationen seiner Darstellung Meynert, Wernicke, Charcot, Ballet, Brissaud etc. Auch Arnold pflichtete anfangs Reil bei, sagte sich aber später in seinem Handbuche¹⁾ von diesem los und folgte der Auffassung Burdach's.

Blicken wir in der Geschichte des unteren Längsbündels wieder zurück, so müssen wir als den Ersten, welcher das untere Längsbündel als eine „Associationsbahn“ durch Abfaserung dargestellt und ihm seinen Namen gegeben hat, Friedrich Burdach nennen. Da fast alle späteren Lehrbücher beim Fasciculus longitudinalis inferior sich auf diesen Autor zurückbeziehen, möge die in seinem berühmten Werke²⁾ gegebene Beschreibung hier Platz finden.

„In jeder Hemisphäre erstreckt sich an der Basis des Stabkränzes, als dessen Grundmauer das untere Längsbündel Fasciculus longitudinalis inferior von der Spitze des Hinterlappens in ununterbrochener Stetigkeit, und bildet eine in die Länge gehende Randwulst an der unteren Fläche des grossen Hirns. Es ist in die Länge etwas gekrümmmt; aussen leicht gewölbt, innen leicht gehöhlt, und bildet auch in der Höhenrichtung einen sehr flachen Bogen oder ist der äusseren

1) Handbuch der Anatomie des Menschen von Dr. Fried. Arnold.
II. Band. Freiburg im Breisgau 1851.

2) Vom Baue und Leben des Gehirns von Karl Friedrich Burdach.
I. Bd. S. 152—153.

Kapsel entsprechend, und dem Hackenbündel entgegengesetzt, nach unten etwas gewölbt, nach oben etwas ausgehöhlt. Es kommt von der Spitze des Hinterlappens und geht am äusseren Theile des Bodens des Unterhorns nach vorne. Am Unterlappen schlägt es sich etwas nach aussen, wird die Grundlage der äusseren Wand des Unterhorns oder der äussere Theil seines Bodens und trägt das Ammonshorn. Es bildet ein Gleis, in welchem der Stabkranz verläuft. Sein innerer Theil, der den inneren Rand dieses Gleises bildet, hängt mit der Tapete und der Zwinge, sein äusserer Theil mit dem in die seitlichen Randwülste des Unterlappens heraufsteigenden Bogenbündel zusammen. Ein Theil von ihm geht unter dem Hackenbündel schräg nach vorne und innen, geht zum Stammlappen unter dem Linsenkerne hin, bildet den Boden der äusseren Kapsel, beugt sich dann etwas nach aussen, geht in den Vorderlappen ein, verläuft in demselben oberhalb des Hackenbündels und erstreckt sich bis zur äusseren Seite der Spitze des Lappens.“

Wie wir später sehen werden, beschreibt Burdach unter seinem Fasciculus longitudinalis inferior einen Complex von Faserzügen, deren einzelne zu einer functionellen Einheit zusammenzufassen, gegenwärtig nicht mehr erlaubt ist. Auch bat es allen Anschein, als ob Burdach in dem Fasciculus longitudinalis inferior keineswegs nur einden Hinterhaupt- mit dem Schläfelappen verbindendes Associationssystem, sondern auch ein occipito-frontales vor Augen hatte.

Die seltene Schärfe der Beobachtung, welche Gratiolet¹⁾ auszeichnete, führte diesen Forscher bei seiner Schilderung der „Sehstrahlungen“ zu richtiger Erkenntniss. Er weiss nichts von einem langen Associationsbündel, aus dem Hinterhauptlappen in den Schläfelappen dringend, zu sagen. Von den längeren Associationssystemen ist ihm das einzige Cingulum ein klar abgrenzbarer Faserzug. Hingegen unterscheidet er sehr wohl zwei Zweige der Sehstrahlung. Einer von beiden setzt sich aus dicken, in Packeten geordneten Faserbündeln zusammen, die nach oben hin plötzlich umbiegen, das innere Stratum kreuzen und

1) Anatomie comparée du système nerveux par Leuret et P. Gratiolet. Tome II. Paris 1839—1857. Die betreffende Stelle, auf die ich mich oben bezogen habe, lautet im Original, wie folgt: . . . La seconde (i. e. branche, l'externe est plus épaisse et plus arrondie; arrivée au niveau du corps genouillé interne, elle croise la précédente (i. e. la branche interne) passe au dessous d'elle, puis au dedans s'engage sous l'écorce blanche de la couche optique et s'enroule d'arrière en avant autours de son noyau gris. Cette branche contient une assez grande portion de matière grise, dont les amas forment ce que, nous avons appelé les corps genouillés externes et les corps genouillés intérieurs.

grösstentheils in den Ganglien des äusseren Kniehöckers ihr Ende finden, aber auch in den Sehhügel und in den vorderen Vierhügel ausstrahlen. Gratiolet fand für diese Darlegung kein Verständniss, weder in Frankreich, noch in Deutschland.

Luys¹⁾ griff Burdach's Meinung vom unteren Längsbündel wieder auf und bildete es im Gegensatz zu Arnold aus ungleich langen Faserzügen ab. Die Hervorhebung dieser Eigenschaft als charakteristisch für lange Associationssysteme rühmt Meynert, wenngleich ihm Luys photographische Wiedergaben des Gehirns nur wenig naturgetreu erscheinen.

Meynert²⁾ selber, anfänglich das untere Längsbündel als einen Zweig der Zwinge, welcher für deren Verbindung mit dem untersten Antheil des Hinterlappens bestimmt sei, ansprechend, später bei der Verfolgung „dieses Nachbarzuges der Sehstrahlung“ in den hintersten und zugleich äussersten Abschnitt des Hirnschenkelfusses, Reil's Ansicht zuneigend, stimmte schliesslich, gestützt auf wohlgelungene Abfaserungspräparate Burdach's Lehre vom Fasciculus longitudinalis inferior, dem Associationsbündel zu.

In den vielgelesenen Büchern eines Schwalbe³⁾, Rauber⁴⁾, Obersteiner⁵⁾, Edinger⁶⁾, Bechterew⁷⁾, van Gehuchten⁸⁾, v. Monakow⁹⁾,

1) Luys, *Recherches sur le système nerveux cérébrospinal*. Paris 1839 bis 1857.

2) Meynert, *Lehrbuch der psychischen Krankheiten von Dr. Max Leidesdorf*. Erlangen 1865. S. 51. (Die Thatsachen in dem anatomischen Abschnitt dieses Werkes gehören Meynert an.) „*Vom Gehirn der Säugethiere*“. XXXI. Bd. in Stricker's *Handbuch der Lehre von den Geweben*. 1870. S. 722. *Psychiatrie, Klinik der Erkrankungen des Vorderhirns*. Wien 1884. I. Hälfte. S. 51. Fig. 3. „*Neue Studien über die Associationsbündel des Hirnmantels*“. *Sitzungsberichte der kaiserl. Akademie der Wissenschaften*. Wien (mathem.-wissensch. Klasse). Jahrg. 1891. II.

3) Schwalbe, *Lehrbuch der Neurologie*. Erlangen 1881.

4) Rauber, *Lehrbuch der Anatomie des Menschen*. Leipzig 1894.

5) Obersteiner, *Anleitung beim Studium des Baues der nervösen Centralorgane*. Wien 1901.

6) Edinger, *Vorlesungen über den Bau der nervösen Centralorgane des Menschen und der Thiere*. Leipzig 1900.

7) Bechterew, *Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark*. Leipzig 1899. S. 569. (Flechsig's Einwand findet ohne Stellungnahme des Autors Berücksichtigung.

8) van Gehuchten, *Le système nerveux de l'homme*. Scirre 1893.

9) v. Monakow, *Gehirnpathologie*. Wien 1897, in Nothnagel's spezieller Pathologie und Therapie. IX. Bd. I. Th.

Wernicke¹⁾, H. Sachs²⁾ etc. — um nur einige geläufigere Namen von den vielen Autoren, die eine gleiche Notiz über den Gegenstand bringen, zu nennen — findet das untere Längsbündel im Sinne Burdach's Erwähnung, wo ihm allerdings nicht die Bedeutung einer occipito-frontalen (Burdach), sondern vielmehr einer temporo-occipitalen Verbindung zugeschrieben wird.

Da man nun angesichts der Uebereinstimmung so gewichtiger Forscher über Ursprung und Verlauf des unteren Längsbündels im Klaren zu sein glaubte, heftete sich an dasselbe ein mehr als rein anatomisches Interesse. Es wurde ihm eine psychologische Bedeutung zuerkannt, als Dejerine³⁾ und Vialet⁴⁾ mit einem bei dem klinischen Bilde der Alexie in gewissen Grenzen constant wiederkehrenden Sectionsbefund hervortraten.

Diese Autoren wiesen nämlich in den betreffenden Fällen eine stets vorhandene Leitungsunterbrechung des unteren Längsbündels nach und zwar kamen nicht alle Fasern in Betracht, sondern nur jene kürzeren, welche den Hinterhauptlappen mit dem unteren Scheitelläppchen verknüpfen. Es mussten aber überdies auch die Balkenfasern, welche Dejerine's „Buchstabencentrum“ mit der Sehsphäre der rechten Seite verbinden, zu Grunde gegangen sein. Diese letztere Annahme gründet sich auf die Voraussetzung, dass der Balken zwei asymmetrisch gelegene Punkte beider Hemisphären in Zusammenhang bringe, eine Voraussetzung, die seit den grundlegenden Untersuchungen Schnopfhamen's⁵⁾ auch von Meynert als durchaus annehmbar anerkannt wurde.

Die psychologische Bedeutung, welche dem unteren Längsbündel demzufolge zugesprochen wurde, könnte wohl so formulirt werden, dass es Gedächtnissspuren der Sehsphäre mit solchen der Hörsphäre, die im unteren Scheitelläppchen localisirt wären, zugleich erregte. Zu demselben Gebiete des unteren Scheitellappens mögen dann auch Reize von

1) Wernicke, Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Cassel 1881. I. Bd.

2) H. Sachs, Hemisphärenmark des menschlichen Grosshirns, der Hinterhauptslappen. Leipzig 1892.

3) Contribution à l'étude anatomo-pathologique et clinique, des différentes variétés de Cécilé Verbale par M. J. Dejerine 1891 und 1892. Paris. G. Masson éditeur. Siehe Schema in Fig. 4. S. 26 (1892). Dejerine, Anatomie des centres nerveux par J. Dejerine, Paris, 1895, S. 766—77, letzte Auflage 1901.

4) Vialet, Les centres cérébraux de la vision et l'appareil nerveux visuel intracérébral. Paris 1893.

5) Dr. F. Schnopfhamen, Die Entstehung der Windungen des Grosshirns. Jahrbücher für Psychiatrie. B. 1890.

der contralateralen Sehsphäre durch Balkenfasern, welche im Splenium hinüberzögen, geleitet werden.

Der gegenwärtig herrschenden Anschauung über das untere Längsbündel trat im Jahre 1896 auf Grund umfassender mikroskopischer Studien an Gehirnen junger Kinder mit aller Entschiedenheit Paul Flechsig¹⁾ entgegen. Er verweist auf die Thatsache, dass schon bei einem eine Woche alten Neugeborenen der sogenannte Fasciculus longitudinalis inferior markhaltig sei, und dass die Bündel, welche man bisher als ein die Sehsphäre mit der Hörsphäre verbindendes Associationssystem beschrieb, die Sehstrahlung selber seien.

Ob nicht vielleicht einzelne Fasern dennoch aus dem Hinterlappen bis in die Spitze des Schläfenlappens laufen, will er nicht ganz in Abrede stellen.

„Es ist auf rein anatomischem Wege nicht mit Sicherheit auszuschliessen, dass einzelne Bündel, welche zwischen erster Schläfenwindung und Sehstrahlung verlaufen, in letzterer nach hinten umbiegen und zur Sehsphäre ziehen. So lange aber nicht nachgewiesen ist, dass bei Erkrankung der Sehsphäre gerade diese Fasern degeneriren, schwiebt die Annahme, dass es sich hier um Associationssysteme zwischen Seh- und Hörsphäre handelt, durchaus in der Luft. An und für sich würde es ja denkbar sein, dass auch im Stabkranz gelegentlich Associationssbündel verlaufen, dass Bündel des ersten den letzten als Leitbänder dienen, indess ist diese Frage bisher nicht mit Sicherheit gelöst. Zwischen Thalamus und Sehsphäre gehen also von der Sehstrahlung Bündel, welche man mit einiger Sicherheit für Associationssysteme erklären könnte, nicht ab.“

Es wurde mir nun durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Geheimen Medicinalrathes Prof. Dr. Paul Flechsig, der mir seine reiche Sammlung Entwicklungsgeschichtlicher Präparate zur Durchsicht überliess, die Möglichkeit geboten, mich über diesen Gegenstand in seinem glänzend ausgestatteten Laboratorium zu unterrichten.

Ich gebe in Folgendem eine zusammenfassende Darstellung meiner daselbst angestellten Beobachtungen über das untere Längsbündel.

Die Frage nach dem Ursprunge des sogenannten Fasciculus longitudinalis inferior, das heisst nach den Ganglienzellen, denen seine Fasermassen als Neuriten angehören, kann durch Präparate, nach der bekannten Weigertmethode gefärbt, nicht beantwortet werden. Wir wollen damit nicht leugnen, dass auch diese bewährte Methode, der wir so schöne Funde verdanken, nicht gewisse Fingerzeige an die

1) Neurol. Centralbl. 15. Jahrgang. 1896. S. 2--4.

Hand giebt, welche uns Umfang und Ende einer Hirnbahn vermuten lassen.

Zwei Anhaltspunkte gestatten uns in gewissem Sinne eine Schlussfolgerung.

1. Jede längere Bahn hat die Eigenthümlichkeit, dass ihre Fasern im Bereiche ihres Ursprunges hart nebeneinander herlaufen. Je weiter sich dieselben von ihren Quellpunkten entfernen, umso grösser werden die Abstände ihrer einzelnen Elemente von einander, bis diese schliesslich weit aus einander fahren, so dass das Ausstrahlungsgebiet ihren Mutterboden an Ausdehnung weit übertrifft.

2. Vermag die secundäre Degeneration, bei der die degenerirten Stellen ganz blass sind, während die atrophirten Partien neben ausgefallenen Fasern noch gesunde beherbergen, den Verlauf einer Leitungsbahn, bei Berücksichtigung aller Nebenumstände mit einiger Sicherheit zu bestimmen.

Kehren wir zum Fasciculus longitudinalis inferior zurück, so finden wir, dass seine Fasern nach vorne sich einander nähern, seine Ausstrahlungen in den Hinterhauptlappen im Verhältniss zu der Stärke seiner Fasern zart sind, und dass er in seinem Verlaufe unterbrochen, nach vorne atrophirt, nach hinten degenerirt.

Wir schliessen daraus, dass die Ganglienzellen, denen die Fasern des unteren Längsbündels angehören, vorne liegen müssen.

Nun ergaben Henschens¹⁾ pathologische Befunde, dass bei Läsionen des äusseren Kniehöckers, Atrophie des sogenannten Fasciculus longitudinalis inferior die Folge war, und zu Lebzeiten das klinische Bild der homolateralen Hemianopsie bestanden hat. Ein Blick auf die beigegebenen Figuren wird die Beziehungen des äusseren Kniehöckers zum sogenannten fasc. longit. inf. klarlegen.

Wir sprechen an dem Horizontalschnitt durch das Gehirn eines ein Monat alten Kindes²⁾, welcher den von der Thalamusgegend zum Hinterhauptpol streichenden Faserzug S zur Anschauung bringt als die centrale Sehbahn an. Wir können an derselben wahrnehmen, wie sich dieselbe nach vorne hin verschmäler und wie ihre Färbung wegen der hart neben einander verlaufenden Fasern eine dunklere wird. Ungefähr von der vorderen Hälfte des Faserzuges S angefangen, wird eine Differenzirung in eine dunklere aussere und eine hellere innere Zone erkennbar. Die erstere bezeichnet Flechsig als die primäre S₁, die letztere als die secundäre

1) Klinische und anatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns. Upsala. 1890—92.

2) Vergleiche Fig. 1.

S_2 Sehstrahlung. An den äusseren Kniehöcker Ce sieht man die dunkler tingirten Fasern in eng geschlossenem Zuge herantreten, unterhalb diesem ist ein Theil des Pulvinar Pu sichtbar, in welcher die secundäre Sehstrahlung S_2 zu endigen scheint. Die Fortsetzung der primären Sehstrahlung S_1 ist unweit von dem Kniehöcker abgeschnitten. Betrachtet man hierauf Fig. 2, welche einen Frontalschnitt durch den Hinterhaupt-schlafelappen eines Gehirnes darstellt, an welchem die zweite Schläfe-windung und der Gyrus angularis durch Erweichung zerstört und eine fast vollständige Unterbrechung der Faserzüge vom Hinterhauptlappen zum Thalamus bewirkt worden war, so bemerkt man, wie sich im Stab-kranz des Hinterhauptlappens von einem schmalen, geschrumpften, hellen äusseren Streifen, das nach innen zu gelegene breitere dunklere Band abhebt. Die äussere Zone S_1 entspricht der degenerirten primären, die innere S_2 der secundären Sehstrahlung, da nun die erstere nach hinten zu unzweifelhaft degenerirt, die letztere aber atrophirt ist, so muss das trophische Centrum jener nach vorne, dieser aber nach hinten verlegt werden. Der äussere Kniehöcker ist nach dem Angeführten als der wichtigste Ausgangspunkt der primären Sehstrahlung (des Fasciculus longitudinalis der Autoren) anzusprechen. Jener ist zweifels-ohne das Ursprungsgebiet des Letzteren.

Ueber das Verhalten der Nervenfasern zu den Ganglienzellen im äusseren Kniehöcker existiren nur Hypothesen. Aller Wahrscheinlichkeit nach sind aber in demselben die trophischen Centren für die Fasern des sogenannten Fasciculus longitudinalis inferior enthalten. Da nun aber bei Verletzung des äusseren Kniehöckers und secundärer Degeneration des sogenannten Fasciculus longitudinalis inferior *in vivo* homolaterale Hemianopsie zu bestehen pflegt, so haben wir im unteren Längsbündel eine aus dem äusseren Kniehöcker nach hinten ziehende Bahn vor uns, welche die gleichnamigen Netzhauthälften mit der Hirnrinde verbindet. Allein nicht alle Fasern entstammen dem Corpus geniculatum externum, auch aus den lateralen Partien des Thalamus opticus gesellen sich einzelne Züge zu der sonst scharf umrissenen Hirnbahn.

Die Structur des unteren Längsbündels wurde von Dejerine, v. Monakow, Sachs und anderen an Frontalschnitten, welche nach der Weigert'schen Hämatoxylinmethode gefärbt waren, beschrieben. Die dunkle Tingirung mit Hämatoxylin, welche dasselbe scharf von seiner Umgebung abhebt, die Mächtigkeit der einzelnen Fasern, ihre Zusammenordnung in Paketform, die Gefäss- und Gliaarmuth dieses Stratums sind so auffallende Charakteristica, da sie, so lange man das Mikroskop¹⁾

1) Auch die makroskopische Besichtigung ungefärbter Frontalschnitte

überhaupt zu Rathe zog, den Beobachtern nicht entgangen sein konnten.

Man hat sich seit Burdach bemüht, für das um das Hinterhorn in manchen Ebenen ganz seltsam gelagerte untere Längsbündel, einen gewohnter sinnlicher Anschauung geläufigen Ausdruck zu finden. Die Bilder eines Geleises, einer Rinne verkörpern nur den Begriff der Umlammerung und des Offenseins nach einer Seite. Sie sagen nichts von jenen merkwürdigen giebeligen Vorsprüngen nach oben und unten hin, deren Kanten mehr minder gebogen sind und welche bei Verschluss der medialen Lichtung durch eine hypothetische Gerade ein Polygon complicirter Art bilden.

Die Ursache dieses auf den ersten Blick befremdenden Verhaltens dürfte wohl mit der frühen Entwicklung des Faserzuges, seiner Einstülpung durch das sich hineindrängende, beim Wachsen der Hemisphären über den Stammklappen länger und tiefer werdende Hinterhorn, eine Erklärung finden.

Ehe ich den Gang der Fasern des sogenannten unteren Längsbündels von vorne nach hinten ins Auge fasse, muss ich der irrgen Ansicht Dejerine's, als handle es sich um ein Fasergebilde aus Elementen ungleicher Länge, entschieden entgegentreten. Wenn dieser Autor dieses für alle längeren Associationssysteme giltige Postulat auch für das seine in Anspruch nimmt, werden wir das nur natürlich finden. Die Herleitung desselben von persönlicher anatomischer (Abgang der vermutlich kürzeren Fasern vom Wege, und Einstrahlung derselben in den Gyrus-lingualis, fusiformis, temporalis I, II, III) oder pathologisch-anatomischer Anschauung (Degenerationen nach beiden Seiten) kann ich jedoch nicht zugeben, weil ihre Grundlage theilweise einer nicht genügenden Würdigung des Thatsächlichen oder einem offenbaren Missverständniss ihr Dasein verdankt.

Dass sich nach vollendeter Markentwicklung noch späterhin an die bereits in ihrer Entwicklung abgeschlossenen Faserzüge längere oder kürzere Associationssysteme anlegen, will ich nicht bestreiten, halte es aber nicht für erwiesen, nur eine Zusammensetzung des sogenannten unteren Längsbündels aus langen und kurzen Fasern lässt sich von den mir vorliegenden Präparaten nicht ablesen.

Was Dejerine als eine Ausstrahlung seines Fasciculus longitudi-

genügt zur Unterscheidung der Schichte des unteren Längsbündels von seiner Umgebung. An Gehirnen, welche in Formalin gehärtet wurden, hebt sich das graue Projectionssystem des Occipitallappens von seinem weissen Grunde deutlich ab.

nalis inferior in die Gyri occipitales I, II und temporales ansieht, sind nichts weiter als spitz ausgezogene Stellen der betreffenden Hirnbahn. Siehe Fig. 3 bei: a, b. Ich muss zugeben, dass mir bei Lupenvergrösserung oder schwacher mikroskopischer Vergrösserung ein ähnliches Verhalten, wie es Dejerine annimmt, nicht unwahrscheinlich vorkam. Als ich aber mit dem Mikroskop die fraglichen Auffaserungen absuchte, fand ich sämmtliche Nervenfasern quergestreift, aber in spitzzulaufender Anordnung aneinander gereiht. Die auf den ersten Blick schwer erklärbare Thatsache, dass ein Leitungssystem an gewissen Punkten aus der geraden Richtung plötzlich herausgehoben, einer Windung zustrebt, und ein spitzwinkeliges oder stumpfwinkeliges Eck bildet, ist nicht einzeln dastehend. Einer analogen Knickung, aber in viel höherem Grade sind die zu den Centralwindungen aufsteigenden Schleifenbahnen, sowie in Folge davon auch die nach innen zu eingeführten motorischen Leitungsbahnen unterworfen.

Ich fasse diese Ablenkung aus der ursprünglichen Verlaufsrichtung als ein Resultat mechanischer Einwirkung durch das energische Wachsthum kurzer Associationssysteme auf längere früh entwickelte Faserzüge und deren Gegenwirkung auf, denn wenn man einen solchen Keil quergetroffener Fasern näher ins Auge fasst, sieht man rechts und links von seiner Spitze Bogenfasern abgehen und zwar ist der Keil dem Einschnitte, der übrig bleibt, vollkommen angepasst. Es dürfte daher die Spitze jener Theil der Bahn sein, welcher nicht aus seiner ursprünglichen Lage weichen musste, während die grösste Excursion des Bogens der kurzen Associationsbündel die intensivste Einwärtsdrängung der betreffenden Fassern zur Folge haben musste. Man wende gegen diese Erklärung nicht eine Anschauung ein, zu der man beim Betrachten von Gehirnschnitten junger Kinder leicht verführt wurde. Es zeigt sich nämlich, dass z. B. die weissen Schleifenbahnen mit einem durch zwei Bogen gebildeten, nach innen hin offenen Winkel nach aufwärts ziehen, während ihre Umgebung grau, noch marklos in der Entwicklung zurückgeblieben ist. Diese Fasergebiete sind zwar marklos, wahrscheinlich auch leitungsunfähig, aber nichts destoweniger vorhanden und entbehren nicht einer gewissen, der Schnelligkeit ihres Wachstums und dem Caliber ihrer Fasern proportionalen Druckwirkung.

Das Gesammbild der Sehstrahlungen, wie es zuerst Gratiolet¹⁾

1) Ich citire aus Gratiolet's bekanntem Werke (s. oben) den Wortlaut des Originales: „Ainsi d'une manière générale, l'éventail résulte typiquement d'une expansion continué de bandelettes optiques, mais l'ensemble des

meisterhaft entwarf, ist bereits Gemeingut unserer Erkenntniss geworden. Allein es fallen in der „Radiations ophtalmiques“ Faserzüge zusammen, die entwicklungsgeschichtlich und wahrscheinlich auch funktionell von einander zu trennen sind. Derjenige Faserzug, welcher zuerst sein Mark erhält, wird von Flechsig als „primäre“, derjenige, welcher in der Entwicklung nachfolgt, als „secundäre“ Sehstrahlung aufgeführt.

Die Hauptmasse der primären Sehstrahlung tritt aus dem äusseren Kniehöcker, sich nach vorne und etwas nach oben wendend (s. Fig. 1; darum verlieren wir die Bahn S, auch aus der Schnittebene). Sie schwingt sich, nachdem sie, wie Meynert treffend bemerkte, in parabolisch gekrümmten Bogen eine Summe verschieden gerichteter Fasersysteme traversirt hat, an die äussere Seite des Seitenhorns, um später als Stratum sagittale externum, als äusserste Lagerschicht dem Hinterhauptlappen zuzueilen. Die eben erwähnte Kreuzungsstelle war für die Hirnforscher stets eine Schwierigkeit gewesen. Meynert hatte sie überwunden, nachdem er seine Bedenken, es könne sich etwa um Tapetumfasern handeln, ruhig von der Hand wies. Dejerine kam über diese Klippe nicht hinweg. Er fasst die grosse Zahl der wellenförmigen Fasern, die sich so lebhaft mit Hämatoxylin färben und welche nach vorne und innen umbiegen, „als etwas seinem Fasciculus longitudinalis inferior nicht Zugehöriges auf.“ „Gehören alle diese Fasern, welche die Sehstrahlung, den rückwärtigen Linsenabschnitt und die hintere Kapsel queren, dem Fasciculus longitudinalis inferior an, von dem ein Theil in die Bildung der Sehstrahlung eintreten würde?“

„Stellen sie im Gegentheil Projectionsfasern des Schlafelappens dar, welche nur dem Fasciculus longitudinalis inferior kreuzen, um sich zu ihrem Bestimmungsorte zu begeben?“

„Die Frage ist wichtig, denn sie schliesst auch gleichzeitig die Natur der Functionen des Fasciculus longitudinalis inferior ein. Im zweiten Falle würde der Fasciculus longitudinalis inferior nur ein Associationsbündel sein, im ersten würde er zugleich Associations- und Projectionsfasern enthalten. Dies ist die einzige Stelle in Dejerine's

faisceaux de la bandelette, avant de s'étaler, subit une torsion d'où résulte une inversion des fibres de l'éventail. C'est ainsi que les externes, qui se dirigeaient d'abord en arrière, se portent en avant, tandis que les internes qu'un mouvement de développement direct eût conduites vers les parties antérieures de l'hémisphère, se distribuent en arrière. Ce changement de direction les fibres dans l'expansion cérébrale du nerf optique me paraît un fait très important et digne d'être signalée d'une manière toute spéciale p. 180—181 tome II.

Schilderung des unteren Längsbündels, an welcher das Schwanken und die Unsicherheit seiner sonst fest behaupteten Meinung wohl im Hinblicke auf Gratiolet's gewichtigen Widerspruch, so recht zu Tage tritt.

Die Wölbung des ersten Bogens, in dem sich die Sehstrahlung krümmt, ist nach vorne oben und etwas nach aussen gewendet. Indem nun der Strang sich anschickt, herabzusteigen, breiten sich unter leichter Drehung die Bündel aus und die nun weit auseinander gelegten Fasern constituiren den vielberufenen Fächer. Der Verlauf der gegebenen Ordnung ist kein einheitlicher. Faserzüge stehen in mehr minder schräger Richtung übereinander, laufen zwischen durch und lassen nur durch Gruppenbildung sowie durch die Mächtigkeit ihrer Elemente ihre Zugehörigkeit erkennen. Auf Frontalschnitten am Ausgang des Hinterhorns ist zu sehen, wie die Fasern an der Innenseite direct nach hinten ziehen, während die Faserpackete an der Aussenseite in schiefer Richtung ihren Weg nehmen. Sowohl oben als unten werfen die Faserzüge zwei Ecken aus, von denen die äussere untere die ansehnlichste ist. Dann kämen an Umfang die untere mediale, dann die obere laterale. Nach oben medial zu sind scharfe Grenzen nicht zu ziehen. Ein ähnliches Verhalten, wie zwischen medial und lateral, giebt sich auf Sagittalschnitten zwischen den untersten und den unmittelbar d' rüber hinlaufenden Bündel zu erkennen (s. Fig. 3). — Während die untersten gerade von vorne nach hinten gerichtet sind, halten die letzteren mehr schräge Ebenen ein.

Auf Sagittalschnitten eines 9 Wochen alten Kindes konnte ich sehr schön beobachten, wie die primäre Sehstrahlung in medial gelegenen Ebenen weit höher emporsteigt als in lateralen. Daher müssen auch die Faserzüge, welche dem Balken uäber gerückt sind, steiler nach abwärts steigen, als die nach aussen zu gruppirten. In den nach aussen zu liegenden Ebenen ziehen, die höchsten Fasermassen schräg horizontal, bilden ein sanftes, nach hinten gewendetes Knie, indem sie steil abfallen, um wieder mit einer leichten, nach hinten offenen Beugung in die horizontale abzulenken und endlich in scharf nach innen gekehrter Wendung medialwärts einzustrahlen.

Von den sich auf schiefer Bahn nach unten begebenden Fasern kann ein anderer Zug, der als Mark der Spindelwindung (s. Figur 3, Faserzug Ba) imponiren könnte und dasselbst nach vorne verläuft, unterschieden werden. Diese Bündel sind es, welchen die Hauptschuld aus der irrthümlichen Deutung, als hätten wir in diesen Faserzügen ein Associationssystem vor uns, zufällt. Diese Annahme erweist sich aber leicht als Täuschung, wenn man beachtet, dass die fraglichen Bündel

unweit der Spitze des Schläfelappens angelangt, nach oben umbiegen (s. Figur 3) und sich mit dem oberen Abschnitt der Sehbahn vereinigen.

Wenn man einen Schnitt nahe der hinteren Ventrikelspitze des Hinterhorns quer durch das Grosshirn führt, bietet sich dem Beschauer, je nach der mehr verticalen oder schrägen Schnittebene eine eigenartige Anordnung der Faserpackete der primären Sehstrahlung dar. Wir haben nämlich bald eine rhombische, bald eine ovale, bald eine ganz unregelmässige Figur vor uns, deren Seiten von den schräg getroffenen Faserbündeln gebildet werden. An gefärbten Schnitten (Weigert-Pal) sieht man die Umgebung und das von der Figur eingeschlossene Gebiet heller, während die Faserbündel sehr dunkel hervortreten. Ich finde überall diese Gruppierung gezeichnet und beschrieben, nirgends aber das Flächenbild dieser abgeschnittenen Fasern im Sinne der Form ihres körperlichen Baues angedeutet.

Dieser wird uns gegenwärtig, wenn wir die energische Biegung der primären Sehstrahlung nach innen, wie sie Horizontalschnitte in den betreffenden Ebenen deutlich sichtbar machen, uns in's Gedächtniss zurückrufen. Die Fasern, welche am weitesten nach hinten ausbiegen, werden bei Frontalschnitten segmentartig abgeschnitten. Von jeder gekrümmten Faser bleiben so zwei Linien übrig, deren Gesamtheit sich zu einer geschlossenen Figur postirt.

Was die Richtung der umbiegenden Fasern anlangt, so ist sie, wie ich an Präparaten unzweideutig nachweisen konnte, bei allen Fasern die gleiche, alle sind nach innen zugekehrt, einzelne sieht man der Länge nach getroffen in die Fissura calcarina, in deren obere und untere Lippe eintreten.

Eine Ausstrahlung der primären Sehstrahlung in die erste und zweite Occipitalwindung, wie sie z. B. L. Sachs¹⁾ und Dejerine²⁾ mehr

1) H. Sachs, Das Hemisphärenmark des menschlichen Grosshirns. I. Der Hinterhauptlappen S. 13. . . . Die Fasern dieser Schicht kommen aus der Rinde des Hinterhauptlappens, wie es scheint (!) aus allen Theilen derselben etc. . . .

2) Dejerine findet in seiner „Anatomie des Centres nerveux“ Paris 1890, p. 766 für die Endausbreitung seines Fasciculus longitudinalis inferior das Bild eines „Hohlkegels, dessen sich auffasernde Spitze ungefähr zwei und einhalb Centimeter ($2\frac{1}{2}$ cm) vom Occipitalpol entfernt gelegen sei“. Dieser Vergleich schliesst ein Auseinanderfahren der Fasern nach allen Seiten des Occiput in sich. Die Bilder, welche Dejerine dabei vorgeschwobt haben, sind eben jene eingehend besprochenen Figuren, welche auf unweit vom occipitalen Ende angefertigten Frontalschnitten zu sehen sind. Die Ursache dieses Irrthums

hypothetisch annehmen als durch den Augenschein nachweisen konnten, bin ich nicht in der Lage zu bestätigen. Ich konnte an keinem, weder ausgewachsenem noch kindlichem Gehirn, in keinerlei Schnittrichtung eine deutliche Einstrahlung irgendwo anders hinein verfolgen, als in die beiden Lippen der Fissura calcarina.

Bezüglich der Frage, wohin die Fasern für die Ober- und wohin die für die Unterlippe verlaufen, erhielt ich an Präparaten, an welchen eine ausgebreitete secundäre Degeneration der betreffenden Faserzüge vorhanden war und sich über den Theil, welcher längs der äusseren Ventrikelwand von oben nach unten reicht, erstreckte, aber auch in den Grenzebenen zwischen Schläfe- und Hinterhauptlappen die unterhalb des Ventrikels verlaufenden Fasern ergriffen hatte, gewünschten Aufschluss. Diejenigen Bündel, welche von oben nach unten die drei deutlich differenzirbaren Schichten auf Frontalschnitten durch den Schläfe-Hinterhauptlappen nach aussen zu abschliessen, strahlen in die Oberlippe und zwar weit nach hinten; diejenigen Fasern, welche medial und unten verlaufen, über den einspringenden Wulst des Suleus occipito-temporalis hinziehen, gehören der Unterlippe an, in welcher die Sehsphäre etwas weiter nach vorne zu reichen scheint als in der Oberlippe.

Ich muss noch einem Irrthum entgegentreten, den entwicklungs geschichtliche Präparate begünstigen können. Man sieht zu einer Zeit, wo die beiden Sehstrahlungen bereits markhaltig geworden, den ganzen Cuneus markweiss hervortreten. Man darf aber daraus nicht schliessen, dass der ganze Cuneus die Endstätte, respective die Ausgangspunkte der Sehstrahlungen darstelle. Wenngleich schräg getroffene Fasern im Schnitte das zwischen zwei Rindenstückchen ausgespannte Gebiet ausfüllen, woraus Bilder resultiren, die den Anschein erwecken, als handle es sich um Einstrahlungszonen, so lassen sich doch meistens bei stärkerer mikroskopischer Vergrösserung diese Täuschungen als solche erkennen. Wo ich aber an zweifelhaften Stellen dennoch Einstrahlungen

ist wohl darin zu suchen, dass er die obersten wie die untersten abgeschnittenen Faserpackete seines Fasciculus longitudinalis inferior sich vertical aufrichten sah. Daraus durfte er aber keineswegs folgern, dass die Bündel nach oben und unten in die Rinde ausstrahlen. Man sieht im Gegentheil unverkennbar, wie die oben vertical gestellten Bündeln gleichgerichteten unten derart entsprechen, dass die Unteren die Fortsetzung der Oberen darstellen, welche dann beinahe rechtwinklig umbiegen und in die Lippen der Fissura calcarina gelangen.

beobachtete, die meinen anderen Ergebnissen widersprachen, konnte ich dieselben auf leicht nachweisbare Associationsbündel zurückführen, die im Hinterhauptlappen sehr lang sind und früh markhaltig werden, und ob ihres kräftigen Calibers leicht als Projectionsfasern imponiren, aber dem aufmerksamen Beobachter durch ihre charakteristische Bogenkrümmung, sowie durch ihre dunklere Farbe auf hellerem Grunde, in ihrer Eigenschaft als solche auffallen. Die pathologisch-anatomischen Befunde Henschens¹⁾ am Hinterhauptlappen stützen die oben entwickelten Darlegungen.

Die secundäre Sehstrahlung Flechsig's unterscheidet sich von seiner primären durch Verlaufsrichtung, Caliber, Gefässreichthum, Anordnung ihrer Elemente. Aber auch im Hinblick auf die Regel ihrer Degeneration nach vorne (s. Fig. 2), in welcher sie atrophirt ist, scheint sie functionell eine andere Bedeutung zu gewinnen.

Der Schluss ist erlaubt, dass es sich um eine centrifugal leitende Bahn handle, welche aus Zellen des Hinterhauptlappens ihren Ursprung nimmt. Dies verträgt sich schlecht mit der Annahme der Autoren, die gerade diesem Faserzug die Fortleitung des Reizes, der durch chemische Vorgänge in der Netzhaut gesetzt wird, zu erkennen wollen.

Die Fasern der secundären Sehstrahlung, wie sie Frontalschnitte zur Anschauung bringen, erscheinen wesentlich feiner, als die der primären Sehstrahlung, tingiren sich schwächer mit Hämatoxylin, stehen bald in grösseren, bald geringeren Zwischenräumen von einander ab, führen zahlreiche Blutgefässer zwischen sich und sind wie von Monakow²⁾ beobachtet hat, durch ein üppig entwickeltes Glianetz gestützt.

Die secundäre Sehstrahlung erhält in den ersten Lebenswochen ihre Markscheiden. Wir sehen auf Frontalschnitten am medialen Rande der primären Sehstrahlung vierseitige Markfelder isolirt auftreten, in derselben Art wie der Balken markweiss wird. Wir wissen auch seit Flechsig, dass der Balken für den Hinterhauptlappen frühzeitig seiner Markumhüllung theilhaftig wird. Gleiche vierseitige Lücken in der secundären Sehstrahlung beobachtete ich in einem pathologischen Falle (s. auch Fig. 2), indem die übrigen Faserzüge fast vollständig intact waren, während der Balken für den Hinterhauptlappen theilweise de-

1) Klinische und snatomische Beiträge zur Pathologie des Gehirns von Herm. Henschen. Upsala 1890—92.

2) Wenigstens gilt dies für den grössten Theil der Fasern.

v. Monakow's Angabe, dass die Fasern der secundären Sehstrahlung gruppenweise angeordnet seien, kann ich nicht bestätige. Siehe dieses Archiv Bd. XXXI. Heft 1. S. 14.

generirt gefunden wurde. Beweisender für die Deutung der fraglichen Bündel, als Balkenfasern, darf wohl der Umstand gelten, dass auch an ungefähr symmetrischen Stellen der secundären Sehstrahlung der anderen Hemisphäre, ebenfalls vierseitig umschriebene Defecte nachzuweisen waren.

In der secundären Sehstrahlung verlaufen daher aller Wahrscheinlichkeit nach Balkenfasern und zwar in den bezeichneten streng abgegrenzten Gebieten¹⁾.

Bei der Beurtheilung des Ursprungs der secundären Sehstrahlung können wir von den oben gegebenen Gesichtspunkten wieder ausgehen. Der Richtung der secundären Degeneration und der sich darauf gründenden Folgerungen wurde bereits Erwähnung gethan. Sehr deutlich kann man an den Frontalschnitten sehen²⁾, wie die Abstände zwischen den einzelnen Nervenfasern nach hinten zu immer kleiner werden, wie der ganze Faserzug immer schmäler und dicker wird, wie aus dem Fächer zwei runde Stränge werden. Verfolge ich ihren Anfang in der Rinde, dann finde ich zwischen den Ganglienzellen Fasern mit gleich breitem Caliber. Feine Faserkämme lassen sich mit subcorticalen Associationsystemen im Zusammenhang bringen, und von den langen Projectionsfasern mit Sicherheit trennen.

Die Absteckung des Rindenbezirkes der secundären Sehstrahlung macht die Berücksichtigung der Vertheilung ihrer Fasern im Hinterhauptlappen nothwendig. Bei Betrachtung von Schnittebenen, wie ich sie bei der oben gegebenen Darstellung vor Augen hatte, in welchen die nach innen und unten umbiegende primäre Sehstrahlung segmentartig abgeschnitten ist, wird, wie früher bereits hervorgehoben, eine von den Schnittfiguren eingefasste hellere Zone und eine gleichgefärbte ausserhalb derselben bemerkbar. Beide Felder gehören, wie uns Sagittalschnittte unzweideutig belehren, dem Gebiete der secundären Sehstrahlung an. Auf Sagittalschnitten junger Kinder, welche ein wenig nach aussen zu vom Balken geführt sind, scheidet sich die secundäre Sehstrahlung im Occipitallappen in zwei Züge. Einer verläuft ziemlich gerade nach hinten absteigend, oben und aussen von der primären Sehstrahlung; der andere ist weit schräger getroffen, folgt den energisch nach innen gekehrten Faserbündeln der primären Sehstrahlung, in sanfterer Umkehr unten nach. Diese Zweitheilung der secundären Seh-

1) Diese Behauptung muss ich auf Grund neuerer Untersuchungen als unhaltbar zurückweisen und die Qualification dieser Bündel als centripetal-leitende Projectionsfasern mit mehr Recht anerkennen.

2) Aber auch an Sagittalschnitten wie Fig. 3 beweist.

strahlung ist nicht wirklich vorhanden, sondern ein blosses Schnittartefact, und giebt eine klare Vorstellung über die zwei Hauptrichtungen, in welcher sich die Fasern besagter Hirnbahn ihren hinteren Endstätten zuwenden, an die Hand. Derjenige Anteil der secundären Sehstrahlung, welcher nach innen unten, läuft der Gegend der Fissura und den an sie grenzenden, mehr lateral gelegenen, Rindenfeldern zustrebt, ist derselbe Faserzug, welcher auf Frontalschnitten von den abgeschnittenen Faserpaketen der primären Sehstrahlung eingeschlossen wird. Er geht aus Rindenbezirken hervor, welche ganz nahe der Fissura calcarina gelegen sind. Ich konnte auch die Wahrnehmung machen, dass aus diesem Faserzuge Fasern in die Fissura calcarina eintreten. Eine Verflechtung secundärer und primärer Sehstrahlung in der Rinde ist anzunehmen.

Die andere Fasermasse, welche von oben und aussen herunterkommt, verlieren wir auf Sagittalschnitten plötzlich aus dem Gesichte, auf Frontalschnitten läuft sie ausserhalb der primären Sehbahn. Sie findet ihren Ursprung in der Rinde der dritten Occipitalwindung und den hinteren Abschnitt des Gyrus fusiformis. Ziehen wir von dem lateralen vorderen Ende der Sehsphäre eine Gerade zu dem vordersten Anteil der Fissura calcarina, so erhalten wir eine sehr schräg gerichtete, von hinten aussen nach vorne innen gerichtete Linie, bei der die Richtung von aussen nach innen weit über die von hinten nach vorne überwiegt.

Die Ursprungsgebiete der secundären Sehstrahlung und die Endstätten der primären Sehstrahlung liegen in fortlaufender Continuität an- und übereinander in der Hirnrinde. Der Vicq-d'Azyr'sche Streifen findet sich in der ganzen Ausdehnung der Sehsphäre des Rindenbezirkes der primären und secundären Sehstrahlung.

Der Verlauf der secundären Sehstrahlung nach vorne wurde für den Hinterhauptlappen bereits angedeutet. Die secundäre Sehstrahlung steigt weiter vorne höher hinauf als die primäre. Fig. 5 giebt ein ungefähres Bild von diesem Verhältniss beider Sehbahnen. Während diese einen nach rückwärts umgeschlagenen Fasernfächer darstellt, der nach hinten zu sich ausbreitet, bildet die secundäre Strahlung einen, der an und in den ersten gelegt ist, sich nach vorne hin öffnet, um in voller Breite ein weit grösseres Feld für sich in Anspruch zu nehmen, als ihre Ganglienzellen in der Hinterhauptsrinde inne halten. Ihre Einstrahlungsgebiete sind das Pulvinar des Thalamus und das oberflächliche, sowie das tiefe Mark des vorderen Zweihügels.

Schon Meynert¹⁾ liess nicht alle Faserbündel, die Flechsig

1) Vom Gehirn der Säugetiere in Stricker's Handb. der Gewebelehre.

secundäre Sehstrahlung genannt hat, im Thalamus endigen, sondern glaubte auf Grund seiner Präparirmethoden annehmen zu müssen, dass sich ein kleiner Theil durch die innere Kapsel hindurch in den äusseren Theil des Hirnschenkelfusses verliere. Aehnlich urtheilt (siehe Fig. 5). Dieser durchsichtige Horizontalschnitt durch ein eine Woche altes Kind erweckt den Anschein, als verlören sich ein Theil der Fasern der primären Sehstrahlung in den hintersten Theil der inneren Kapsel) H. Sachs¹⁾), welcher Faserzüge der Sehstrahlung in den hintersten Abschnitt der inneren Kapsel verfolgte. Dagegen sprach Dejerine, gestützt auf einige Fälle von Herderkrankungen im Hinterhauptlappen, bei welchen keinerlei absteigende Degenerationen im Hirnschenkelfuss nachzuweisen waren, die Ansicht aus, dass keine vom Hinterhauptlappen durch die innere Kapsel und den Hirnschenkel hinabsteigenden Fasern existirten.

Zuletzt hat Probst²⁾ an Schnittserien von Katzengehirnen, die nach der Marchi-Methode behandelt wurden, Meynert's Lehre von den Hirnschenkelfasern des Occipitallappens bestätigen können. Diese Fasern sollen nach ihm in der secundären Sehstrahlung Flechsig's (der Sehstrahlung der Autoren) ihre Lage haben und aus der Rinde des Hinterhauptpoles sowie der convexen Fläche des Hinterhauptlappens ihren Ursprung nehmen. Probst hat nach dem abgesteckten Operationsfeld auf der beigegebenen Hirnskizze zu schliessen, die Rinde ungefähr der hintersten Viertel der zwei oberen Bogenwindungen abgetragen. — Ob die extipirten Rindenpartieen wirklich dem bei der Katze nicht scharf abgrenzbaren Hinterhauptlappen angehören, lasse ich dahingestellt sein. Ich halte daher Dejerine's auf pathologisch-anatomischen Befunde beim Menschen sich stützende Annahme nicht für widerlegt.

Sind die vom Thalamus zur Sehsphäre der Hirnrinde hinauf und von dieser zu jenem hinableitenden Fasernmassen bereits von v. Monakow in seiner sich an Golgi anschliessenden Aufstellung von Ursprungs- und Endigungszellen in der Sehsphäre enthalten, so ist man bisher an die Lösung der Frage nach der funktionellen Bedeutung dieser Bahnen noch nicht herangetreten. Ich will mich über die Mannigfaltigkeit der sich hierbei darbietenden Möglichkeiten nicht verbreiten,

1) Monatsschrift für Psychiatrie und Neurologie. Bd. I.

2) Ueber den Verlauf der centralen Sehfasern- (Rinden-, Sehhügelfasern und deren Endigung im Zwischen- und Mittelhirne und über die Associations- und Commissurenfasern der Sehsphäre von Dr. M. Probst. Dieses Archiv.

und nur den Mechanismus, dessen Spiel als Residuen in den Hirnzellen, Raumvorstellungen zurücklässt, beleuchten.

Wenn ich nach der Darstellung der morphologischen Verhältnisse der centralen Sehbahn gerade die Genese der Raumvorstellungen ins Auge fasse, so geschieht dies deshalb, weil mir eine visuelle Wahrnehmung ohne Raumvorstellung undenkbar erscheint. Selbst die einfache Licht- und Farbenempfindung muss, sobald sie verstanden werden soll, nach aussen hin verlegt werden, d. h. es muss sich eine Raumvorstellung aus ihr bilden. Jede Empfindung bleibt, wenn sie nicht in dem Associationsmechanismus des Gehirns Vorstellungen auslöst, für die Psyche verloren.

Ueber die Entstehung der Raumvorstellungen ist viel gestritten worden.

Ich will den Streit der Meinungen nicht wiederholen. Während man einerseits auf die in der Zeitfolge stets wechselnde, für jeden Fixiract aber streng angemessene Auswahl gereizter Netzhautelemente als auf die nothwendigen Bausteine jeder psychischen Raumschätzung hinweist, lässt man andererseits aus den centralwärts geleiteten Signalen gewisser die Einstellung der Netzhaut bewirkender combinirter Muskelbewegungen die optischen Raumvorstellungen sich bilden. Wie ich glaube, sind beide Factoren wichtig, räumliche Beziehungen ergeben sich nicht bloss aus den Verhältnisszahlen der verschiedenen Innervationsreize, welche die thätigen Muskelgruppen nach der Hirnrinde zu senden, sondern ebensowohl bei gleicher Anordnung und gleichem Kraftaufwand der Muskeln aus der Verschiedenheit der Helligkeiten und der Farben, vor allem aber aus der Beschaffenheit und Lage der gereizten Netzhautelemente. W. Wundt zerlegt jede Gesichtswahrnehmung in die Componente einer Lichtempfindung und einer Raumvorstellung. Beide Theile sind grundverschieden. Während der Erste als ein rein sinnliches Element gefasst wird, als ein unvorstellbares Etwas, stellt sich der zweite als eine Fülle von Beziehungen dar, welche die durch die sinnlichen Elemente gesetzten Erinnerungszeichen ordnet und verbindet. Beide stehen zu einander, wie Form und Inhalt, wo Inhalt ohne Form nicht gedacht werden kann. Die unsinnliche Form bleibt zurück und ein Mensch, der im Alter erblindet, denkt in optischen Erinnerungsbildern, obschon er der Lichtempfindung entrathen muss.

Wie gestaltet sich nun der Mechanismus der Sehleitungen und wie kommt es zu Raumvorstellungen?

Wie im Rückenmark der sensible Nervenreiz die Bewegung auslöst, so im Gehirn die Sinnesempfindung den motorischen Effect, welcher

das Sinnesorgan zur Aufnahme der Aussenwelt in die zweckmässigste Lage bringt. Die Erscheinung des Ohrenspitzen der Thiere auf Geräusche hin, das Schnüffeln der Hunde, das Fixiren der Menschen mit dem Auge, postuliren neben der sensiblen, den Reiz der Rinde¹⁾ zu leitenden, eine von derselben zu niederen Centren hinabsteigende motorische, die Endapparate²⁾ in Bewegung setzende Bahn. Wir sind nun thatsächlich in der Lage, beim Menschen diese Bahnen für das Gesicht und das Gehör anatomisch nachzuweisen. Die absteigende charakterisiert sich von der aufsteigenden 1. dadurch, dass sie medialwärts von letzterer liegt; 2. sich später mit Mark umhüllt und 3. in entgegengesetzte Richtung degenerirt. Der ganze Ablauf der Hinleitung des Sinnesreizes und der Rückleitung zu subcorticalen Ganglien bis die Bewegung als Signal des intercerebral sich vollzogenen Vorganges nach aussen tritt, kann als „Rindenreflex“

1) Man könnte meinen, dass die in Frage kommenden Reize die Hirnrinde gar nicht erreichen, sondern als einfache Reflexe in subcorticalen Regionen sich abspielen. Von der erfolgten Einstellungsbewegung würden dann Erregungen in die Hirnrinde zurückkehren, welche sich hier als Raumvorstellungen festsetzen. Gegen diese Auffassung wäre einzuwenden, dass Kinder nicht fixiren und die Langsamkeit der Abtastung mit der Retina der spinalen Reflexbewegung sehr unähnlich ist.

2) Unter den motorischen Endapparaten des Gesichtssinnes verstehe ich vornehmlich die Augenmuskeln. Die Augenmuskeln können willkürlich (conjugirt) und unwillkürlich in Bewegung gesetzt werden. Die willkürlichen Bewegungen lassen Muskelinnervationsgefühle als Erinnerungszeichen in der motorischen Zone der Hirnrinde zurück, von denen aus Impulse ohne Vermittlung der Anstoss gebenden Wirkung des Lichtes, ja bei vollkommener Abwesenheit des Letzteren erfolgen können. Die unwillkürliche Bewegung kann nur ein Sinnesreiz, nicht ein Willensimpuls hervorrufen. Von der Wahrhaftigkeit dieser Thatsache überzeugt uns ein sehr einfaches Experiment. In ein dunkles Zimmer geführt, sind wir wohl im Stande, auf Geheiss unsero Augenpaare nach den verschiedenen Richtungen im Raume herum zu bewegen. Wir blicken auf Grund erworbener Innervationsgefühle nach aussen, nach innen, nach oben, nach unten. Schwerlich wird es uns aber gelingen, einer Aufforderung, die Einstellungsbewegung der Fovea centralis nachzuhahmen, zu genügen, wenn kein lichtstrahlendes Object die Netzhaut reizt oder wenigstens ein idealer leuchtender Punkt in die Finsterniss hineingedacht würde. Die Einstellungsbewegungen der Fovea centralis lassen eben keine Erinnerungsbilder in Form von muskulären Innervationsempfindungen zurück, sondern die durch einen Lichtreiz in Bewegung gebrachten Muskelgruppen senden aus subcorticalen Stätten Empfindungssreize der Hirnrinde zu, welche deren bindende Mechanik zu Raumvorstellungen gestaltet und als bleibenden Besitz erhält.

betrachtet, die Bewegung als „Angriffsbewegung“ (Meynert) gedeutet werden.

Wende ich mich zur Analyse des centralen Sehmechanismus zurück, so erblicke ich in der hinleitenden primären Sehstrahlung Flechsig's das sensible, in der secundären, ableitenden das motorische Glied der corticalen Reflexbahn. Der optische Rindenreflex hat den Erfolg einer groben oder einer feinen Einstellung des sensiblen Endapparates auf sein leuchtendes Ziel. Die grobe erschöpft sich im Hinwenden bloss der Augen oder auch des Kopfes, die feine in der Fixirbewegung der Retina. Die grobe und feine Einstellung kann ihren Ursprung nicht dem gleichen Mechanismus verdanken; das Kind wendet das Haupt, die Augen dem Lichte zu, ehe es fixirt. Beide Bewegungscombinationen¹⁾ dürfen als cortical ausgelöste Vorgänge angesprochen werden. Nicht nur das Fixiren erwirkt uns Raumvorstellungen, auch die grobe Einstellung orientirt uns im Raume und lässt Erinnerungszeichen zurück, welche aller Wahrscheinlichkeit nach in der Hirnrinde fortleben. Die Fähigkeit der groben Einstellung bringt der Mensch mit auf die Welt, vielleicht deshalb, weil die Markentwicklung beider Sehbahnen bereits abgeschlossen ist. Die feine wird erlernt, vielleicht weil Aufmerksamkeit der Sporn ist, welcher zu immer neuen Fixirversuchen antreibt und diese letztere ohne das lebhafte Spiel und Zusammenwirken vielverzweigter Associationsbahnen von den verschiedenen Sinnesgebieten her kaum annehmbar erscheint. Die Associationsbahnen aber werden erst in den ersten Lebensjahren functionsfähig. Das Zustandekommen der feinen Einstellung ist ein allmäßiges. Versuche gehen dem Gelingen voran. Unklare Bilder werden vergessen. Der Muskelapparat des Auges experimentirt bis ein scharf umrissenes Bild auf der Netzhaut abgezeichnet wird. Dieses wird als Erinnerungsbild festgehalten. Es ist keineswegs das Residuum einer sogenannten einfachen Lichtempfindung, es kommt als das gegenseitige Verhältniss unwillkürlicher Bewegungsacte von Muskelgruppen, welche den lichtempfindenden Apparat einstellen, zum Bewusstsein.

Was die Bahnen anlangt, welche der Reiz einschlägt, um schliesslich in der Schaffung von Raumvorstellungen dauernd zu werden, so

1) Dass die grobe Einstellung bei Kindern in den ersten Lebensjahren nur als einfach subcorticaler Reflex (Sinnesreflex) zu Stande kommt, kann nicht ohne weiteres bestritten werden. Beim Erwachsenen dringt die Erregung sicherlich bis zur Hirnrinde, und wird somit der einfache Reflex wesentlich modifizirt.

dürfte die Leitung des Reizes folgende Stationen durchlaufen. Von der Retina pflanzt sich die Erregung fort in den äusseren Kniehöcker, den Thalamus. Von hier zieht dieselbe auf dem Wege der primären Sehbahn Flechsig's nach der Rinde zu und trifft dort jene Elemente — der Bau der Schrinde zeigt Analogien mit dem der Netzhaut —, welche funktionell mit den gereizten in der Retina correspondiren. In der Rinde vollzieht sich durch intra- und subcorticale Associationsfasern zum ersten Male eine Bindung der elementaren Reize zu einem Ganzen. Von hier fliesst der Strom zurück, wieder zu subcorticalen Gebieten und gelangt zu den Kernen der Augenmuskeln, von denen eine Gruppe gereizt wird und eine Einstellungsbewegung erfolgt. Je schärfer dieselbe glückt, umso mehr Licht fällt auf die Retina, um endlich bei vollendeter Fixirschärfe eine Summe von Brennpunkten auf der Retina zu entflammen. Dem Brennpunkt als grösster Lichtstärke entspricht die grösste Reizstärke. Der ganze Reflex gewinnt die grösste Intensität. Die Muskelempfindungen aus dem Reflex, welche rückleitend zu der Hirnrinde derselben Kunde von der schärfsten Einstellung geben, sind ebenfalls am intensivsten und es festigen sich daher nur diese grellsten Reize zu Erinnerungsbildern, die wir Raumvorstellung nennen.

Pathologisch-anatomische Befunde im Hinterhauptlappen machten es wahrscheinlich, dass die Raumvorstellungen dahin zu localisiren seien. Eine genauere Abgrenzung der in Frage kommenden Felder hat H. Sachs (Raumvorstellungen aus Sinnesempfindungen) versucht. Dieser Autor unterscheidet am Hinterhauptlappen zwei funktionell verschiedene Gebiete:

1. eine mediale Region, den Cuneus mit der unteren Lippe der Fissura calcarina, sein „Lichtfeld“ und

2. eine äussere convexe Fläche sein „oculomotorisches Areal“. In letztere Zone verlegt H. Sachs die Raumvorstellungen. Diese Annahme H. Sachs' kommt mit seiner Ueberzeugung,

1. dass die centralen Sehbahnen im ganzen Hinterhauptlappen ihr Ende resp. ihren Umfang finden und

2. dass die Erinnerungsbilder in der den Projectionsfaserzügen zukommenden Rindenpartien gesetzt werden, überein. Es liegt abseits vom Plane vorliegender Untersuchung, in eine Kritik dieser Hypothese einzugehen. Nur soviel sei bemerkt, dass schwerlich ein Beweis für H. Sachs Behauptung zu erbringen sein dürfte; ehe nicht ein Gehirn zur Section käme, an welchem zwei Herde an symmetrisch gelegenen Stellen der convexen Flächen beider Hinterhauptlappen ohne Läsion der Sehstrahlungen nachweisbar wären. In einem Falle, welchen

Anton¹⁾ veröffentlicht hat, erstreckten sich die Erweichungsherde über die convexe Fläche des Gehirns, und es wurde *in vivo* thatsächlich ein Verlust an Raumvorstellungen constatirt.

Bei allmälicher Erblindung, berichtet Anton, war bei der Patientin auch ein auffallender „Mangel an Orientirung“ im Raume erkennbar, welcher bedeutender war, als der, welcher sonst beim Erblindeten nach Augenerkrankungen beobachtet wird. Patientin hatte die Orientirung über die gegenwärtige Lage der Gegenstände verloren und konnte sich trotz steter Belehrung nicht über dieselbe zurecht finden. Es ging ferner der Kranken die Bestimmung der Richtung im Raum verloren.

Aehnliche Ausfallserscheinungen hat der Förster'sche Rindenblinde. Sein Gesichtsfeld war eingeschränkt bis auf einen centralen Rest des Sehens, der ihm das Zuknöpfen seiner Kleider zwar ermöglichte, aber bei dem gänzlichen Mangel räumlicher Erinnerungen ausser Stand setzte, sich auf der Strasse zurecht zu finden.

In beiden Fällen fand sich post mortem eine beiderseitige Zerstörung der Sehstrahlungen, und zwar sowohl der primären als der secundären Flechsig's neben den Rindenläsionen vor. Der Verlust der Raumvorstellungen wird in beiden Fällen seine Erklärung darin finden, dass die Sehstrahlungen beiderseits und wahrscheinlich die den Hinterhauptlappen angehörenden Commissurenbündel des Balkens ausgefallen waren und dies deshalb, weil ungeachtet des in beiden Fällen gleichen Symptoms des mangelnden Orientirungsvermögens im Falle Förster die beiden Erweichungsherde an den medialen, unteren, im Falle Anton aber den convexen, lateralen, oberen Flächen der beiden Hinterhauptslappen vorgefunden wurden. Die Individuen hatten Monate lang mit den Herden gelebt, und es fanden sich neben den peripheriewärts von der Unterbrechungsstelle vorhandenen Degenerationen centralwärts sich fortsetzende Atrophien. Dass die Ganglienzellen der von mir abgesteckten Sehsphäre, d. h. der Endigungs- und Ausgangspunkte der Projectionsfaserung des Hinterhauptlappens dadurch functionsuntüchtig wurden, ist kaum zu bezweifeln. Wenn also auch die mit dem Vicq d'Azyr'schen Streifen ausgezeichnete Rinde beiderseits scheinbar intact gewesen ist, und die Läsionen an anderer Stelle ihren Sitz hatten, so ist der psychische Defect mit der Localität der Rindenherde nicht ohne Weiteres identificirbar.

1) Ueber die Selbstwahrnehmung der Herderkrankungen des Gehirnes durch den Kranken bei Rindenblindheit und Rindentaubheit. Dieses Archiv. Bd. XXXII. S. 86—127.

Jeder centralen Sinnessphäre (Flechsig), der tactilen, der optischen weniger, der acustischen, beim Thier auch der Geruchssphäre, muss die Fähigkeit Raumvorstellungen zu produciren, zugesprochen werden. Jede Raumvorstellung ist durch die Eigenthümlichkeit charakterisirt, dass sie uns als eine Function der associirenden Elemente einer einzigen Sinnessphäre entgegentritt.

Das Naturexperiment der Pathologie schafft klinische Bilder, welche den Kranken in den Zustand eines isolirten Defectes versetzen, der ihm entweder die optischen (optische Asymbolie) oder die tactilen (tactile Asymbolie) Raumbilder mit früher erworbenen zu identificiren unmöglich macht oder die letzteren vernichtet hat. Im ersten Falle ist der Patient unfähig, auf den Gesichtseindruck hin einen Gegenstand zu erkennen, während ihm durch das Tastvermögen die Bedeutung derselben leicht klar wird. Im zweiten Falle trifft das Umgekehrte ein. Aus dem Angeführten schliesse ich, dass die Raumvorstellungen höchstwahrscheinlich in der entsprechenden Sinnessphäre selbst zu localisiren seien.

Das Ergebniss dieser Darlegungen fasse ich zusammen:

1. Die primäre Sehstrahlung Flechsig's wurde bisher von den Autoren irrtümlicherweise als Fasciculus longitudinalis inferior beschrieben. Derselbe sollte ein Associationsbündel zwischen Schläfe- und Hinterhauptlappen darstellen. In Wahrheit sind die fraglichen Faserpackete die Projectionsfaserung des Occipitallappens, welche im äusseren Kniehöcker und Thalamus entspringt und ausschliesslich in der Fissura calcarina endigt. Ihre Leitung ist eine centripetale.

2. Die secundäre Sehstrahlung Flechsig's liegt nach innen zu von seiner primären. Sie entspricht der Sehstrahlung der Autoren. Ihre Fasern erhalten später Markscheiden. Ihre Leitung ist grösstentheils eine centrifugale. Ihr Ursprungsgebiet fällt theilweise mit dem Endigungsfeld der primären Sehstrahlung zusammen, schliesst sich in seiner Ausbreitung an das der letzteren und nimmt als eine bandförmige Fortsetzung der Sehsphäre der medialen Seite auf die laterale Convexität, die dritte Occipitalwindung, den hintersten Abschnitt des Gyrus fusiformis, und den Hinterhauptpol ein. Ihr Endigungsgebiet liegt im Thalamus und dem oberflächlichen und mittleren Mark des vorderen Zweihügels. Ihre wichtige functionelle Bedeutung ist gewiss keine einheitliche, sondern eine vielfache. Wie aus dem anatomischen Bau ihre Mitwirkung an der Bildung optischer Raumvorstellungen gedeutet werden

kann, wurde ausgeführt. Im Zuge der secundären Sehstrahlung Flechsig's laufen vielleicht Balkenfasern. Höchst wahrscheinlich ist die Bahn auch als eine Hemmung subcorticaler Reflexe aufzufassen.

3. Die optischen Raumvorstellungen setzen sich aus elementaren Reizen zusammen, die von subcorticalen Centren centralwärts geleitet werden und durch Bindung intra- und subcorticaler Associationsfasern die Geltung einer psychischen Function erlangen. Diese elementaren Reize sind sowohl ihrer Qualität nach als in ihren gegenseitigen Beziehungen nach Zeit und Intensität verschieden. Ihrer Qualität nach sind es fortgeleitete Netzhautreize, aber auch die corticalwärts als Innervationsgefühle aus subcorticalen Reflexen zum Bewusstsein kommenden. Die Form dieser im Thalamus und dem vorderen Zweihügelpaar sich abspielenden Reflexvorgänge, wird durch centrifugale Fasern von der Rinde her bestimmt und in ihrem Ablauf hemmend modifizirt.

Zum Schlusse genüge ich einer angenehmen Pflicht, wenn ich Herrn Geheimrath Prof. Paul Flechsig für die reiche Fülle wissenschaftlicher Anregung und Belehrung, welche er mir in seinem Laboratorium zu Theil werden liess, meinen wärmsten Dank abstatte.

Erklärung der Abbildungen (Taf. VIII).

Figur 1. Horizontalschnitt durch das Gehirn eines ein Monat alten Kindes, in der Höhe der Regio subthalamica geführt (gefärbt nach Weigert-Pal).

F. Stirnlappen, J. Insel, T. Schläfelappen, O. Hinterhauptlappen, S. Sehstrahlung, S_1 primäre, S_2 secundäre Sehstrahlung, Cge. äusserer, Cgi. innerer Kniehöcker, Pu. Pulvinar. Ssa. Gyrus subangularis (Flechsig).

Figur 2. Frontalschnitt durch das Gehirn einer Erwachsenen. Erweichter Herd im Gyrus angul. und der II. Temporalwindung. Der Schnitt wurde unmittelbar hinter dem Spl. corp. call. geführt (gefärbt nach Weigert-Pal).

P_1 oberer Parietallappen, P_2 unterer Parietallappen. J. Fissura interparietalis, Gf. Gyrus fusiformis, Gf. Gyrus fornicatus. Ce. Balken, S_1 primäre, S_2 secundäre Sehstrahlung.

Figur 3. Sagittalschnitt durch das Gehirn eines 9 Wochen alten Knaben, in einer lateral vom Thalamus gelegenen Ebene geführt (gefärbt nach Weigert-Pal).

F. Stirnlappen, C. Centralwindungen, P. Scheitellappen, O. Hinterhauptlappen. S_1 primäre, S_2 secundäre Sehstrahlung. Fa. Fasern des Forceps major, Ba. basaler, in gerader Richtung von hinten nach vorne streichender Faserzug der primären Sehstrahlung, der als Mark der Spindelwindung,

Anlass zu einer irrthümlichen Annahme eines Associationssystems zwischen Hinterhauptlappen und Schläfelappen Anlass gegeben hat. Dass sich derselbe an seinem vorderen Ende hinauf biegt und mit dem herabsteigenden Haupttheil der Sehstrahlungen vereinigt, ist ersichtlich.

Figur 4. Horizontalschnitt durch das Gehirn eines einen Monat alten Kindes, geführt durch den hintersten Anteils des Pulvinars. (Gefärbt nach Weigert-Pal.)

F. Stirnlappen, J. Insel, T. Schläfelappen, O. Hinterhauptlappen, S₁ primäre, S₂ secundäre Sehstrahlung; Pu. Pulvinar, C.i. innere Kapsel.

Figur 5. Sagittalschnitt durch das Gehirn eines 2 Monate alten Kindes. Der Schnitt ist lateral vom Thalamus geführt. Der Stirntheil des Präparates fehlt. Gefärbt nach Weigert-Pal.

Die Ausbreitung der Fasern zu einem Fächer ist hier schön zu sehen. Ferner tritt, wie in Fig. 3 der basale Anteil der Sehstrahlung isolirt hervor. C. Centralwindungen, P. oberes Scheitelläppchen, O. Hinterhauptlappen.

Fig. 1.

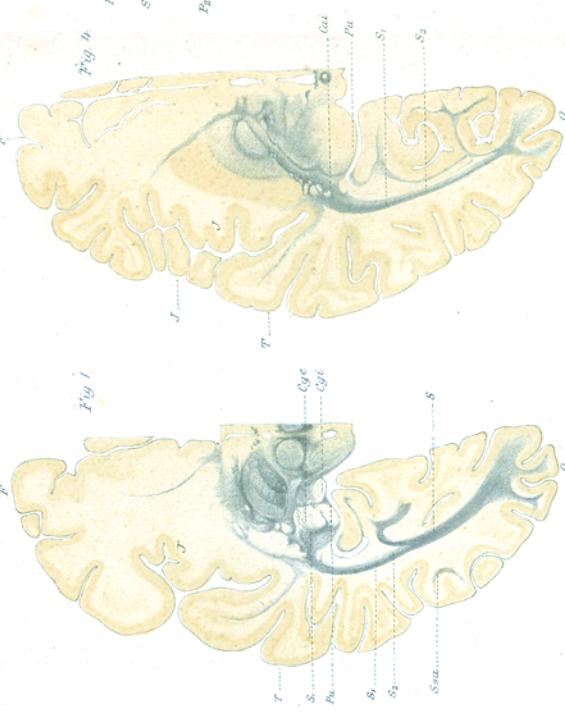


Fig. 2.

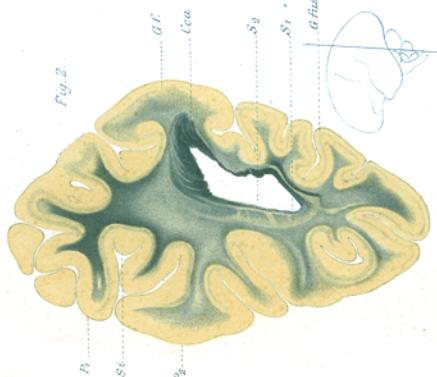


Fig. 3.

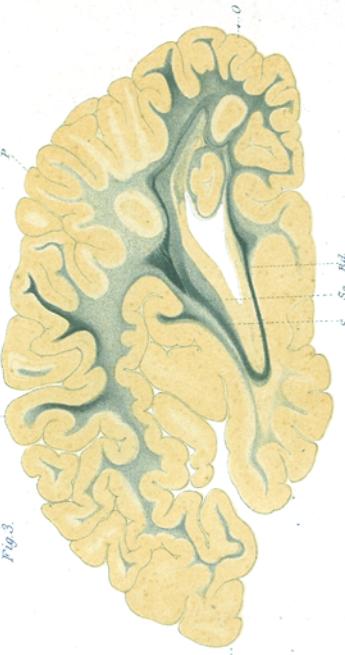


Fig. 5.

