

XXX.

Ueber die Entwicklung und Ausbreitung der Tangentialfasern in der menschlichen Grosshirnrinde während verschiedener Altersperioden.*)

Von

Dr. **Oscar Vulpius** in Heidelberg.



Es ist gerade ein Jahrhundert vergangen, seitdem der erste Schritt zur genaueren Erforschung der grauen Hemisphärenrinde von Vicq d'Azyr gethan worden ist, der einen die Rinde parallel zur Oberfläche durchziehenden, besonders deutlich im Hinterhauptslappen erkennbaren weissen Streifen beschrieb. Vielfach ist von da ab die Hirnrinde Gegenstand eingehendster Untersuchung gewesen, und doch sind wir heute noch weit davon entfernt, über die Strukturverhältnisse derselben völlig im Klaren zu sein.

Die häufig sich widersprechenden Ergebnisse zuverlässiger Forscher beweisen zur Genüge die Unzulänglichkeit der Methoden und die Menge der schwer zu vermeidenden Fehlerquellen sowohl wie die überaus grossen Schwierigkeiten, die oft der richtigen Deutung des Gesehenen entgegenstehen.

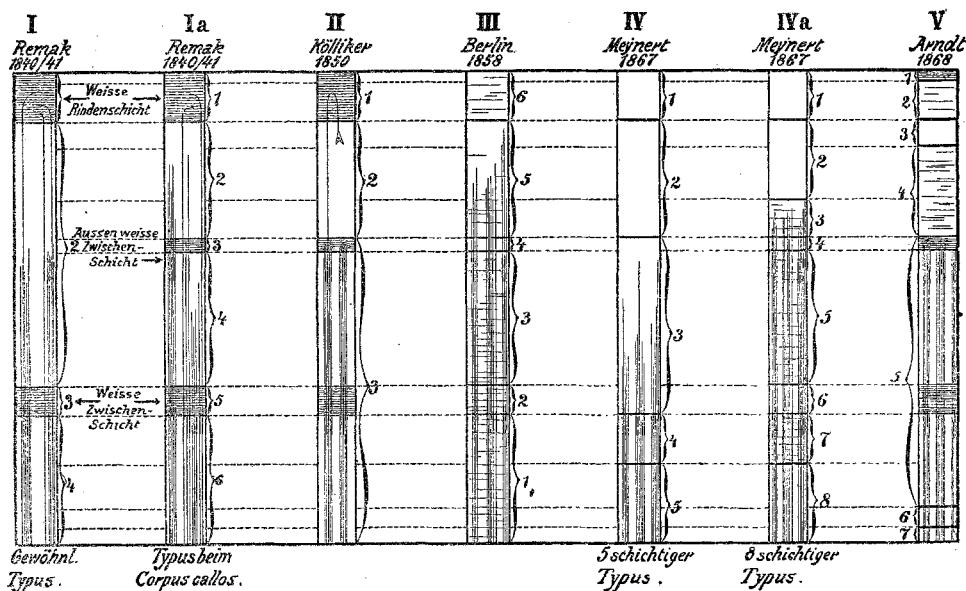
Da die früher gekannten Färbungen im Wesentlichen die Zellkerne zur Darstellung brachten, so erklärt sich daraus der so oft wiederholte Versuch, gemäss den verschiedenartig gestalteten und angeordneten Zellen die Hirnrinde in übereinander liegende Schichten zu zergliedern. Aus den mannigfaltigen Resultaten solcher Unternehmen ergiebt sich aufs deutlichste die grösse oder geringere Willkür der Eintheilung in Zelllagen, die oft durch allmähliche Uebergänge verbunden, deutlicher Grenzen entbehren. Es ist in der That nicht leicht, aus dem Gewirre der Angaben über Zahl und

*) Die Arbeit erhielt den Preis der medicinischen Facultät zu Heidelberg.

Dicke der Rindenschichten dasjenige herauszufinden, was durch Ueber-einstimmung mehrerer Untersucher in seiner Richtigkeit wahrscheinlich gemacht ist. Und doch ist eine möglichst klare Vorstellung von dem gegenseitigen Verhältniss der so verschiedenartig getrennten und bezeichneten Schichten nöthig, um die Angaben über die diesen Lagen angehörenden Nervenfasern vergleichen und beurtheilen zu können.

Ich versuchte die von den bedeutendsten Forschern beschriebenen Schichten in der 1. Abbildung zu veranschaulichen, welche nicht nur einen vergleichenden Ueberblick der Zelllagen ermöglichen soll, sondern zugleich zeigt, wie weit die Nervenfaserzüge innerhalb der Rinde von den Einzelnen verfolgt worden sind. Dass mancher nicht zu beseitigende kleine Widerspruch zu Gunsten der schematischen Darstellung zurücktreten musste, will ich ebensowenig verhehlen als dass die Maassverhältnisse nicht überall genau die richtigen sind. Doch gelang es mir erst nach Anfertigung dieser Tafel, mich aus dem Chaos in der Literatur zu einem klareren Ueberblick emporzuarbeiten.

RINDEN-SCHICHTEN.



Ein neues vielversprechendes Feld wurde den Untersuchern der Hirnrinde geöffnet durch Exner's Entdeckung zahlloser markhaltiger Nervenfasern in derselben, die theils senkrecht oder schräg, theils parallel zur Oberfläche verlaufen. Während die ersteren als Ausstrahlungen des Hirnmarkes erkannt wurden, theilte man die horizontal liegenden Fasern dem System der längst entdeckten Arnold'schen Bogenbündel oder Fibrae propriae von Meynert zu, welches System nähere oder entferntere Punkte der Hemisphärenrinde in leitende Verbindung zu bringen hat.

Bald traten gerade diese tangential angeordneten Fasern in den Vordergrund des Interesses, als Tuczek's wichtige Arbeiten 1882 und 1884 ihr Verschwinden besonders in den vorderen Hirntheilen als anatomische Ursache der Dementia paralytica bezeichneten. Eine noch weitergehende Beteiligung der Tangentialfasern an der Erzeugung von Psychosen behauptete Zacher 1886, der den Faserschwund im Gegensatz zu Tuczek auch bei Dementia senilis, epileptischer Psychose und schweren chronischen Geistesstörungen mittels der neuen Weigert'schen Färbung beobachtete. Im nächsten Jahr stellte schliesslich Jendrassik die Behauptung auf, auch die Tabes dorsalis beruhe auf dem Untergang der Tangentialfasern, auf den er die Ataxie zurückführen zu können glaubte.

Aber man hatte zu rasch auf Grund noch nicht genügend festgestellter anatomischer Verhältnisse der normalen Rinde Abweichungen von dem bislang Bekannten für pathologische Veränderungen erklärt, zu rasch, um nicht eine Menge Zweifler gegen sich zu haben. Nissl hatte mit nicht allzu grossem Erfolg gemahnt, stets die entsprechenden Stücke normaler und pathologischer Hirnrinde zu vergleichen, ehe man Schlüsse ziehe.

Es soll die vorliegende Arbeit an der Ausfüllung der Lücken mithelfen, welche unsere Kenntnisse bezüglich der Entwicklung und Ausbreitung der Tangentialfasern in den verschiedenen Lebensperioden noch aufweisen. Ich verhehle mir indessen nicht, dass ein Beitrag zu den eben nicht zahlreichen Veröffentlichungen über die berührten Fragen dieselben keinesfalls zum Abschluss bringen kann, dass vielmehr bei der Menge von Zufällen, welche die Sicherheit der Resultate beeinträchtigen, nur der Vergleich einer grossen Reihe von Untersuchungen die erwünschte Zuverlässigkeit unseres Wissens herbeiführen wird.

Während die Kenntniss vom normalen Verhalten der Tangentialfasern in der ausgebildeten Rinde eine sichere Grundlage für Erkennung pathologischer Zustände bilden wird, so können andererseits

Erfahrungen über die Entwicklung dieser Fasern vielleicht Verwerthung in der Gehirnphysiologie, besonders in der Localisationslehre finden. Derartige Hoffnungen veranlassten Meynert schon 1869 dazu, die Untersuchung der verschiedenzeitig entstehenden Markweisse als wichtige Aufgabe hinzustellen. Und von einer ähnlichen Ueberlegung ausgehend suchte und fand Frau von Kowalewskaja nach Flesch's Angaben 1886 gleiche histologische Verschiedenheiten an functionell gleichen Rindenbezirken.

Ehe ich nun zur Beschreibung meiner Untersuchungsweise und des von mir Gesehenen übergehe, sei mir ein kurzer geschichtlicher Ueberblick über die Lehre von den markhaltigen Associationsfasern der normalen Rinde gestattet.

Als Remak 1840 seine Eintheilung des Rindengrau in zwei Schichten veröffentlichte, deren Grenzen durch Züge horizontal verlaufender weisser Nervenfasern gebildet wurden, machte er zugleich darauf aufmerksam, dass er bei Kindern diese Schichtung vermisste. Diesen Befund bestätigte Arndt 1868, indem er die Markscheiden der Rindenfasern wie auch innerhalb des Markes beim Neugeborenen nur angedeutet fand, ja selbst beim 7—9jährigen Kind noch für schwach entwickelt hielt.

Mit einer neuen Methode arbeitend leugnete Exner 1881 das Vorhandensein jedwelcher markhaltigen Faser in der Rinde des Neugeborenen. Zwei Jahre später kam Tuczek bei ähnlichen Untersuchungen nicht zum gleichen Resultat. Schon vor dem 9. Foetalmonat fand er im Lobus paracentralis und in beiden Centralwindungen in Mark und Rinde markhaltige Fasern, bei einem ausgetragenen Neugeborenen in ersterem einzelne tangentiale Fasern in den tiefsten Rindenschichten, bei einem 27 Tage alten Mädchen im Lobus occipitalis wenige radiäre Rindenfasern, keinen Vicq d'Azryschen Streifen. Im Lobus frontalis hatte dies Kind noch keine Spur markhaltiger Fasern. Auf Exner's Seite trat Fuchs, der von 33 Gehirnen das obere Ende des Gyrus centralis posterior untersuchte und beim Neugeborenen weder in der Rinde noch im Mark mit Scheiden verschene Fasern nachweisen konnte. Die Tangentialfasern der peripheren Rindenschicht traten zuerst im 5. Lebensmonat auf, im 7. zeigten sich die Associationssysteme der tiefen Schichten, während in der zwischenliegenden Zone erst nach dem ersten Jahre Fasern zu sehen waren. Die Zunahme der Fasern an Zahl und Kaliber erreichte mit dem 7. oder 8. Lebensjahr ihren Abschluss.

Abgesehen von den Behauptungen Edinger's 1885, das Mark trete in den Centralwindungen erst nach der Geburt auf, und Vignal's

1886, die Nervenröhren der ersten Schicht entstanden gleichzeitig mit dem centralen Markweiss, ruhte seither die Frage von der Markscheidenentwickelung der Rindenfasern.

Weit mehr Untersuchungen finden sich betreffs der Fasern in der ausgebildeten Rinde. Ueber das Wesen des zu Eingang schon erwähnten Vicq d'Azyr'schen Streifens sowie der beiden von Baillarger 1840 in anderen als dem Occipitallappen nachgewiesenen weissen Lagen machte Remak 1841 die ersten Mittheilungen, indem er in denselben eine Anhäufung der parallel zur Oberfläche laufenden Kreuzungsfasern erblickte. Diese weisse Zwischenschicht, die einwärts von der Rindenmitte gelegen, dem inneren Baillarger'schen Streifen gleichkam, sah er nur in der Nähe des Balkens gedoppelt. Nach innen von dieser weissen, aus markhaltigen Primitivröhren bestehenden Schicht liegt eine gallertige graue Schicht, nach aussen eine grauröthliche, welche ihrerseits wiederum von einem in seiner Zusammensetzung der weissen Zwischenschicht gleichen Markbelag bedeckt ist. In den grauen Schichten sah er nur spärliche „Kreuzungsfasern“.

Dieser alten Remak'schen Eintheilung der Rinde werde ich mich weiterhin anschliessen, weil sie einfach und ungekünstelt ist, und weil die verschiedenzeitige Faserentwicklung in diesen Schichten ihre Verschiedenartigkeit deutlich anzeigen.

Ich rechne die innere Schicht der „Markstrahlenbündel“ bis zu Remak's äuserer weisser Zwischenschicht, die er nur in der Nähe des Balkens kannte, oder bis zu dem damit identischen äusseren Baillarger'schen Streifen. Sie ist charakterisiert durch die Bündel ausstrahlender Markfasern und entspricht Remak's Substantia gelatinosa und dem innersten Theil seiner grauröthlichen, Kölliker's dritter oder gelbröthlicher Schicht, Berlin's erster, zweiter und dritter, Meynert's dritter bis fünfter im 5schichtigen Typus, endlich Arndt's fünfter Schicht.

Meine „faserarme“ Mittelschicht ist identisch mit dem äusseren Theil von Remak's grauröthlicher, Kölliker's reingrauer Schicht, Berlin's fünfter, Meynert's zweiter resp. zweiter und dritter und Arndt's dritter und vierter Schicht.

Meine äussere an tangentialen Fasern reiche Schicht nannte Remak weisse Rindenschicht, Kölliker weisse oder erste, Berlin sechste, Meynert erste, Arndt erste und zweite Schicht.

Remak's Ansicht wurde von Kölliker getheilt, der ebenfalls zwei weisse Streifen auch ausserhalb des Occipitallappens sah, von denen der äussere die Markstrahlung begrenzte. Ihre Entstehung

führte er auf umbiegende und horizontale weiterverlaufende Radiärfasern zurück. Bald darauf aber beschrieb Henle zwar auch tangentiale Fasern in den tieferen Rindenschichten, stimmte aber der Erklärung, die Remak und Kölliker für die Baillarger'schen Streifen gegeben hatten, nicht bei. Auch Berlin 1858 konnte weder streifenartige Ansammlungen von Horizontalfasern noch ein Umbiegen radiärer Fasern in tangentiale auffinden, wohl aber sah er eine Menge die Radiärfasern senkrecht kreuzender Nervenfasern, deren Durchmesser 0,005—0,001 mm betrug und deren Zahl vom Mark bis zur Rindenmitte zunahm, peripher geringer wurde.

Meynert, der in der 3ten, 5ten und 7ten Schicht seines 8schichtigen Typus einzelne Fibrae propriae beschrieb, erklärte die weissen Streifen für den Ausdruck von Pigment- und Zellarmuth, nicht aber von markhaltigen Fasermassen. Ausgedehnte Untersuchungen brachten Arndt zu der Ansicht, dass der auf der Grenze seiner 4ten und 5ten Schicht an vielen Stellen sich findende weissliche Streifen aus quer, längs oder schräg durchschnittenen Horizontalfasern besteht, deren Umbiegen in die Radiarbündel innerhalb der 5ten Schicht nicht nur die Verbindung von Rindenbezirken, sondern auch die Leitung nach dem Mark als ihre Aufgabe erscheinen lasse. Während dieser Streifen peripher von der Rindenmitte liegt, findet sich gesetzmässig, wenn auch nicht ausnahmslos im Occipitallappen ein zweiter Streif weiter in der Tiefe, auf der Grenze des mittleren und inneren Drittels der 5ten Schicht, der doppelt contourirte Horizontalfasern enthält. Die äussere weisse Schicht sah Arndt häufig in den Centralwindungen, einmalig in F1 und F2, einmal in T1. Die stärkere oder geringere Ausbildung der Streifen, die selbst im Hinterhauptslappen fehlen können, ist nach Arndt individuell, ihrem Fehlen entspricht durchaus nicht ein Ausfall der associirenden Leitungsbahnen, die dann vielmehr diffus, nach dem Mark zahlreicher werdend in der Rinde vertheilt sind. Diese letztere Anordnung findet sich regelmässig in Stirn- und Schläfenlappen und häufiger als die Streifenbildung im Scheitelhirn. Trotz dieser genauen Auseinandersetzung gab Stricker 1871 wiederum dem Pigmentmangel die Schuld an der Bildung der Baillarger'schen Streifen und kannte nur spärliche Fibrae arcuatae im Rindengrau. Gerlach bezeichnete die Rinde als reich an markhaltigen horizontalen Fasern, und hatte die Vorstellung, dass sie durch Verbindung mit den Markstrahlen ein Gitterwerk erzeugten. Auch Krause, der den inneren Baillarger'schen Streifen als „weissen Nervenplexns“ bezeichnete, scheint ähnliche Vorstellungen gehabt zu haben.

Hoffmann verlegte die Vicq d'Azyr'schen Streifen etwas nach einwärts von der Rindenmitte und identificirte den äusseren der zwei an der medialen Fläche von F1 sichtbaren Streifen, der anscheinend aus umbiegenden Radiärfassern bestehe, mit dem Vicq d'Azyr'schen. Schwalbe verlegte den äusseren Baillarger'schen Streifen in die Mitte der Rindendicke, wo die Radiärbündel aufhören und theilweise horizontal umbiegend ein Geflecht zu bilden scheinen, das dem Streifen entspricht. Weiter nach innen vermochte er keine Faseranhäufung zu sehen. Noch 1882 sagte Quain über die tangentialen Fasern nicht mehr, als dass in der Tiefe der Sulci die Markstrahlung durch dieselben verdeckt werde, und bildete nur in der tiefsten Schicht die Fibrae arcuatae ab, obwohl bereits im vorhergehenden Jahre Exner mit seiner verbesserten Osmiummethode in der Region der Markstrahlenbündel viele zum Theil dicke Tangentialfasern nachgewiesen hatte, die im Vicq d'Azyr'schen Streifen mit Fasern aller erdenklichen Richtungen ein Geflecht eingingen. Mit Mühe nur gelang es Exner, den Baillarger'schen Streifen im Schläfenlappen zu finden, wo er sich als Ansammlung tangentialer Fasermassen erwies. Während in den Centralgyris wesentlich recht dicke Fasern auftraten, waren im Occipitallappen solche von verschiedenstem Kaliber zu sehen, im Vicq d'Azyr'schen Streifen vorwiegend dicke Fasern. Die grosse Ansammlung von Associationsfasern im Occipitallappen erklärte er durch die Menge von Associationen, deren gerade das Rindensehfeld bedürfe. Als letzter untersuchte Emminghaus die Rinde mit der Freud'schen Goldmethode und glaubte in Meynert's dritter Schicht (5schichtiger Typus) Uebergänge der radiären Fasern in schräge und horizontale zu sehen. In der 4ten und 5ten Schicht schienen die letzteren wenig zahlreich und von feinem Kaliber.

In der Mittelschicht hatte schon Remak die Armuth an Horizontalfasern erkannt. Auch Berlin sah dieselben von der Rindenmitte gegen die Peripherie hin an Zahl abnehmen. Arndt fand dagegen viele horizontale und radiäre Fasern, die besonders in seiner 4ten Schicht dick und doppelt contourirt erschienen. Nach Exner und Tuczek kommen in dieser Zone die feinsten bekannten markhaltigen Fasern vor, während Emminghaus in Meynert's 2ter Schicht viele stark kalibrige Circulärfasern darstellen konnte. Die Verschiedenheit der Beobachtungen wird theilweise erklärt durch Jendrassik's Erfahrung, dass die meist feinen, auch von Toldt beschriebenen Fasern dieser Schicht leicht und früher als Fasern anderer Gegenden durch die Differenzirung ausgelöscht werden.

In der äussersten weissen Schicht der Hirnrinde, die bisweilen makroskopisch sichtbar und loszublättern ist, beschrieb Remak eine

Menge von meist varikösen Nervenprimitivröhren, die theils den feinsten Markfasern, theils aber selbst den Rückenmarksfasern an Kaliber gleichen. Manchmal glaubte er ein Umbiegen der verdünnt in diese Schicht vorgedrungenen Radiärfasern zu erkennen, während er entschieden die von Valentin aufgestellte Behauptung verwarf, dass durch schlingenartige Umkehr die Radiärfasern die peripheren Fortsätze der Pyramidenzellen treffen. Kölliker beschrieb zwar ähnliche Bilder wie Valentin, stimmte aber im übrigen mit Remak überein. Die Dicke der Fasern bestimmte er zu 0,0004—0,003 mm. Henle leitete die einzelnen starkkalibrigen Nervenfasern, die er durch das periphere Stützfasernetz sich schlängeln sah, von den Nerven der pialen Gefässe her. Berlin wies in seiner 6ten Schicht einzelne Nervenröhren nach, die von verschiedenen Richtungen kommend schliesslich horizontal zu laufen schienen. Die Richtigkeit der bisherigen Beobachtungen bestritt Meynert, der in der weissen Schicht kein Mark, sondern Zellmangel zu erblicken glaubte.

Zu gleicher Zeit meinte Arndt den weissen Rindenbelag in zwei Schichten theilen zu müssen, deren periphere ein dichtes Gewirr mittelstarker und feiner, in allen Richtungen aber stets parallel zur Oberfläche ziehender Fasern führe, während die innere vorwiegend aus Neuroglia bestehe. Diese Theilung anerkennend beschreibt Schwalbe am äussersten Rand der ersten Schicht eine Lage markhaltiger Fasern.

Exner bezeichnete 1881 die erste Schicht als ein „Marklager“ sehr verschieden dicker, variköser Tangentialfasern, von denen die dicksten in der äusseren Hälfte der Schicht vorkamen, während nach innen eine Abnahme des Kalibers zu bemerken war. Auch unter den verschiedensten Winkeln dringen stets dünnerne Fasern in die äusserste Schicht ein, um hier horizontal weiter zu verlaufen. Er fand keinen Einfluss des Alters auf die Zahl der Fasern, sondern führte deren Mangel in einzelnen Fällen auf schlechte Färbung zurück.

Tuczek berechnete die Tiefe der ersten Schicht auf $\frac{1}{8}$ der Rindendicke und konnte einzelne der massenhaft vorhandenen Tangentialfasern durch mehrere Gesichtsfelder (Lin. 300) verfolgen. Er untersuchte Rinde der verschiedensten Stellen und fand überall eine gewaltige Masse markhaltiger, mittelfeiner und feiner, im wesentlichen überall gleich angeordneter Tangentialfasern. Nur in Bezug auf das Kaliber fand er Unterschiede zwiscen den an dicken Fasern reichen Centralwindungen und den ganz besonders zahlreich e verschiedenen starke Fasern führenden Hinterhauptslappen.

Fischl arbeitete mit der neuen Weigert'schen Methode und stellte im Lobus paracentralis feinere und starke, in T1 sehr dichte

Tangentialfasern dar, während sie im Scheitellappen spärlicher erschienen. Edinger 1885 beschrieb und zeichnete dicht unter der Pia einen richtigen Plexus feiner markhaltiger Fasern, Zacher dagegen bildete die Tangentialfasern ab überlagert durch einen freien Saum von Stützgewebe, den auch Toldt annimmt. Emminghaus fand keine wesentlichen Dickenunterschiede der Tangentialfasern, Jendrassik aber fiel im vorderen Abschnitt der Hirnrinde und um den Sulcus Rolando eine relativ grössere Zahl der dicken markhaltigen Tangentialfasern auf als sonstwo. Für die Occipitalrinde gab er die grosse Zahl feiner Fasern als charakteristisch an. Innerhalb eines Gyrus glaubte er sie dichter angeordnet auf der Windungskuppe, spärlicher an der Basis gesehen zu haben und daraus ihre Bestimmung, Zellen desselben Gyrus mit einander zu verbinden, ableiten zu können.

Auch über das Schicksal der markhaltigen Rindenfasern im Alter sind Untersuchungen von Kostjurin angestellt worden, welcher eine Faserverminderung durch fettigen Zerfall behauptete, die in geringgradigen Fällen sich auf die peripherie Schicht beschränke. Zu ähnlichen Resultaten gelangte Beljakow, der die gleichen Veränderungen der Dementia senilis zuschrieb.

So ist nach all dem Gesagten das Gebiet der tangentialen Rindenfasern ein schon vielfach durchforschtes, das aber noch genug des Unbekannten und Unsicheren bietet, um einen Beitrag zur Klarstellung der Verhältnisse nicht ganz wertlos erscheinen zu lassen.

Um die Fragen nach der Entwicklung der Tangentialfasern und ihrer Ausbreitung beantworten zu können, war zuerst die Sammlung eines möglichst grossen und vollständigen Materials erforderlich. Zu dem Zweck wurden den Gehirnen einer beträchtlichen Anzahl von Individuen, die an keiner Hirnerkrankung zu Grunde gegangen möglichst bald nach dem Tode zur Section kamen, jeweils sechs 1 bis 2 Kubikcentimeter grosse Stücke an bestimmten und jeweils möglichst identischen Stellen entnommen. Das Stirnhirn war durch die erste linke Windung (F1 sin.) vertreten, von welcher eine senkrecht über dem Balkenknie liegende, auf Konvexität und mediale Fläche übergreifende Partie ausgeschnitten wurde. Dazu kam der an das Operculum anstossende Theil der Broca'schen Windung (F3 sin.). An symmetrischer Stelle wurde die dritte rechte Stirnwundung excidirt (F3 dext.). Von der vorderen rechten Centralwindung wurde ein an der Grenze zwischen ihrem oberen und mittleren Drittel gelegenes Stückchen verwendet (V. C. dext.). Schliesslich wurden noch die

hinterste Spitze des rechten Occipitallappens (O. dext.) und das vordere Ende der ersten linken Schläfenwindung (T1 sin.) eingelegt.

Die Stücke waren so gewählt, dass jeder Hemisphäre drei angehörten, dass ferner ein Paar symmetrisch lag. Während F1 sin. und F3 dext. hinsichtlich ihrer funktionelle Bedeutung noch unsicher sind, haben wir in F3 sin. das Sprachzentrum, in V. C. dext. ein motorisches Rindenfeld vor uns. O. dext. wird der Sehsphäre zugetheilt, im besonderen verlegte Nothnagel in die von mir untersuchte Gegend das optische Erinnerungsfeld. Durch Wernicke's Ausführungen ist T1 sin. als wahrscheinlich der Hörsphäre zugehörig aufzufassen, da bei der sogenannten akustischen Aphasia eine Erkrankung in der ersten Schläfenwindung nachweisbar war.

Die Hirnstücke, deren pialen Ueberzug ich zu erhalten suchte, wurden in mehrmals gewechselter Müller'scher Flüssigkeit bei einer Temperatur von 34—36° C. gehärtet. Während bei Erwachsenen ein 3 Wochen langes Verweilen im Brutschrank ausreichte, nahmen jugendliche Gehirne meist einen grösseren Zeitraum in Anspruch. Nachdem eine Auswahl der unter den günstigsten Bedingungen, besonders bald nach dem Tode eingelegten Gehirne getroffen war, wurden die hartgewordenen Klötzchen nach jeweils mehrtägiger Einwirkung von 80%, 90% und absolutem Alkohol für einen Tag in Alkohol-Aether ana und für eine Woche in erst dünnes, später dickflüssiges Celloidin gelegt. Da Exner's Osmium-Ammoniakmethode das anfangs scharfe Bild nicht festzuhalten vermag, sondern besonders die äusseren Rindenschichten schon nach einigen Stunden sich entfärben und zerfließen, so wurde die neue von Weigert 1885 angegebene Färbung vorgezogen, die nach Tuczek's eigenem Geständniss ebensoviiele Fäserchen zeigt wie Exner's die Fasern zur Aufquellung bringende Methode. Es wurden also die aufgeklebten und gekennzeichneten Stücke auf 2 Tage in eine 7%, mit gleichen Theilen Wasser verdünnte Kupferacetatlösung und in den Brutschrank gebracht. Von den nunmehr fertigen Präparaten wurden dann Schnitte hergestellt, deren Dicke 15 Mikren betrug. Nur so dünne Schnitte ergaben nach angestellten Versuchen deutliche Bilder der Nervenfasern. Freilich mussten von allen Gehirnen gleich dünne Schnitte angefertigt werden, um über die Faserzahl ein vergleichendes Urtheil abgeben zu können. Während aus den Gehirnen Erwachsener die Schnitte von der nötigen Feinheit und Gleichmässigkeit meist ziemlich leicht erhalten wurden, bereiteten die foetalen und jugendlichen Gehirne oft grosse Schwierigkeiten. Ein weiteres Hinderniss bildete die Sprödigkeit, welche die Schnitte in der Weigert'schen Hämatoxylinlösung

erhielten, so dass nur ausnahmsweise grössere Schnitte unverletzt fertig gestellt werden konnten. Und doch wünschte ich, möglichst oft einen ganzen Gyrus mit den benachbarten Furchen auf den Objectträger zu bekommen.

Es wurde deshalb die Serienmethode in Anwendung gezogen, nach welcher die Schnitte vom Messer auf befeuchtetes Fliesspapier und von diesem auf das Glas abgeklatscht und zwischen zwei dünne gleichmässige Collodiumschichten eingebettet wurden. Ein bald erkannter Nachtheil der Methode besteht darin, dass die Schnitte erst dann am Objectträger haften, wenn sie an einzelnen Stellen trocken geworden sind, und gerade diese Partieen färben sich hernach meist wesentlich schwerer.

Die Umständlichkeit und Kostspieligkeit dieses Verfahrens wird durch die grossen unverletzten Schnitte reichlich aufgewogen, die auf andere Art nur sehr schwer zu erhalten sind.

Auch die Kupferung der Stücke wurde bald aufgegeben, da in der ersten Reihe von Fällen ein die äusseren Schichten zudeckender schwarzer Randniederschlag sich als Folge des ungleichmässigen Eindringens der Kupferlösung herausstellte.

Es wurden die glücklicherweise in der Mehrzahl noch nicht gekupferten Stücke weiterhin erst geschnitten, und die mit Schnitten beschickten Objektträger für 1 Tag in grosse Schalen mit gesättigter Kupferacetatlösung gebracht, dann in Spiritus abgespült und durch 24 Stunden gefärbt. Die abgewaschenen Präparate kamen dann in eine 2—3 fache Verdünnung der vorgeschriebenen Borax-Ferricyankaliumlösung, da einige Kontrolleversuche mich die Vorzüge langsameren Differenzirens hatten erkennen lassen.

Um Faserverluste möglichst zu vermeiden, wurde die Differenzirung unter dem Mikroskop verfolgt und häufig schon früher abgebrochen als bei einem für gröbere Untersuchungen zu benützenden Präparat richtig wäre. Nach tüchtigem Auswässern wurden die differenzierten Schnitte dann zur Conservirung hergerichtet, ohne je den Objectträger verlassen zu haben. Leider muss ich hier schon bemerken, dass trotz sorgfältiger Herstellung ein nachträgliches Ausbleichen der Präparate ganz entschieden beobachtet wurde. Um die Untersuchung möglichst unabhängig von unberechenbaren Zufällen zu machen, fertigte ich von jeder Windung sechs, von jedem Gehirn also 36 Dauerpräparate an.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der fertiggestellten Sammlung zeigte sich sofort, dass Schnitte aus sehr verschieden alten Gehirnen grosse Unterschiede bezüglich des Tangentialfasergehaltes

aufwiesen, dass aber bei Präparaten mit geringer Altersdifferenz eine erfolgreiche Vergleichung durch einfache Betrachtung unmöglich war. Es musste deshalb der mühsamere Weg der Zählung in der Weise eingeschlagen werden, dass mittels eines Ocularnetzes Flächen von 36,000 Quadratmikren = 0,036 Quadratmillimeter (Bei Zeiss Objectiv DD und Ocular 3) auf ihre Faserzahl untersucht und aus Reihen von Zählungen Mittelwerthe gewonnen wurden. Diese Zählungen wurden in äusserer, mittlerer und innerer Schicht, sowie im Baillarger'schen und Vicq d'Azyr'schen Streifen getrennt ausgeführt. In Schnitten aus ganz jungen Gehirnen musste die Gesamtsumme der im Präparat aufzufindenden spärlichen Fasern festgestellt werden.

Auch bei dieser möglichst exacten Art der Untersuchung fehlte es nicht an Schwierigkeiten und unvermeidlichen Fehlerquellen: Es konnte vielfach eine deutliche Grenze zwischen Mark und innerer Rindenschicht nicht aufgefunden werden, so dass die Zählfelder etwas willkürlich gelegt werden mussten. Waren ferner die Baillarger'schen oder Vicq d'Azyr'schen Streifen nicht vorhanden, oder unter dem Mikroskop nicht sicher wiederzufinden, so war auch die Grenze zwischen mittlerer und innerer Schicht eine etwas unsichere, umso mehr noch, weil die innere Schicht mit den Jahren auf Kosten der mittleren sich verbreitert. Auch war das Zählen der Fasern durch ihre Feinheit, Menge, Kürze des sichtbaren Verlaufs oder blasser Färbung häufig sehr erschwert.

Doch schien mir trotz all dieser nicht verkannter Nachtheile der Werth der Zählung ein nicht zu bestreitender, da es sich um die Gewinnung möglichst bestimmter und unter sich vergleichbarer Resultate handelt.

Die folgende Tabelle giebt einen Ueberblick über das Alter der untersuchten 22 Gehirne.

32. Foetalwoche	1	10 Jahre	1
34. "	1	16 "	1
Neugeborenes ausgetragen . . .	1	17 "	1
4½ Monate	1	33 "	1
8 Monate	2	43 "	1
11 "	1	52 "	1
16 "	1	60 "	1
1¾ Jahre	1	70 "	1
2¼ "	1	79 "	1
3 "	1	4 " (Idiot)	1
7 "	1		

Es wäre ermüdend, wollte ich sämmtliche Einzeluntersuchungen ausführlich mittheilen, deren Resultat weiterhin an Hand von Kurven erläutert werden soll. Nur um den Untersuchungsgang vorzuführen, möge die Beschreibung einiger weniger Gehirnbefunde gestattet sein.

I.

F 3 sin: Frühgeburt in der 32. Woche. Nach $\frac{1}{2}$ Stunde †. Multiple kleine Blutungen in Hirn und Rückenmark.

F 3 sin: Markhaltige Fasern weder im Mark noch Rinde. Abgesehen von dem grossen Gefässreichthum fiel eine merkwürdige Schichtung der Rinde auf, die durch Borax-Carmin-Färbung besonders deutlich wird.

Rindendicke = 1,70 mm.

1. Die äusserste Schicht aus gedrängten Kernen bestehend, oft abgerissen, sehr dünn, etwa 0,02 mm = $\frac{1}{85}$ der Rindendicke.

2. Die äussere zellarme Schicht sehr blass, mit sehr spärlichen Kernen, Dicke 0,24 mm = $\frac{1}{7}$ der Rindendicke.

3. Der äussere Streifen nach aussen schärfer als nach innen begrenzt, mit dicht gedrängten, in Ketten geordneten Kernen. Dicke 0,08—0,16 mm = $\frac{1}{20}$ — $\frac{1}{10}$ der Rindendicke.

4. Die mittlere zellarme Schicht, Kerne häufiger als in 2, wesentlich radiär geordnet. Dicke 0,56—0,64 mm = $\frac{1}{3}$.

5. Der mittlere Streifen, noch mässigere Zellenanhäufung als in 3. Dicke 0,24 = $\frac{1}{7}$.

6. Die innere zellarme Schicht etwas zellreicher wie 4. Dicke 0,24—0,32 = $\frac{1}{7}$ — $\frac{1}{5}$.

7. Der innere Streifen, nur bei genauer Prüfung zu erkennen, weil keine bedeutende Zellenanhäufung vorhanden. Dicke 0,24 = $\frac{1}{7}$ der Rindendicke.

V. C. dext. Keine markhaltigen Fasern. Pyramidal gestaltete Kerne mit kurzen Fortsätzen in Schicht 4 und 5.

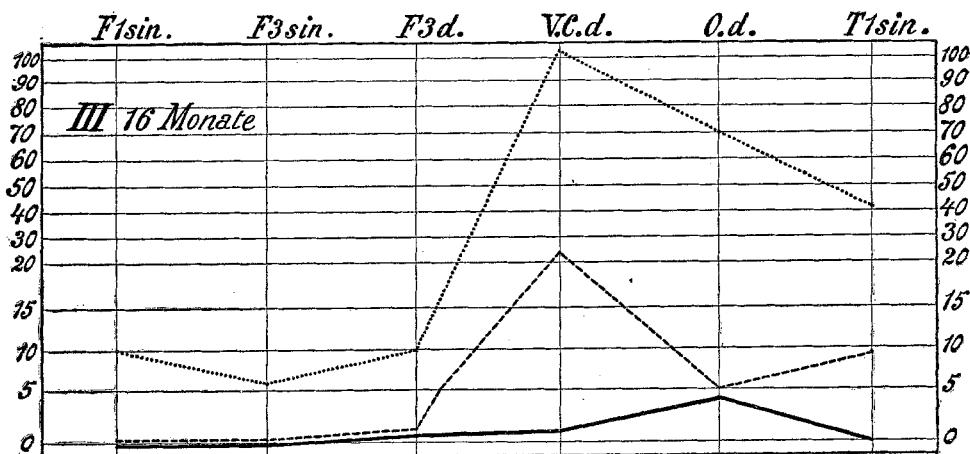
T 1 sin. Keine markhaltigen Fasern weder in Mark noch Rinde. Ganz vereinzelte Pyramidenzellen in der Schicht 3 mit Spitzenfortsätzen.

II.

Ausgetragenes Kind, asphyktisch nach $\frac{3}{4}$ Stunden gestorben. In F 1 sin, F 3 sin., F 3 dext., O dext., T 1 sin. keine markhaltigen Fasern.

V. C. dext. bot ein interessantes Bild, das durch mehrfache Anfertigung von Schnitten bestätigt wurde. Man sieht im Mark dicke Bündel gegen die Rinde vordringen, die in Längs- und Querschnitten getroffen neben vielen marklosen Fasern auch markhaltige bis nahe zur Rinde bringen, welch letztere faserfrei ist.

Taf. II.



III.

Junge 16 Monate. Todesursache: Bronchitis, Gastroenteritis. Section 11 Stunden post mortem.

F 1 sin. Innere Schicht: In der Tiefe 10—12 Tangentialfasern, nach aussen weniger in einem Zählfeld.

Mittelschicht faserleer.

Aussenschicht: Viele Felder faserleer, selten mehr als 2 Tf.

F 3 sin. Innenschicht: ca. 6 Tf. in der Tiefe, aussen spärlich.

Baillarger angedeutet, führt in vielen Feldern 4—6 Tf.

Mittelschicht faserleer.

Aussenschicht: In der Mehrzahl der Felder 1—3 Tf., viele radiäre und schräge Fasern strömen ein.

F 3 dext. In der Tiefe ca. 6—15 Tf., sehr wechselnd, nach aussen abnehmend.

Mittelschicht: Ganz vereinzelt in der Tiefe Tf.

Aussenschicht: In vielen Feldern keine Tf., in vielen 1—3, selten 4—6, einzelne über ein Gesichtsfeld und weiter verfolgbar.

V. C. dext. Rindendicke ca. 2,75 mm.

Parallel mit der Markgrenze makroskopisch 2 Streifen sichtbar. Der äussere mehr röthliche, anscheinend auf intensiver Gewebsfärbung beruhende liegt sehr wenig peripher von der Rindenmitte; der innere besteht sicher aus

Anmerkung. Die Erläuterung der Kurven s. S. 793 oben.

Tangentialfasern, ist aber bei der starken Vergrösserung aus der Fasermasse nicht mehr herauszufinden.

Inne**r**e Schicht: In der Tiefe ca. 150 Tf., gegen die äussere Grenze der Schicht nur ca. 50.

Mittelschicht: Fast in jedem Feld 1 Tf., oft mehrere zum Theil lange Fasern. Nach innen an Zahl zunehmend.

Aeußere Schicht: Dicke = 0,17 = $\frac{1}{16}$ der Rinde. Ca. 25 Tf., darunter solche von 3—3,5 μ . Dicke.

Odext. Innere Schicht: In der Tiefe ca 70 Tf., zum Theil recht dicke, weiter nach aussen nur ca. 15. Der Vicq d'Azyr'sche Streifen, theils intensive Färbung, theils schöne, lange Tf., ca. 30, liegt etwas einwärts von der Rindenmitte.

Mittelschicht: Fast überall Tf., aber sehr wechselnde Zahl (1—10).

Aeußere Schicht: An guten Stellen 4—6 Tf., oft weit zu verfolgen, die dicksten wenig über 1 μ . Kaliber.

In dem vorhandenen Sulcus ist keine Faserabnahme zu bemerken, sondern bisweilen ein Einströmen von Fasern, die anscheinend vom Mark her radiär ziehend in dieser Schicht tangential werden, indem sie von der Tiefe des Sulcus an in die Nachbargry parallel zur Oberfläche eintreten.

T1 sin. Innere Schicht: In der Tiefe 60—70 Tf., weiter aussen ca 12. In der Rindenmitte zieht ein unklarer Streif, der einzelne Tf. enthält.

Mittelschicht faserleer.

Aeußere Schicht: ca. 8—10 Tf., bisweilen bis zu 20, meist von feinem Kaliber. An einer Stelle ist das Einströmen eines Faserzuges von der Tiefe eines Sulcus aus in die benachbarte Rinde und die so ohne eigentliches Umbiegen zu Stande kommende Umwandlung von Radiärfasern in tangiale sehr deutlich.

IV.

Frau 33 Jahre. Todesursache Pneumonie. Section 7 Stunden post mortem.

F1 sin. Rindendicke 2,88 mm.

Aeußere Schicht 0,2 mm.

Mittelschicht 1,0 mm.

Baillarger 0,4 mm.

Innere Schicht 1,28 mm.

Innenschicht: ca. 70 Tf. Baillarger: ca. 80—90 Tf.

Mittelschicht: 16—20 Tf.

Aussenschicht: ca. 70—80 meist feine Tf..

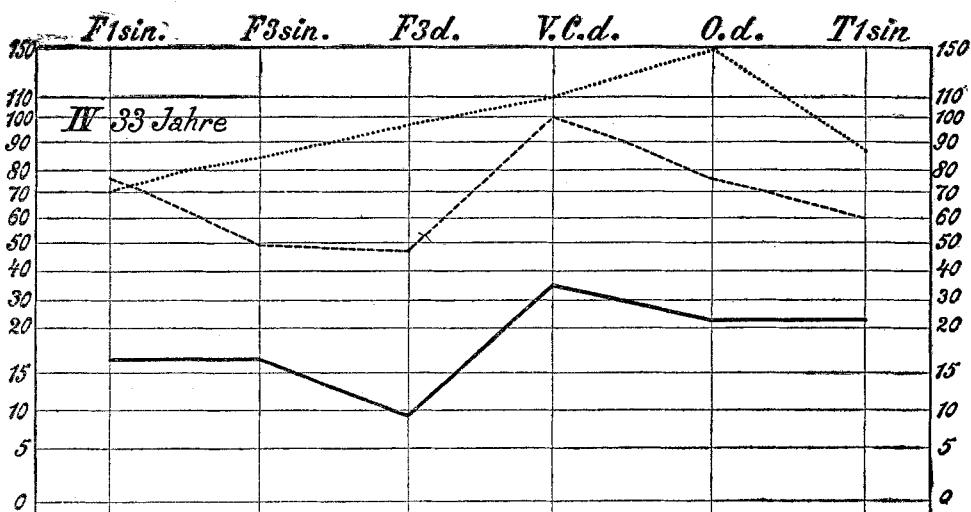
F3 sin. Innenschicht: 80—90 Tf.

Mittelschicht: 12—15 Tf.

Aussenschicht ca. 50 Tf., vielfach 3—3,5 μ . dick.

An einer Stelle des Präparates findet sich in der Tiefe eines Sulcus ein geradezu beweisendes Bild des vorhin geschilderte Einströmens eines Faser-

Taf. III.



bündels in die tangentialen Faserzüge der Aussenschicht von der Tiefe eines Sulcus aus. Es lässt sich das mächtige Bündel beinahe bis ins Mark verfolgen.

F 3 dext. Innere Schicht: ca. 90—100 Tf.

Mittelschicht: 8—10 Tf.

Aussere Schicht: 45—50 Tf., meist mitteldicke von 1—2 μ . Kaliber.

Auch hier ist das oben beschriebene Fasereinströmen in geschlossenen Bündeln zu sehen.

V. C. dext. Rindendicke 2,9 mm.

Aussere Schicht 0,2 mm.

Mittlere Schicht 1,0 mm.

Innere Schicht 1,7 mm.

Innere Schicht; ca 100 Tf., Baillarger nicht zählbar.

Mittelschicht: 30—35 Tf.

Aussere Schicht: ca 100 Tf., darunter viele kräftige.

O dext. Rindendicke ca. 2,0 mm.

Aussere Schicht 0,06—0,08 mm.

Mittlere Schicht 1,0 mm.

Vicq d'Azyr 0,2 mm.

Innere Schicht 0,8 mm.

Innenschicht: Sehr schwer zu zählen, weil viele feine Fasern. ca 150 Tf., weiter aussen ca 60. Im Vicq d'Azyr'schen Streifen ca. 150 Tf., meist fein.

Mittlere Schicht: 20—25 Tf.

Aussenschicht: ca. 70—80 Tf., fast nur feine Fasern.

T 1 sin. Rindendicke 3,7

Aeussere Schicht 0,1.

Mittlere Schicht 1,4.

Baillarger 0,3.

Innere 1,9.

Innenschicht: Nicht recht deutlich, ca 80—90 Fasernzählbar. Der Baillarger ist schwer zu finden, enthält stärkere Fasern als die Umgebung, ca. 30—40.

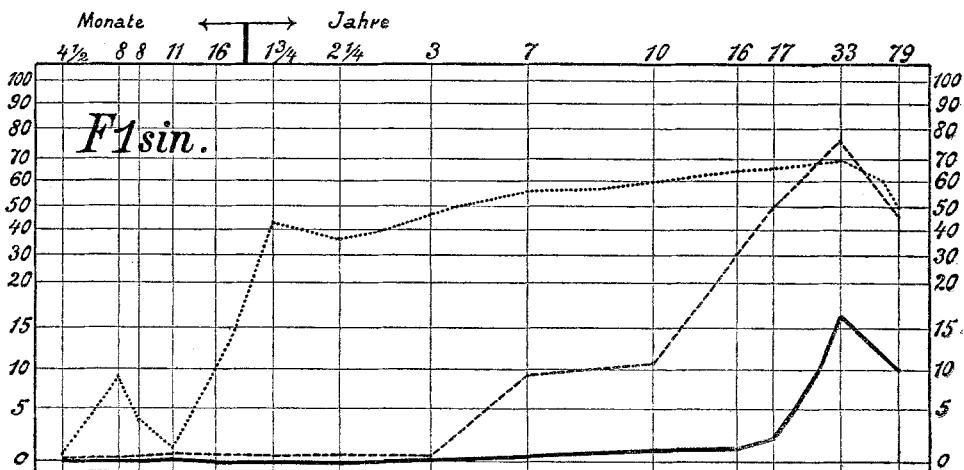
Mittelschicht: 20—25 Tf.

Aeussere Schicht: ca. 60 Tf., meist mittelstarke.

Leider stand mir ausser einem seit vielen Jahren in Alkohol liegenden kein Idiotengehirn zur Verfügung und konnte ich mir deshalb kein Urtheil über das Verhalten der Tangentialfasern bei einer derartigen mangelhaften Gehirnentwicklung bilden, über das in der Literatur noch keine Mittheilungen gemacht sind. Die Kenntniss der angeregten Verhältnisse aber würde sicher für die Bedeutung und Wichtigkeit der tangentialen Fasersysteme in hohem Grade sprechen, falls in der That eine geringe Entwicklung derselben bei Idioten sich wenigstens in gewissen Rindenbezirken finden sollte.

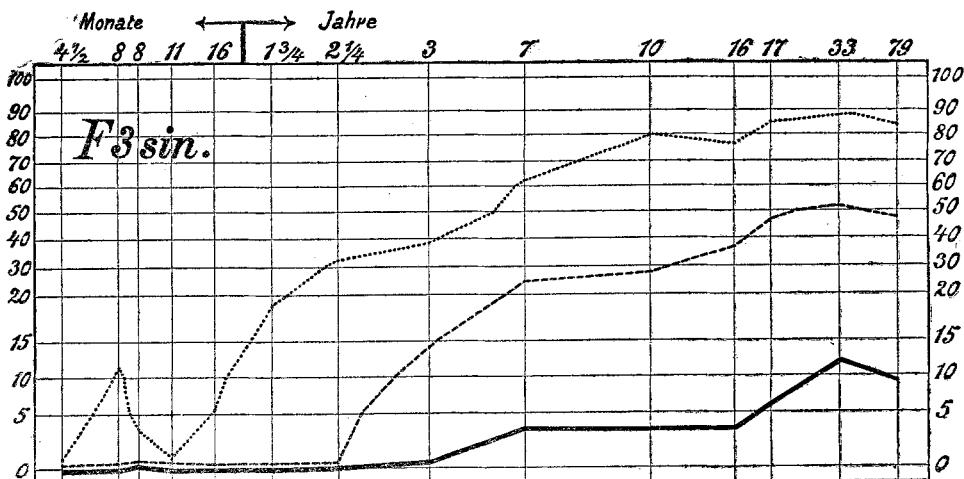
Um aus der schwer zu überblickenden Menge von Einzeluntersuchungen die Beantwortung der vorliegenden Fragen herauszufinden,

Taf. IV.

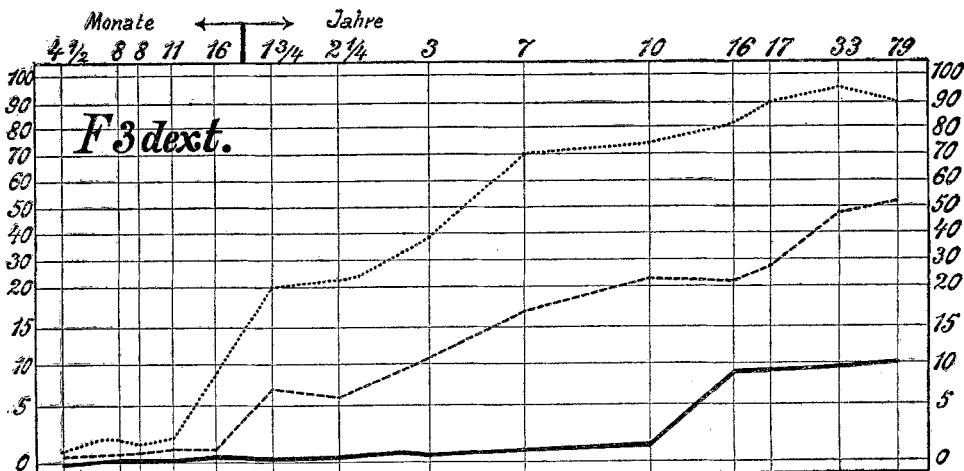


wurden mit Hülfe der erhaltenen Zahlenwerthe Kurven hergestellt, von denen die eine Reihe (Taf. IV bis IX.) ein Bild der Faserentwicklung in jedem der sechs verwendeten Windungsstücke giebt, die andere Serie dagegen die sechs Rindenabschnitte je eines Gehirns in Vergleich setzt. Von letzterer sollen nur die den oben wiedergegebenen Gehirnbefunden entsprechenden Kurven veröffentlicht werden (Taf. II. III.).

Taf. V.



Taf. VI.



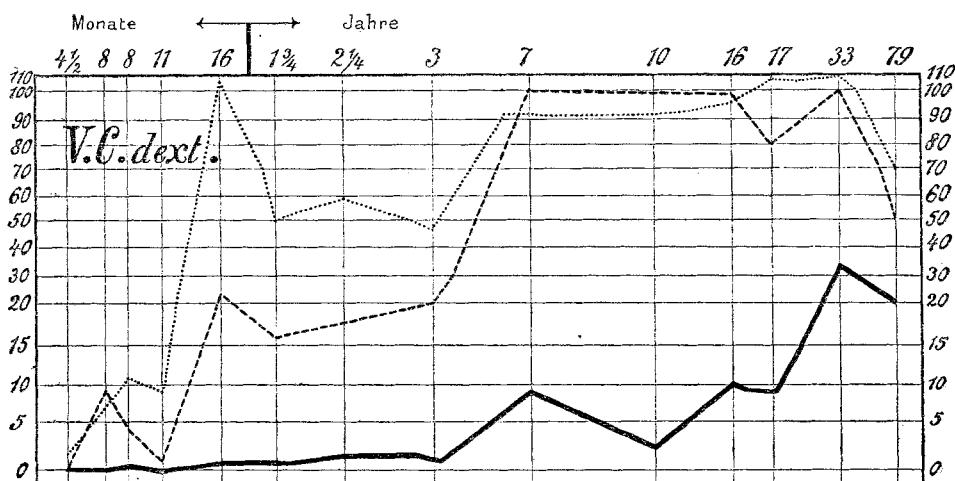
Die Kurve der äusseren Schicht unterscheidet sich stets durch Strichelung von der punctirten der Innenschicht und der ausgezogenen Kurve der Mittelschicht.

Die ersten tangentialen Rindenfasern zeigten sich bei dem viermonatlichen Kind unsicher in der inneren Schicht von F1 sin. sicher aber spärlich in F3 sin., V. C. dext. und O. dext., die ersten der äusseren Schicht in V. C. dext. desselben Hirnes. In der Mittelschicht traten sie ganz vereinzelt beim achtmonatlichen Kinde auf in allen Windungen mit Ausnahme von O. dext. und T1 sin., wo sie erst mit 16 Monaten resp. $1\frac{3}{4}$ Jahren zu sehen waren.

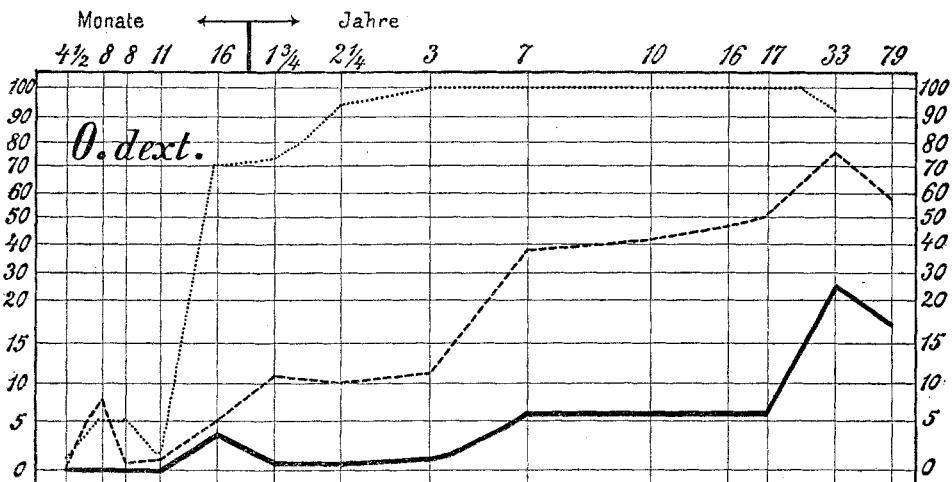
Die weitere Zunahme der Fasern ist in den verschiedenen Hirnregionen und innerhalb dieser in den einzelnen Schichten eine sehr wechselnde, wie aus den Kurven unmittelbar abzulesen ist. Im allgemeinen entwickeln sich die Fasern der inneren Schicht zuerst und am raschesten; später und langsamer an Zahl zunehmend treten die Fasern der peripheren Schicht auf und bleiben mit Ausnahme von V. C. dext und F1 sin. auch absolut an Menge hinter der inneren Lage zurück.

In den beiden eben angeführten Windungen steigen die beiden Kurven zu etwa gleicher Höhe empor. Zuletzt erst erscheinen die tangentialen Fasern der Mittelschicht und mehren sich allmählich,

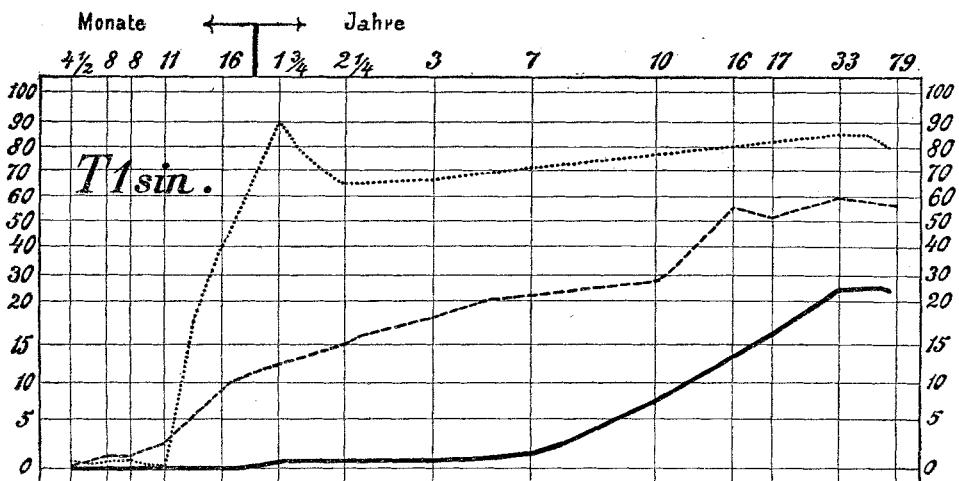
Taf. VII.



Taf. VIII.



Taf. IX.



ohne eine beträchtliche Anzahl zu erreichen — die Mittelschicht bleibt faserarm.

Die innere Schicht zeigt eine rasche Faserzunahme vom 11ten Monat an, die durch die vorhergehende, hernach zu erklärende Senkung der Kurve besonders auffällt. Schon mit 16 Monaten hat die Vermehrung in V. C. dext. und O. dext. etwa ihr Maximum erreicht, in T1 sin. mit $1\frac{3}{4}$ Jahren, in F1 sin. mit 7 Jahren, in F3 sin. mit 10 Jahren, in F3 dext. mit 17 Jahren.

Die äussere Schicht zeigt in verschiedenen Gegenden ein merkwürdig verschiedenes Verhalten: Während in F3 sin. erst nach dem 2ten Lebensjahr, in F1 sin. gar erst nach dem 3ten eine rege Faservermehrung zu sehen ist, giebt sich dieselbe in V. C. dext. und O. dext. schon mit 8 Monaten sehr wesentlich zu erkennen. Dieselbe scheint in F1 sin. noch mit 17 Jahren ihr Maximum nicht erreicht zu haben, ist dagegen in V. C. dext. schon mit 7 Jahren auf der Höhe angelangt und steigt von letzterem Alter an auch in anderen Windungen nicht mehr beträchtlich.

Im 7ten Jahre beginnen die Fasern der Mittelschicht in V. C. dext. und O. dext. beträchtlich zuzunehmen, in F3 dext. mit dem 10ten, in F1 sin. und F3 sin. erst mit dem 17ten Lebensjahre. Ueber das Verhalten der Faserzahl im hohen Alter ist aus dem geringen verwendeten Material keine sichere Erkenntniss möglich, doch sprechen einzelne Kurven für eine wenn auch nicht sehr beträchtliche Abnahme.

In der Mehrzahl der Kurven fällt ein dem 11ten Monat entsprechendes, in verschiedener Stärke ausgeprägtes Thal auf: Das betreffende Kind war ein hochgradig atrophisches und rachitisches, wodurch der hier beobachtete Fasermangel wohl seine Erklärung findet.

Bezüglich der beiden Baillarger'schen und des Vicq d'Azyrschen Streifens ergab sich, dass schon beim viermonatlichen Kind angedeutet, klarer mit 8 Monaten die Rinde verschiedener Windungen von einem dunkeln, der Oberfläche parallelen Streifen durchzogen wird. Mit 11 Monaten ist diese Schicht in O. dext. fast so scharf begrenzt wie beim Erwachsenen, führt aber trotzdem nur überaus wenige Fasern, sondern verdankt ebenso wie die erwähnten Streifen anderer Regionen ihre Entstehung einer intensiveren Gewebsfärbung und einem feinen Niederschlag von Farbstoff, der eben gerade zu dieser Schicht eine besondere Affinität zu besitzen scheint.

Erst mit 16 Monaten treten in dem einwärts von der Rindenmitte liegenden Vicq d'Azyr'schen Streifen schöne und zahlreiche Tangentialfasern auf, die von nun an stets vorhanden sind, wenn auch unter dem Mikroskop der Streifen durch die Menge von benachbarten

Fasern seine deutlichen Grenzen verliert. Zur gleichen Zeit ist in V. C. dext. ein doppelter Baillarger'schen Streifen zu sehen, nur einer allerdings ist faserhaltig. Ausgeprägte doppelte Streifen wurden weiterhin nur bei Erwachsenen beobachtet und zwar zweimal in F1 sin., 2mal in V. C. dext., je 5mal in F3 sin. und F3 dext., nie in O. dext.

Die höchste Faserzahl im Vicq d'Azyr fand ich bei der 33 Jahre alten Frau. Während der letztere Streifen konstant anzutreffen ist, scheinen die Baillarger'schen Streifen, der einfache und in weit höherem Grad noch der doppelte, nicht gesetzmässig vorhanden zu sein.

Was die Dicke der Tangentialfasern anlangt, so sind die zuerst auftretenden allerdings fein, aber schon mit 16 Monaten finden sich zahlreiche Fasern mit dem fast maximalen Kaliber von 3—3,5 μ .

Verbindet man entsprechende Punkte der sechs Entwicklungscurven, so erhält man die Kurven, welche einen Ueberblick über die Ausbreitung der Tangentialfasern in den verschiedenen Regionen gestatten. In V. C. dext. tritt zuerst eine Elevation auf und bleibt so gut wie ausnahmslos und zwar in den 3 Schichten die mächtigste — hier also findet sich die grösste Anhäufung von tangentialen Fasern.

Es wäre eine Wiederholung des schon oben Angeführten, sollten alle Kurven eingehend geschildert werden. Es möge genügen hervorzuheben, dass beim Erwachsenen in der inneren Schicht nur O. dext. mehr Tangentialfasern führt als V. C. dext., dass zunächst unter V. C. dext. F3 dext., dann unter sich gleich F3 sin. und T1 sin., zuletzt F1 sin. steht, dass diese Unterschiede aber keine grossen sind.

In der Mittelschicht liegt F3 dext. am tiefsten, V. C. dext. am höchsten, dazwischen die 4 übrigen unter sich wenig differirenden Gyri. Die äussere Schicht endlich zeigt eine Steigung von F3 dext. und F3 sin. zu T1 sin., O. dext. und F1 sin. und zum in V. C. dext. liegenden Gipfel.

Dicke und feine Fasern tangentialer Richtung sind in allen Windungen zu finden, doch in verschiedener Mischung. So zeichnet sich V. C. dext. im grossen ganzen durch viele starke Fasern, F1 sin. und O. dext. durch vorwiegend feine Fasern aus. Doch ist ein ausschliessliches Vorkommen des einen oder andern Extrems niemals nachzuweisen.

Um alles bisher gesagte zusammenzufassen, so ergeben sich folgende Resultate der Untersuchung:

1. Das Neugeborene hat weder in der eigenartig geschichteten Rinde noch im Mark markhaltige Fasern mit Ausnahme der vorderen Centralwindung, die im Mark Faserbündel zeigt.

2. Es lässt sich eine mittlere Lage der Tangentialfasern von der inneren und äusseren der Zahl und Entwicklung nach unterscheiden.

3. Die ersten Tangentialfasern treten in der inneren und äusseren Schicht mit 4 Monaten, in der mittleren mit 8 Monaten auf.

4. Die Entwicklung ist in den verschiedenen Hirnregionen und hier wieder in den einzelnen Schichten eine sehr verschiedene.

5. Allgemeine Ernährungsstörungen scheinen die Entwicklung der Tangentialfasern zu hemmen.

6. Die Entwicklung ist mit dem 17ten Jahre noch nicht in allen Hirnabschnitten beendet.

7. Im Alter scheint eine geringe Faserabnahme einzutreten.

8. Die Tangentialfasern entstehen vielfach aus vereinzelt oder in Büscheln eindringenden Radiärfasern. Letzteres ist besonders in der Tiefe der Sulci zu beobachten, wo radiäre Faserzüge häufig in die Aussenschicht einströmen.

9. Die Zahl der Tangentialfasern ist in verschiedenen Hirngebenden nicht die gleiche. Die meisten finden sich in V. C. dext.

10. V. C. dext. besitzt die grösste Zahl dicker Tangentialfasern, F 1 sin. und O. dext. einen beträchtlicheren Gehalt an feinen Fasern.

11. Die Baillarger'schen und der Vicq d'Azyr'sche Streifen entstehen durch Anhäufung von Tangentialfasern, wozu eine intensive Gewebsfärbung kommt.

12. Der Vicq d'Azyr'sche Streifen ist weit konstanter als der Baillarger'sche, welcher besonders oft im Stirnhirn gedoppelt erscheint.

Die Menge der bekannten und verborgenen Fehlerquellen hat gewiss unberechenbaren Einfluss auf die Resultate der vorliegenden Arbeit ausgeübt, die deshalb weiterer Nachprüfung und Richtigstellung vielfach bedürfen.

Um so gewagter wäre es darum, jetzt schon Beziehungen und

inneren Zusammenhang zwischen funktionellen Aeusserungen der Hirnentwicklung und dem beobachteten Verhalten der Tangentialfasern behaupten zu wollen, obwohl auffallende Uebereinstimmungen öfters zu Vergleichen dieser Art herausforderten.

Zum Schluss sage ich Herrn Geheimrath J. Arnold, Herrn Hofrath Fürstner und Herrn Professor A. Hoffmann meinen besten Dank sowohl für die bereitwillige Ueberlassung des nöthigen Materials als auch für die gütige Unterstützung, die mir im Verlauf meiner Arbeit zu theil wurde.
