

Über die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticum des Menschen / von Stefan Bernheimer.

Contributors

Bernheimer, Stefan, 1861-1918.

Publication/Creation

Wiesbaden : J. F. Bergmann, 1889.

Persistent URL

<https://wellcomecollection.org/works/uz7bw2zf>

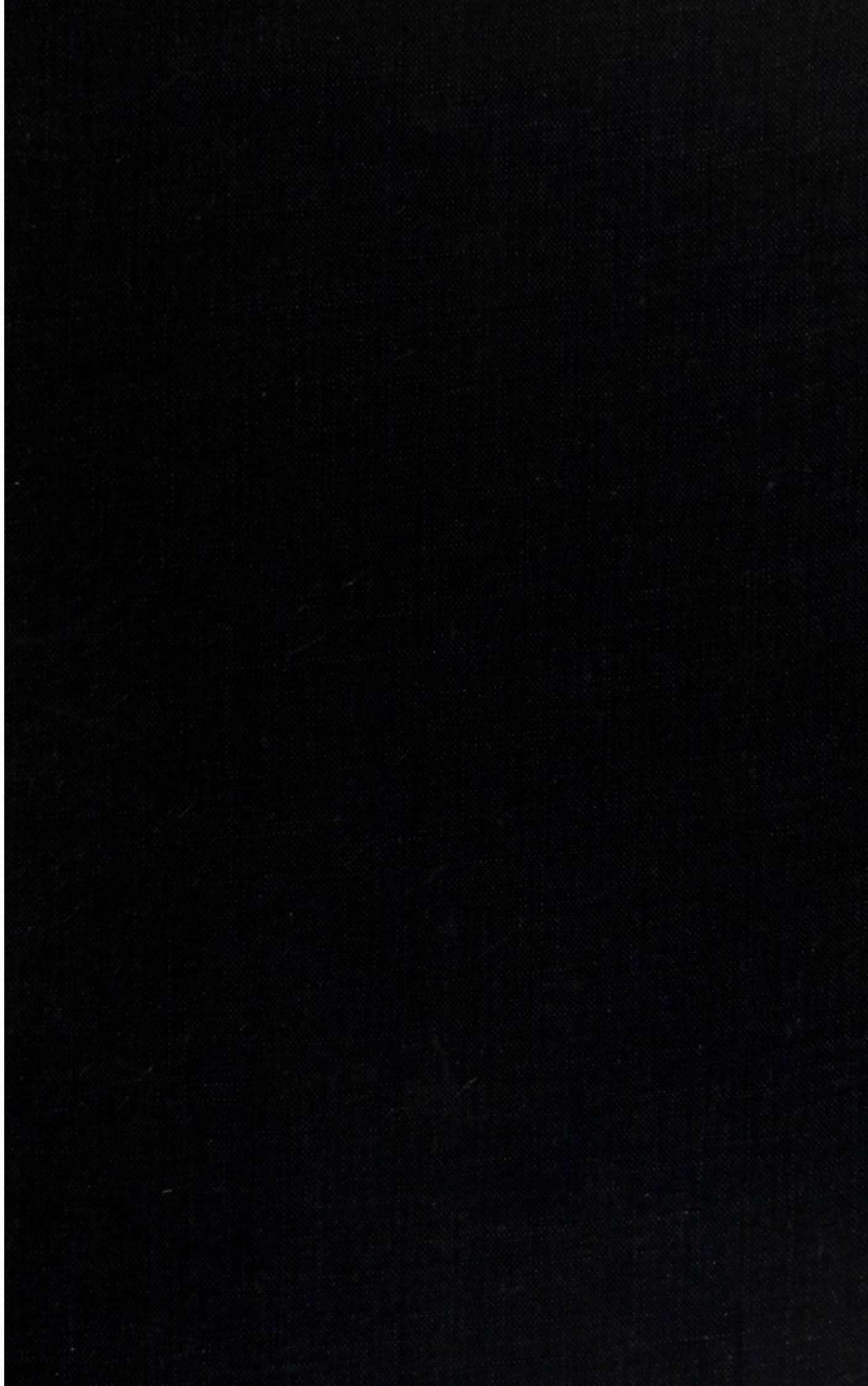
License and attribution

This work has been identified as being free of known restrictions under copyright law, including all related and neighbouring rights and is being made available under the Creative Commons, Public Domain Mark.

You can copy, modify, distribute and perform the work, even for commercial purposes, without asking permission.



Wellcome Collection
183 Euston Road
London NW1 2BE UK
T +44 (0)20 7611 8722
E library@wellcomecollection.org
<https://wellcomecollection.org>



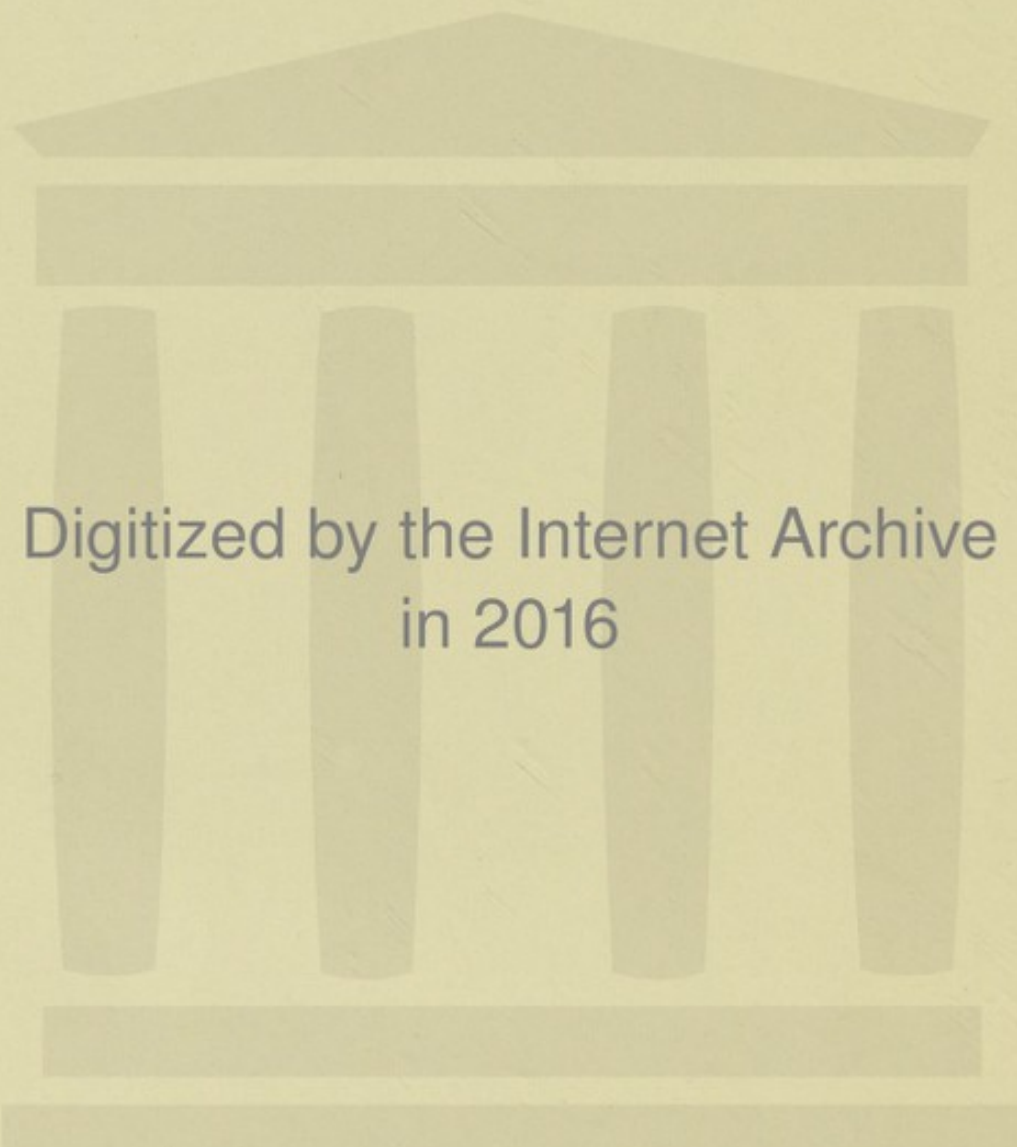


22400033677

Med
K49896

Edwin Clark
June 1870

VERGLEICHENDE ANATOMIE DER NERVEN
UND DER MUSKELN
VON
KARL FRIEDRICH JOHANNES VON MEYER
OPTICUM DES MENSCHEN.



Digitized by the Internet Archive
in 2016

<https://archive.org/details/b2812456x>

ÜBER DIE
ENTWICKELUNG UND DEN VERLAUF
DER
MARKFASERN IM CHIASHA NERVORUM
OPTICORUM DES MENSCHEN.

ENTWICKELUNG DER DENKTHÄTIGKEIT

WANDLUNG IM GEDANKENLEBEN
GEGENSTÄNDE DER WISSENSCHAFT

ÜBER DIE
ENTWICKELUNG UND DEN VERLAUF
DER
MARKFASERN IM CHIASMA NERVORUM OPTICORUM
DES MENSCHEN.

HABILITATIONSSCHRIFT
ZUR
ERLANGUNG DER VENIA DOCENDI
AN DER
RUPRECHTS-CARLS-UNIVERSITÄT
DER
HOHEN MEDICINISCHEN FACULTÄT IN HEIDELBERG

VORGELEGT VON
DR STEFAN BERNHEIMER
ASSISTENTEN AN DER UNIVERSITÄTS-AUGENKLINIK.

MIT EINER TAFEL.

WIESBADEN.
J. F. BERGMANN.
1889.



CHAP. III.

ENTWICKELUNG UND DER VERLAUF

DER

MARKLASEN IM CHIASMA NERVORUM OPTICORUM
DES MENSCHEN.

HABITUATIONSSCHRIFT

Separat-Abdruck aus Knapp-Schweigger's Archiv für Augenheilkunde, XX. Band.

ERLANGUNG DER VENIA DOCENDI

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

HELVETICA-CAROLINA-UNIVERSITÄT

1878

BOHNE WEINGARTEN FACHLEIT IN HILDESHAIM

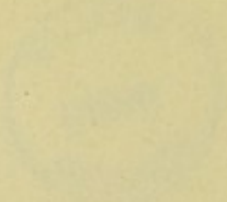
VORNAME VON

DR. STEFAN BERNHEIMER

ABGELEHNT AN DER UNIVERSITÄT KARLSRUHE

WELLCOME INSTITUTE LIBRARY	
Coll.	weIMOmec
Call	
No.	WW

EINLEITUNG.



EINLEITUNG

NAME	
PLATZ	
STADT	
PROVINZ	
LAND	
GEBURTSDATUM	
GEBURTSORT	
TODATUM	
TODORT	
BEMERKUNGEN	

Schon vor längerer Zeit, als ich zu anderen Zwecken eine ansehnliche Reihe von embryonalen Menschenaugen zu bearbeiten Gelegenheit hatte, war es mir aufgefallen, dass die Opticusfasern in nächster Nähe des Bulbus, mehrere Millimeter von der Lamina cribrosa entfernt, als reine, vollständig marklose Achsencylinder verlaufen. Selbst an den Augen reifer Früchte, die während oder wenige Stunden nach der Geburt gestorben sind, findet sich an eben dieser Stelle nichts von Nervenmark, sondern blos nackte Achsencylinder, wie sie sonst bei Erwachsenen erst nach Durchtritt der Lamina cribrosa angetroffen werden. Dieser Umstand, den ich in der Literatur nicht verzeichnet fand, veranlasste mich, der Sache auf den Grund zu gehen und die Entwicklung des Nervenmarkes im Opticus und im Chiasma des Menschen, soweit mir das seltene Material zu Gebote stand, genauer zu verfolgen, um festzustellen, wann und wo sich im Leitungsapparate der Netzhaut zuerst die Achsencylinder mit Mark umgeben.

Die Zeit und der Ort des Beginnes der Markbildung konnte mit Sicherheit festgestellt werden, desgleichen konnten die einzelnen Stufen der Entwicklungsgrade, von den ersten Anfängen bis zur vollkommenen Vollendung der Markbildung, vom Tractus nervi optici durch's Chiasma bis zur Lamina cribrosa, genau verfolgt werden.

Für die noch offene Frage der Genese des Markes selbst könnte durch die hier angewandte Weigert'sche Färbungsmethode, welche für die Frage bis jetzt noch nicht verwerthet worden ist, manches namhaft gemacht werden, was sich theils mit den Befunden von Flechsig¹⁾ deckt, theils diesen widerspricht. Da ich aber nicht im Stande wäre, mehr als Vermuthungen auszusprechen, so will ich lieber für diesmal darauf verzichten, auf diese Frage einzugehen. Ich möchte aber doch bemerkt haben, dass mir die Weigert'sche Methode sehr geeignet erscheint, neben denen von Flechsig¹⁾, Jastrowitz²⁾, Boll³⁾, Kölliker⁴⁾ und Anderen, zur Klärung der noch ziemlich dunkeln Genese

des Markes nicht unwichtige Beiträge zu liefern. Zu diesem Zwecke müsste jedoch die Untersuchung weiter ausgedehnt werden und ganz besonders, wie es Flechsig gethan, am Centralnervensysteme selbst, dem geeignetsten Objecte, die Frage studirt werden.

Wenn diese Frage aus den genannten Gründen in diesen Zeilen unberührt bleiben soll, so kann mit desto grösserer Bestimmtheit hervorgehoben werden, wie es sich im Verlaufe der Untersuchung gar bald zeigte, dass wir durch das Studium der Entwicklung der Markscheiden eine vortreffliche Methode an die Hand bekommen, um den Verlauf der Markfasern im Chiasma anatomisch sicher zu stellen. Es wurde dabei möglich, die sich entwickelnde Einzelfaser in ihrer natürlichen Isolirung bis zu einem gewissen Grade zu verfolgen, und festzustellen, ob Fasern vorhanden sind, welche von dem Tractus in den gleichseitigen Opticus übergehen, oder ob alle Fasern eines Tractus aufgebraucht werden zur alleinigen Bildung des ihm gegenüberliegenden Sehnerven.

Der durch Jahrzehnte sich hinziehende Streit über die unvollständige oder vollständige Kreuzung der Sehnervenfasern ist bis zum heutigen Tage nicht beigelegt. Die verschiedensten Methoden wurden geübt, um das Eine oder das Andere zu beweisen, doch keine war geeignet, am Menschen einen sicheren Beweis für den wirklichen Verlauf der Fasern zu erbringen. Selbst in dem Lager der Anhänger der unvollständigen Kreuzung finden sich allenthalben vollkommen widersprechende Angaben über Lage, Verlauf und Menge des ungekreuzten Bündels, über das Vorhandensein oder Fehlen gewisser commissurenartig verlaufender Fasern. Es haben diese Widersprüche begreiflicherweise dazu beigetragen, die Anschauung der unvollständigen Kreuzung in Misseredit zu bringen, und wurden nur benützt, um das zu widerlegen, was sie beweisen sollten.

Die Frage der Sehnervenkreuzung des Menschen einer eingehenden Bearbeitung zu unterwerfen, ist gewiss ein gerechtfertigtes Unternehmen, wenn man bedenkt, wie dieselbe Methode, und zwar ganz besonders die so vielfach verwendete Degenerationsmethode, erhalten musste, um im Dienste des Einen die Existenz des ungekreuzten Bündels zu beweisen, im Dienste des Anderen die vollständige Kreuzung aller Fasern als allein richtige Thatsache darzuthun und sicher zu stellen. Die Wahl einer in dieser Frage neuen Methode ist demnach sicherlich eine erwünschte Neuerung, und ganz besonders, wenn sie im Stande ist, uns einerseits aufzuklären über manche groben Widersprüche der Autoren, über einzelne Fehlerquellen der anderen Methoden, und andererseits im Stande ist,

den noch fehlenden rein anatomischen Nachweis des ungekreuzten Bündels zu erbringen.

Diesen beiden Anforderungen genügt die von uns angewandte Methode: die Markscheidenbildung im Leitungsapparat der Netzhaut des Menschen von den allerersten Anfängen bis zur vollendeten Entwicklung, bei Anwendung der Weigert'schen Färbung, zu verfolgen.

Bei Durchführung dieser Untersuchung ergeben sich folgende Fragen, deren Beantwortung versucht werden soll.

- 1) Wann und wo beginnt im Leitungsapparat der Netzhaut die Umhüllung der nackten Achsencylinder mit Mark?
- 2) Wie gestaltet sich der Verlauf der Markfasern in den embryonalen und den vollständig entwickelten jungen Chiasmen?

Bei der Beantwortung dieser Fragen wird Gelegenheit geboten sein, des Näheren einzugehen auf die umfangreiche Literatur der Sehnervenkreuzung, die gewonnenen Resultate zu vergleichen mit denen anderer Autoren, den Werth der geübten Methoden zu prüfen und zu zeigen, inwieweit die Art der Untersuchung die Beweiskraft der Ergebnisse beeinflussen kann.

ENTWICKELUNG DER MARKFASERN.

ENTWICKELUNG DER MARKTSTÄRKE

Zur Feststellung der Zeit und des Ortes der ersten Anfänge der Markscheidenbildung kamen eine grosse Anzahl von menschlichen Embryonen zur Untersuchung, die möglichst frisch nach ausgiebiger Eröffnung des Schädels in Müller'sche Flüssigkeit gelegt wurden und 6 Wochen bis mehrere Monate darin verblieben. Die meisten Embryonen aus dem zweiten Drittel des Embryonallebens hatten noch länger in Müller'scher Flüssigkeit gelegen, da sie viel früher zu anderen Zwecken von meinem Collegen Dr. C. Hess gesammelt, mir zur Untersuchung des Chiasma und der Augen freundlichst überlassen wurden. Das übrige Material an unreifen Früchten, Neugeborenen und wenige Wochen bis Monate alten Kindern verdanke ich dem hiesigen pathologischen Institute, Prof. Weigert in Frankfurt und Dr. Winter in Berlin. — Von den meisten Embryonen war das Alter bekannt, bei den anderen wurde es nach der Länge bestimmt. Der jüngste Embryo maass 12—13 Cm., der nächst ältere 20 Cm, etwa = 18. bis 20. Embryonalwoche, die folgenden stammten aus der 26.—28. Woche (30—38 Cm.), die nächsten drei aus der 29.—30. Woche, dann zwei aus der 32.—33. Woche, die übrigen waren theils nahezu ausgetragene Früchte, theils Neugeborene, wovon eines 9 Tage nach der Geburt verstarb. Noch andere Individuen stammten aus der 2., 3. und 4. extrauterinen Lebenswoche.

Die Untersuchungsobjecte kamen alle nach genügend langem Verbleib in Müller'scher Flüssigkeit (nicht weniger als 4 Wochen, bei häufigem Wechseln der Lösung) in 60 %igen, dann 80 %igen Alcohol, worin sie verblieben, bis der täglich gewechselte Alcohol sich nicht mehr gelb färbte; diese ganze Zeit wurden die betreffenden Gefässe im Dunkeln aufbewahrt. Nach 24 stündigem Verbleib in absolutem Alcohol wurden sie nach dem bekannten Verfahren in Celloidin eingeschlossen. Die Objecte

von der Müller'schen Flüssigkeit nicht erst in Wasser zu bringen, was vielfach geschieht, und die Nachhärtung durch allmählig stärkeren Alcohol im Dunkeln vorzunehmen, sind Momente, die einen nicht zu unterschätzenden Einfluss auf das Verlässliche der Weigert'schen Färbungsmethode ausüben. Durch das Wässern der in Müller gehärteten Objecte wird wohl die überschüssige Chromsäure abgeführt, aber ausserdem auch ein Theil des in das Gewebe eingedrungenen Reagens wahrscheinlich wieder gelöst, so dass man nie ganz sicher sein kann, ob eine negativ ausgefallene Weigert-Färbung auch dem absoluten Mangel an Nervenmark zuzuschreiben ist und nicht vielmehr durch die mangelhafte Fixirung des Markes entstanden sei. Kommen die Objecte nicht in Berührung mit Wasser, sondern werden sie, wie oben erwähnt, gleich im Dunkeln in Alcohol nachgehärtet, so ist man im Stande, die kleinsten Spuren von Mark durch die Weigert'sche Färbung nachzuweisen.

Das Ausschalten des Wassers und die Behandlung mit Alcohol bei Ausschluss des Lichtes hat ferner den grossen Vortheil, dass die sonst vielfach entstehenden und sehr störenden Niederschläge in den fertig gefärbten Schnitten ausnahmslos vermieden werden. Es sind dies wohl schon bekannte technische Feinheiten, sie müssen aber nachdrücklich betont werden, weil ihre Befolgung gerade für die vorliegenden Untersuchungen von ganz entschiedener Wichtigkeit ist.

Die in Celloidin eingeschlossenen Präparate wurden nach 48 stündigem Verweilen in neutralem, essigsaurem Kupferoxyd, bei Brutofentemperatur, mittelst Mikrotom in dünne Schnittserien zerlegt ($\frac{1}{10}$ Mm.) und direct durch 24 Stunden in Weigert's Hämatoxylinlösung gebracht, mit destillirtem Wasser rasch abgespült und vorsichtig entfärbt. Es ist vortheilhaft, die Entfärbungsflüssigkeit (Weigert's) stark zu verdünnen, weil dadurch ein zu rasches Entfärben vermieden wird und der allmählig vor sich gehende Process besser controlirt werden kann. Von der Entfärbungsflüssigkeit kamen die Schnitte auf einige Zeit in Wasser (darin können sie auch mehrere Stunden liegen bleiben), dann blos einige Minuten in 90 %igen Alcohol. Längeres Verbleiben darin ist entschieden nachtheilig, denn die Schnitte blassen stark ab, so dass Spuren von Mark, oder noch junge, somit äusserst dünne Markfasern leicht übersehen werden können. Hierauf wurden sie, nach kurzer Aufhellung in Origanumöl, in Canadabalsam eingeschlossen.

Aus der makroskopischen Betrachtung von Querschnitten der ver-

schieden weit entwickelten Sehnerven, Tractus oder Chiasmen lässt sich auf das Vorhandensein von Mark kein sicherer Schluss ziehen. Ein merklicher Unterschied in der Farbe solcher Querschnitte an frischen oder in Müller gehärteten Objecten tritt erst hervor, wenn die Markbildung sehr weit vorgeschritten ist. Während des ganzen Embryonallebens und selbst bei ausgetragenen, todtgeborenen, oder während oder wenige Stunden nach der Geburt verstorbenen Früchten findet man immer noch jene unbestimmt hyaline, grauliche bis röthlich-grauliche Färbung des etwas weichen, nahezu dicklich gallertigen Gewebes vorherrschen. Die Beschreibung des mikroskopischen Befundes wird dieses makroskopische Aussehen rechtfertigen; so lange eben nicht in der ganzen Nervenmasse die einzelnen Fasern mit einer ansehnlichen Markhülle umgeben sind, tritt die bestimmt weisse Färbung nicht leicht erkennbar hervor. Bei unreifen Früchten von 46—48 Cm. Länge (35.—36. Woche), die lebend geboren und noch mehrere Tage (4, beziehentlich 7) extrauterin fortlebten, konnte man hingegen am frischen Querschnitte allenfalls vermuthen, es könnte die Markentwicklung etwas weiter gediehen sein, da die Färbung doch etwas abwich von der hyalin graulichen der anderen embryonalen Chiasmen.

Gegenüber den gleichalterigen, extrauterin nicht mehrere Tage am Leben gebliebenen, schien die Farbe am Querschnitte doch etwas heller, wenn auch nicht weiss. Es scheint somit die extrauterine Lebensdauer bei Embryonen von bestimmter Entwicklung einen fördernden Einfluss auf die Fortentwicklung des Markes zu üben; durch die mikroskopische Untersuchung wird sich dieser merkwürdige Befund als bestätigt erweisen.

Eine ähnliche, doch viel ausgesprochenere makroskopische Beobachtung findet sich übrigens schon bei Flechsig¹⁾, S. 30. Er fand bei 49, beziehentlich 50 Cm. langen Neugeborenen „die beiden Nervi optici noch grau, auch innerhalb der Bulbi olfactorii fanden sich weisse Massen nicht vor“. Ueber den Befund am Chiasma und seinen Stielen erwähnt er nichts. An einer anderen Stelle (S. 40) heisst es: „Sobald die Körperlänge 46 Cm. erreicht, scheint eine extrauterine Lebensdauer von 2—3 Tagen innerhalb der Nervi optici Veränderungen hervorzurufen, welche erheblicher sind, als die in beträchtlich längeren Zeiträumen im Uterus eintretenden. Es wurden diese Nerven an den meisten

bei der Geburt wenigstens 46 Cm. messenden Kindern, welche nach mehrtägigem Leben starben, entschieden weiss gefunden, während sie noch bei mehreren 54 Cm. langen Todtgeborenen entweder eine grauhyaline oder grauweisse Beschaffenheit darboten. Ohne mikroskopische Controle und Berücksichtigung aller Nebenumstände ist natürlich eine befriedigende Erklärung dieses paradoxen Verhaltens nicht möglich. . . . Wir heben aber noch hervor, dass bei einem 35 Cm. messenden, 7 Tage alten, einem 40 Cm. messenden, 15 Tage alten und einem 44 Cm. langen, nach 10 tägigem Leben verstorbenen Kinde weder Nervi optici, noch Tractus optici weiss erschienen. Würde somit das Verhalten der ersteren bei mindestens 46 Cm. langen, mehrere Tage alt gewordenen Individuen auf spezifische Einwirkungen des extrauterinen Lebens zurückzuführen sein, so würde letzteres erst von einer gegebenen Entwicklungshöhe an diesen Einfluss auszuüben vermögen.“

Aus dem kurz erwähnten makroskopischen Aussehen lässt sich also in keiner Weise ein Schluss ziehen, ob eine irgendwie nennenswerthe Markbildung bis zur bestimmten Alterswoche gediehen, da eben erst vollständige oder nahezu vollständige Markumhüllung merkliche Farbenunterschiede bedingen.

An den kleinsten zur Beobachtung gelangten Individuen musste die mikroskopische Untersuchung in einer etwas anderen Weise vorgenommen werden, als dies bei den entwickelteren Früchten von der 25. Embryonalwoche an geschehen konnte.

Bis zur 25. Embryonalwoche ist eigentlich von einem deutlich erkennbaren Chiasma nicht zu sprechen. Die bis stark darmseitendicken Optici scheinen unmittelbar in den Tractus überzugehen, ohne an der Kreuzungsstelle eine mehr als aus der Kreuzung selbst sich ergebende Dickenzunahme aufzuweisen, die Optici, beziehentlich Tractus, gehen unter einem ganz spitzen Winkel ineinander über. Während bei allen übrigen Individuen das Chiasma mit dem Tractus und den intracraniellen Theilen der Optici vor der vollständigen Härtung meist schon frisch herauspräparirt wurde und bis zur vollendeten Härtung der Fläche nach ausgebreitet wurde, um dann in möglichst gute Horizontalschnitte zerlegt zu werden, musste bei den Individuen aus so frühen Entwicklungsperioden auf gute Horizontalschnitte aus technischen Gründen verzichtet werden und somit Sehnerven und Tractustheile getrennt zur Untersuchung gelangen. Be-

greiflicherweise wurden auch in diesen Fällen stets Horizontalschnitte durch die ganze Dicke des Materials gelegt, da nur bei solcher Untersuchungswise die allenfalls vorhandene Markentwicklung beobachtet werden konnte.

Wie zu erwarten war, fand sich in diesen frühen Entwicklungsperioden keine Spur von Marksubstanz. Die Achsencylinder sind wohl entwickelt aber von äusserster Dünnheit, die Schnitte erscheinen eben erkennbar, der Länge nach ganz zart gestreift, und kann man bei starker Vergrösserung in diesen mehr oder weniger parallel verlaufenden dunkleren, äusserst feinen Streifen die Contouren des heller lichtbrechenden Achsencylinders erkennen. Eigentliche Bindegewebszüge zwischen den Achsencylinderbündeln waren nicht deutlich erkennbar, hingegen sah man in Zügen angeordnete, schwach gefärbte Bindegewebskörperchen mit ihren Fortsätzen und wohlmarkirten Kernen, dazwischen wohl auch Andeutungen von Bindegewebsfasern. In diesen jungen, embryonalen Gewebszügen fiel die grosse Menge von feinsten Capillaren auf, die theils der Länge nach verliefen, theils Queranastomosen bildend die Längsrichtung der Streifung im Bilde stellenweise unterbrachen.

Bei Embryonen von 20—25 Cm. Länge, etwa aus der 18.—20. Embryonalwoche stammend, wird das Bild schon etwas mannigfaltiger. Auch hier sieht man im ganzen Leitungsapparat des Auges gleichmässig angeordnete Züge von noch äusserst zarten Achsencylindern. Dieselben sind aber im Tractus sowohl als im Opticus mit grossen Mengen von Zellen durchsetzt, die zum grössten Theile frei zwischen den Achsencylindern zerstreut liegen und grosse Aehnlichkeit haben mit Leukocyten; dazwischen wieder andere, die man für Zellen der interfibrillären Substanz ansehen möchte; sie färben sich nach Weigert schwarz oder doch dunkel und lassen einen grossen runden Kern, umgeben von einer dünnen Schicht Protoplasma, erkennen.

Die Menge der kleinen, nach allen Richtungen aber hauptsächlich nach der Längsrichtung verlaufenden Capillaren ist eine sehr ansehnliche geworden; bedeutender als in den früheren Entwicklungsperioden. Es besteht ein förmliches Capillarnetz, durch welches die feinen Achsencylinder hindurchziehen.

Im ganzen Verlauf des Opticus bilden die Bindegewebssepta ein vielmaschiges körperliches Netz. Die Septa selbst sind auffallend zellenreich. Abgesehen von den zahlreichen Capillaren, welche, dicht gefüllt

mit weissen und rothen Blutzellen, schon an und für sich Leben in die zarten Bindegewebssepta bringen, werden dieselben besonders lebendig durch die grosse Menge anscheinend freier Zellen. Davon kommt ein gut Theil auf die zwischen den Bindegewebsfäserchen (und den Achsencylindern) liegenden Leukocyten mit ihren braun bis schwarz gefärbten Körnchen und Kernen. Die übrigen Zellen sind aber spindelförmige, die wohl in näherer Beziehung zum Bindegewebe und den Capillaren stehen; sie vermitteln hauptsächlich die Queranastomosen der Längsfaserzüge im Bindegewebe. Stellenweise macht es den Eindruck, als ständen sie in Zusammenhang mit der Wandung von feinsten Capillaren, und wären somit wohl als Gefässsprossen aufzufassen.

Leider war es nicht möglich, in kleinen Zwischenstufen die allmähliche Entfaltung der verschiedenen Formelemente im Chiasma zu verfolgen, denn das Material für die Entwicklungsperiode zwischen der 18.—20. und 28.—29. Embryonalwoche war nicht aufzutreiben. Die Untersuchung dieser Zwischenstufen der Entwicklung wäre nicht uninteressant gewesen, denn es hätte dadurch vielleicht etwas mehr Klarheit in das gegenseitige Verhältniss gebracht werden können, in welchem die verschiedenen zwischen den noch nackten Achsencylindern befindlichen Formelemente zu einander stehen, und in welche Beziehungen sie treten zur Markentwicklung. Für die blosse Zeit- und Ortsbestimmung des Beginnes der Markbildung hatte der Mangel dieser Entwicklungsgrade aus dem Anfange der zweiten Hälfte des Embryonallebens keinen Einfluss, denn es zeigte sich gar bald und constant, dass nur an 29—30 Wochen alten Embryonen die allerersten, kaum zu entdeckenden Spuren der Markentwicklung zu finden sind.

Embryonen aus diesem und den folgenden Embryonalwochen kamen in genügender Anzahl zur Untersuchung und, was besonders günstig war, mehrere Exemplare von nahezu gleichem Alter, so dass auch die relative Beständigkeit der Befunde geprüft werden konnte.

Bei allen nun zur Untersuchung gelangten Individuen wurde das betreffende Chiasma mit den Tractus bis zur zu Tage liegenden Wurzel und mit den Opticis bis zum Foramen opticum zusammenhängend in horizontale Serienschnitte zerlegt.

Bei genauer Durchsicht der äusserst dünnen, nach Weigert gefärbten Schnittserien des Chiasma eines 28—29wöchentlichen Embryo ergibt sich als Durchschnittsbild: Vom untersten Theile des Tractus bis zum Opticus an seinem Foramen durch das Chiasma hindurch erscheint der Schnitt bei schwacher Vergrösserung (Zeiss A) gleichmässig hellgelb gefärbt, eben erkennbar im Tractus und Opticus, zart der Länge nach gestreift

in ziemlich paralleler Richtung im Chiasma, nach mehreren Richtungen hauptsächlich schief parallel dem äusseren, oberen und unteren Winkel des Chiasma, in dessen Mitte aber mehr netzartig. Ziemlich in derselben Richtung wie diese äusserst zarte Streifung, welche sich durch feine Nuancirung im gelblichen Farbenton kund thut, sieht man allenthalben unterbrochene, sich im Grossen und Ganzen doch ergänzende dunkelbraune bis schwarze Streifchen, die untereinander wieder mit Querstücken an manchen Stellen verbunden sind. Zwischen diesen dunkeln Strängchen sieht man in den freibleibenden gelblichen Feldern, in die feine Streifung eingelagert, dunkelbraune bis schwarze rundliche Pünktchen von annähernd gleichem Umfange. Schon bei dieser Vergrösserung sind einzelne als kreisrund, andere als länglich, andere wieder als mehr unregelmässig geformte zu erkennen. Während im Tractus und Chiasmakörper die Menge der mehr weniger rundlichen Pünktchen vorherrscht, sind im Opticus diese in weit geringerer Anzahl vertreten, die schwärzlichen Strängchen hingegen weit zahlreicher und regelmässiger parallel verlaufend. Auch die gelblich gestreifte Grundsubstanz erscheint im Ganzen in einem eben merklich dunkleren Farbenton, von stellenweise etwas dunkler gelb gefärbten Strängen durchzogen.

In der die beiden inneren Längsseiten der Tractus und den hinteren Winkel des Chiasmakörpers verbindenden Substanz, die im Ganzen ziemlich gleichmässig hellgelb gefärbt erscheint, gewahrt man keine feine Streifung, sondern dieselbe bietet allenthalben ein etwas gekörntes (chagriniertes) Aussehen. Die ganze Fläche ist in geringerem Maasse als die früher beschriebenen Theile besäet von gleichfalls rundlichen, schwärzlichen Pünktchen und kurzen, länglichen, ebenso gefärbten Strängchen. Dazwischen liegen grössere runde, theils weisse, theils mit eben diesen schwärzlichen Pünktchen erfüllte Felder, sicher als theils blutleere, theils blutgefüllte Querschnitte von Gefässen erkennbar. In der gelblichen Grundsubstanz erblickt man endlich stärkere, gelb gefärbte, mehr weniger rundliche Punkte mitunter von einem ganz schmalen hellen, beinahe weissen Hofe umgeben. Die dunkel gefärbten Formelemente sind etwas zahlreicher, dichter aneinandergedrängt, je mehr sie sich dem Tractus und dem Chiasmakörper nähern.

Bei starker Vergrösserung (Zeiss F) löst sich die früher eben erkennbar fein gestreifte Grundsubstanz des Tractus auf in eine Menge nebeneinander liegender, ziemlich scharf begrenzter Einzelfasern, welche wohl der Länge nach parallel zueinander verlaufen, sich aber dennoch miteinander verfilzen, jedoch nur so, dass nahe aneinander liegende sich überkreuzen, verflechten; es bleibt somit immer noch der Parallelismus

in der Längsachse des Tractus erhalten. Von einer Vereinigung einzelner Fasern zu compacten Bündeln, die etwa durch Bindegewebszüge voneinander geschieden wären, ist nichts zu sehen. Hingegen erscheinen die Einzelfasern nicht lose aneinandergereiht, sondern man gewinnt den Eindruck, als wären die kleinen Räume zwischen den Einzelfasern ausgefüllt von einer hellen homogenen Kittsubstanz. Diese hellgelben, scharf contourirten Einzelfasern sind im ganzen Tractus in allen Schnitten gleich gefärbt, gleich stark lichtbrechend, lassen nirgends anders gefärbte, etwa dunkle Verdickungen erkennen, bieten somit das Aussehen nackter, markloser Achsencylinder dar.

Im Chiasmakörper ändert sich das Aussehen der einzelnen Achsencylinder nicht, sie sind gleich gefärbt und gleich lichtbrechend wie im Tractus. Bloss das Gesamtbild der Masse bietet ein anderes Aussehen. Während im Tractus die Einzelfasern, wie schon erwähnt, ziemlich parallel zueinander verlaufen, und nur die nächstliegenden sich überkreuzen, gewahrt man im Chiasmakörper einen weit lebhafteren Austausch der Achsencylinder untereinander, die Verfilzung, Ueberkreuzung, ist eine viel häufigere und weitergehende, die Regelmässigkeit der Streifung ist eine weit geringere, die bei schwacher Vergrösserung erkennbare Streifung, parallel den Chiasmawinkeln, löst sich jetzt im Detail auf als eine innige Verflechtung anscheinend regelloser Durchkreuzung der einzelnen Achsencylinder. Am grössten ist das Gewirr in den centraler gelegenen Theilen des Chiasmakörpers, viel geringer nahe dem vorderen, hinteren und den beiden seitlichen Chiasmawinkeln.

An den Achsencylindern im Opticus ist auch keine Aenderung im Aussehen wahrzunehmen; sie sind ebenso wie im Tractus und Chiasma gleichmässig gefärbt, scharf contourirt und weisen nirgends Dicken- oder Farbenunterschiede auf, wie sie bei beginnender Markbildung zu finden wären. Das Gesamtbild erleidet aber eine Veränderung durch die für den Opticus charakteristischen Bindegewebssepten, welche wie in einem vollkommen ausgewachsenen Opticus auch hier schon, von der Pialscheide in Zügen eindringend, die Achsencylindermasse in kleine, sich stellenweise durchflechtende Bündel trennen. Diese Bindegewebszüge sind gleich denen in den Opticis aus früheren Entwicklungsperioden ganz besonders ausgezeichnet durch ihren überaus grossen Zellreichtum, welcher ganz besonders auffallend ist in jenen, den Scheiden näher liegenden Bindegewebszügen.

Die im Tractus und Chiasma nebst Opticus schon bei Untersuchung mit schwacher Vergrösserung wahrgenommenen schwärzlichen Stränge erweisen sich jetzt als kleinste Capillaren, welche in ganz grosser Menge alle Theile des Objectes nach allen Richtungen, am meisten aber

in der Richtung der Achsencylinderzüge, durchziehen. Es sind dies Capillaren meist kleinsten Calibers, welche ziemlich stark mit Blut gefüllt sind. Durch die Weigert'sche Färbung bleiben die Blutzellen bei vorsichtiger Entfärbung sehr schön und rein schwärzlich gefärbt, ganz besonders gut die Leukocyten; diese erweisen sich als rundliche, mitunter etwas eckige, mehr weniger schwarz geränderte Zellen, deren Inneres deutlich schwarz gekörnt aussieht; die Grösse der Zellen ist auch ziemlich variabel. Auffallend ist die grosse Menge dieser Leukocyten gegenüber der merklich geringeren Anzahl von rothen Blutzellen.

Neben den stark gefüllten Capillaren liegen im ganzen Gesichtsfelde zwischen den Achsencyclindern jene schon erwähnten rundlichen, schwarzen Pünktchen, welche bei starker Vergrösserung zum Theil als Leukocyten verschiedener Grösse und Form erkannt werden. Die meisten sind wie jene in den Capillaren dunkel bis schwarz gefärbt und lassen deutlich die feine Körnung erkennen. Zwischen diesen schwarz gefärbten freien Leukocyten sieht man noch andere, in geringerer Anzahl, welche ebenfalls frei, zwischen den Achsencyclindern, in der im Leben wahrscheinlich flüssigen oder halbflüssigen Zwischensubstanz (Kittsubstanz Flechsig's) eingestreut liegen; diese sind ganz identisch mit den beschriebenen Leukocyten, nur dass sie nicht wie diese schwarz, sondern dunkelgelb gefärbt sind. Es handelt sich hier wohl um Leukocyten, auf welche die Entfärbungsflüssigkeit in höherem Grade eingewirkt hatte; denn lässt man einen Schnitt versuchsweise längere Zeit ($\frac{1}{2}$ Stunde etwa) in der Entfärbungsflüssigkeit, dann sind diese frei liegenden, wie die in den Capillaren eingeschlossenen Blutzellen alle gleichmässig gelb gefärbt. Bei ganz kurzer Entfärbungsdauer hingegen bleiben alle Zellen gleichmässig schwarz gefärbt.

Ausser diesen Zellen sieht man auch hier wieder die schon früher beschriebenen runden bis ovalen, scharf contourirten, frei in der interfibrillären Substanz gelegenen, schwärzlich bis dunkelgelb gefärbten Zellen, an denen man einen grossen runden dunkleren Kern mit einer dünnen helleren Protoplasmazone wahrnehmen kann. Ob diese Zellen nervösen Charakters sind, möchte ich nicht ohne weiteres entscheiden; jedenfalls bin ich eher geneigt sie der Gruppe der Bindegewebszellen (Stützfaserzellen) zuzurechnen.

Es sei auch hier nochmals der Partie im Schnitte erwähnt, welche zwischen den beiden Tractus liegt. Diese Gewebsmasse entstammt dem Tuber cinereum selbst und jener grauen Substanz, welche die Lamina perforata anterior mit dem Tuber cinereum verbindet und dorsalwärts mit dem Tractus eng verwachsen ist.

In dieser feinkörnigen, gelb gefärbten Grundsubstanz liegen allenthalben zerstreut, ebenso wie im Tractus und Chiasma, viele Längs- und mehr noch Querschnitte feiner mit Blutzellen erfüllter Capillaren, in der Nähe des Tractus und des hinteren Chiasmawinkels auch dunkel gefärbte freie Leukocyten und jene rundlichen Zellen. Ausserdem erkennt man in ziemlich erklecklicher Menge grosse dunkelgelbe bis schwarze rundliche, oft mehr in die Länge gezogene Zellen mit deutlich sichtbarem grossem rundem Kerne und hellem grossem Protoplasmaleib. Es sind dies wohl jene von J. Wagner⁶⁾ und Meynert⁷⁾ beschriebenen Ganglienzellen, deren einzelne nach J. Wagner auch noch zwischen den Nervenfasern des Tractus zu finden sind, und die Meynert für Ursprungsganglien von Nervenfasern hält, welche den Sehnerven derselben Seite zugeführt werden sollen; er bezeichnet demnach diesen Bezirk als basales Opticusganglion. Es wird sich wohl noch Gelegenheit finden, darauf zurückzukommen, für jetzt sei nur das Vorhandensein dieser Ganglienzellen erwähnt.

Die Chiasmen aus der 30. Embryonalwoche bieten bei Untersuchung mit schwachen Vergrösserungen ein ganz ähnliches Bild, wie es für Individuen aus den beiden vorhergehenden Embryonalwochen beschrieben wurde. Die Menge der Capillaren scheint dieselbe geblieben zu sein. Der Reichthum an freien Blutzellen und besonders an Leukocyten verschiedenster Grösse und Form hat jedenfalls keine sichtbaren Schwankungen zum mehr oder weniger erlitten. Bei starker Vergrösserung (Zeiss F) gewahrt man wohl Einzelheiten, die bis jetzt noch nicht sichtbar waren. An manchen Stellen, im Tractus häufig, doch auch im Chiasmakörper, sieht man an einzelnen Achsencylindern eine eben merkliche kleine, meist mehr längliche Anschwellung, die weniger durchlässig für Licht als die übrigen Achsencylindertheile und in Folge dessen nicht so hellgelblich, stark lichtbrechend, etwas glänzend erscheint, sondern mehr trübe in's Grauliche übergeht; dieser grauliche, matte Farbenton beschränkt sich in den wenigsten Fällen auf die betreffende Anschwellung, sondern geht nach den beiden Richtungen der Faser in diese über, sich allmählig verlierend. Nur manchmal gelingt es mit Sicherheit wahrzunehmen, wie dieser dunklere Farbenton vollständig aufhört, und gelingt es, die Faser in ihrer früheren Form und Farbennuance als nackten Achsencylinder weiter zu verfolgen. Es ist eben schwer, aus dem Gewirre der ganz blass gefärbten Fäserchen die betreffende Fortsetzung bestimmt als solche zu erkennen. Es sind dies die allerersten Anfänge des Auftretens einer Substanz am nackten Achsencylinder, die chemisch anders beschaffen als dieser, den eben beschriebenen feinen Farbenunterschied hervorruft.

An anderen Stellen treten an einem und demselben Achsencylinder mehrere solcher Anschwellungen hintereinander auf, mitunter auch schon von etwas ausgesprochener dunklerer Färbung; die einzelnen Anschwellungen sind dann immer mit gleichgefärbten Mittelstücken verbunden. Stehen solche Anschwellungen etwas weiter voneinander ab, dann erhält man wohl ab und zu den Eindruck, als verlören sich die beiden Fortsätze in Bezug auf ihren Farbenton allmählig ineinander und liessen dann an dem anscheinenden Berührungsorte eine kleinste Stelle in dem ursprünglichen Farbenton des nackten Achsencylinders eben durchschimmern.

Beinahe in allen Schnitten des vollständig zerlegten Chiasmas dieses 30 wöchentlichen Individuums konnten solche ganz zerstreut liegende Stellen entdeckt werden, doch waren es immer nur ganz kleine Strecken eines Achsencylinders und stets nur in den beiden Tractus und im Chiasmakörper, niemals im Bereiche der beiden Optici.

Es kamen noch zwei Individuen aus ziemlich gleicher Entwicklungsperiode zur Untersuchung. Dieselben boten in allen Theilen ganz gleiche Befunde. Die ersten Anfänge der Markbildung war in demselben geringen Maasse vorhanden. Auch an diesen Individuen konnte die Thatsache bestätigt werden, dass im Opticus nicht die geringste Andeutung von Markbildung zu finden war. Es spricht dies wohl mit einiger Wahrscheinlichkeit für die Beständigkeit der beschriebenen Befunde. Die grosse Seltenheit brauchbaren Materials erschwert eben eine grössere Reihe von vergleichenden Untersuchungen ungemein. Es konnten begreiflicherweise nur solche Embryonen bearbeitet werden, welche noch lebend oder in unzweifelhaft frischem Zustande geboren wurden, von macerirten, oder seit längerer Zeit abgestorbenen Individuen musste von vorneherein abgesehen werden; solches Material wäre freilich in weit grösserer Menge zu beschaffen gewesen. Es unterliegt übrigens keiner Frage, dass der Befund von vollkommen sich deckenden Verhältnissen an drei Individuen aus gleicher Entwicklungsperiode unter den obwaltenden Umständen ein nicht zu unterschätzendes Resultat ist.

Das nun folgende Chiasma entstammte einem Embryo aus der 32.—33. Embryonalwoche, der bald nach der Geburt starb und wenige Stunden darauf secirt wurde. Die Schnitte dieses Chiasma bieten alle ein entschieden anderes Bild, als die des vorhergehenden Individuums.

Schon bei schwacher Vergrösserung (Zeiss A) kann man an bestimmten Stellen im Präparate neben den auch hier ebenso reichlich vorhandenen kleinen dunklen Strängchen (Capillaren) und den dunklen Pünktchen (freie Blutzellen) deutlich schwarz gefärbte, äusserst feine

Fäserchen zwischen der zart gelben Streifung der Achsencylinder erkennen; am besten und auffallendsten in den beiden Tractus, doch auch in den seitlichen Winkeln des Chiasma, weniger auffallend im Chiasmakörper, kaum in den beiden Sehnerven.

Bei starker Vergrösserung (Zeiss F) sieht man zweierlei. Einmal dünne Theile von Achsencylinderfasern, welche ganz so eigenthümlich dunkelgrau aussehen, wie die im vorhergehenden Objecte beschriebenen, auch so kurz sind, ein bis zwei bis drei zarte Anschwellungen haben und des Oefteren sichtlich in gelbliche, nackte Achsencylinder auslaufen. Ein andermal in unmittelbarer Nähe schon recht lange, durch das ganze Gesichtsfeld und darüber hinaus reichende, deutlich dunkelblaue, scharf contourirte, unzweifelhaft dickere Fasern, als es die nackten Achsencylinder sind. Auch diese Fasern zeigen in ihrem ganzen Verlaufe eine ansehnliche Menge von Anschwellungen von verschiedener Grösse; ganz kleine punktförmige, eben erkennbare bis zu solchen von der Grösse eines Blutkörperchens und auch darüber. Eine Faser, die sich beinahe über das ganze Gesichtsfeld erstreckt, besitzt z. B. vier grosse und acht kleine bis kleinste solcher Anschwellungen. Diese schwarz gefärbten voluminöseren Fasern sind bald vereinzelt, bald in parallel verlaufenden Zügen von fünf, sechs und mehreren anzutreffen, zwischen ihnen liegen wieder ganz grosse Bereiche von rein hellgelb gefärbten, zarten, nackten Achsencylindern, die sich in gar nichts unterscheiden von jenen, welche in den jüngeren Chiasmen beschrieben wurden. Wie schon erwähnt, ist die grösste Menge der mit Mark versehenen Fasern in dem Tractus zu finden, jedoch keineswegs in bestimmten Bezirken desselben, sondern regellos über den ganzen Längsschnitt zerstreut. Im Chiasma selbst werden sie schon weniger massig angetroffen, daselbst verlaufen sie auch in den verschiedensten Richtungen. Je weiter man gegen den Sehnerven vordringt, desto seltener werden sie; kurz vor dem Foramen opticum sind sie gar nicht mehr anzutreffen. Von da ab unterscheidet sich der Opticus in gar nichts von dem jüngerer Embryonen. Die Achsencylinder sind vollkommen marklos, und gewahrt man in diesem Theile des Opticus an keiner Faser jenen dunkleren Farbenton, der auf den Beginn der Markbildung hinzuweisen scheint.

Die übrigen Formelemente, als da sind: Capillaren, freie Zellen, Leukocyten, bieten nichts besonders Auffallendes; nur macht es beinahe den Eindruck, als wäre die Menge der Leukocyten geringer geworden.

Endlich sei noch erwähnt, dass im Bereiche der grauen Substanz, welche an den hinteren Chiasmawinkel grenzt, in vielen Schnitten bogenförmig verlaufende, deutlich schwarz gefärbte Fasern gefunden

wurden, deren ab und zu unterbrochene Fortsetzungen, weiter nach hinten mit dem Tractus parallel verlaufend, von diesem durch eine schmale Zone grauer Substanz getrennt, sich vorfanden. Es sind dies unzweifelhaft die mit Mark sich bekleidenden Fasern der Meynert'schen Commissur, welche bogenförmig in der grauen Substanz längs den beiden Tractus und dem hinteren Chiasmawinkel verläuft.

Das folgende Object wurde von einer 8monatlichen Frucht gewonnen, welche am 7. Tage nach der Geburt verstarb. Es ist somit dieses Individuum ziemlich gleichalterig mit dem eben besprochenen 32—33 wöchentlichen Embryo, mit dem Unterschiede, dass die letzte Entwicklungswoche extrauterin verlebte wurde.

Oben wurde schon erwähnt, dass Flechsig aus der makroskopischen Inspection vom Centralnervensysteme und ganz besonders der Optici den Wahrscheinlichkeitsschluss gezogen habe, als könne die extrauterine Lebensdauer bei Embryonen von bestimmter Entwicklung einen fördernden Einfluss auf die Fortentwicklung des Markes üben. In unserem Falle konnte aus dem makroskopischen Aussehen der Querschnitte der Optici und der Tractus nichts Bestimmtes geschlossen werden; dieselben boten ein ähnliches, nur ganz wenig verschiedenes Aussehen wie dieselben Stellen von jüngeren Embryonen, bei denen noch keine Markbildung stattgehabt. Die mikroskopische Untersuchung, welche in diesen Fällen, wo es sich um so geringe Unterschiede handelt, allein massgebend ist, liess jedoch eine nicht zu übersehende Verschiedenheit wahrnehmen.

Schon bei schwacher Vergrösserung bemerkt man in allen Schnitten dieses Chiasma eine weit ausgebreitetere schwärzliche Streifung, als in den Schnitten des vorhergehenden. Die starke Vergrösserung zeigt, wie in allen Theilen, im Tractus, Chiasmakörper und Opticus, eine entsprechende Vermehrung der markhaltigen Nervenfasern eingetreten ist. Das Bild ist ein weit lebendigeres; während früher im Bereiche des Tractus in jedem Gesichtsfeld eine gewisse Anzahl vereinzelter Markfasern, oder zwei, höchstens drei kleine Bündel von etwa 5—6 mehr weniger parallel verlaufender Fasern angetroffen wurden, ist hier eine gleichmässiger vertheilte Anordnung der Markfasern kenntlich. Dieselben sind wohl noch durch beträchtliche Bündel markloser Fasern voneinander getrennt; jedoch durch die grössere Menge erscheinen jene jetzt bedeutend zusammengedrängt, die marklosen Interstitien sind im Durchschnitte vielleicht um den 5.—6. Theil verschmälert, die Menge der Markfasern dürfte wohl in demselben Maasse zugenommen haben. Am auffälligsten ist dies im Tractus und an den Chiasmawinkeln. Doch ein nicht minder verschiedenes Bild bieten die Optici. Während die Seh-

nerven des gleichalterigen, nur intrauterin lebend gewesenen Individuums, nur hie und da in ihren unteren Theilen Anfänge von Markbildung erkennen liessen, haben diese schon einen bedeutenden Vorsprung in der Entwicklung gewonnen. Wir haben hier im unteren Theile der Optici eine mindestens ebenso reichliche Markbekleidung der Achsencylinder, wie in den Tractus der vorher beschriebenen Frucht. Gegen das Foramen opticum zu wird die Markentwicklung sichtlich geringer, doch immer noch nennenswerth, im intraorbitalen Theile des Opticus ist nichts mehr davon zu sehen; die nackten Achsencylinder liegen in ihrem embryonalen Gewande aneinandergereiht, in Bündel geschieden durch blutreiche Capillarenzüge und überaus zellenreiche zarte Bindegewebszüge, wie sie schon öfters erwähnt wurden.

Noch zwei Stellen müssen hervorgehoben werden, weil sie sich von denen des vorhergehenden Individuums erkennbar unterscheiden. Es ist dies in weniger auffälliger Art der vordere Chiasmawinkel, der ziemlich reich, in einzelnen Schnitten wenigstens, mit feinen, anscheinend commissurenartig verlaufenden Markfasern bedacht ist.

Besonders reich an Markfasern, und dies ist vielleicht die auffälligste Verschiedenheit, ist endlich die Meynert'sche Commissur, hier sind die Markfasern entschieden am meisten entwickelt und zwar nicht blos in Bezug auf die Menge, welche immerhin ansehnlich ist, sondern mehr noch in Bezug auf das Aussehen der Einzelfasern. Es konnte bis jetzt an der Einzelfaser selbst, wie schon betont, blos im Beginne der Markbildung eine Veränderung beobachtet werden. Die in Mark sich hüllenden Theile der Achsencylinder aus der 30. Woche sind noch ausnehmend zart und fein, die Markfasern der 32.—33. sind schon sichtlich dicker, schärfer contourirt, die Fasern aus der Meynert'schen Commissur des eben besprochenen Individuums sind entschieden am weitesten fortgeschritten in ihrer Entwicklung, die Einzelfaser selbst ist von auffallender Stärke, die gegenüber den Markfasern im Tractus und Chiasma desselben Individuums sofort kenntlich wird.

Es lässt sich demnach die auf makroskopische Beobachtung begründete Vermuthung Flechsig's, den Einfluss des tagelangen (7) extrauterinen Lebens auf die Förderung der Markentwicklung betreffend, durch diese mikroskopischen Befunde bestätigen. Und dies mit um so grösserer Wahrscheinlichkeit, als die nachträgliche Untersuchung einer während der Geburt verstorbenen Frucht aus der 32.—33. Woche dieselben Befunde darbot, wie die gleichalterige unter denselben Umständen gewonnene erstbeschriebene Frucht.

Im Tractus, Chiasma und Sehnerven der reifen Frucht finden sich

so ziemlich dieselben Verhältnisse wieder, wie sie für den 33wöchentlichen Embryo mit 7 tägiger extrauteriner Lebensdauer beschrieben wurden. Es ist kaum eine grössere Anzahl von markhaltigen Nervenfasern sichtbar, sie sind noch immer von jener Düntheit, die sie bei schwacher Vergrösserung (Zeiss A) als solche kaum erkennen lässt, sie sind mit ebenso zahlreichen und verschieden grossen Anschwellungen versehen. Auch hier ist der Tractus bevorzugt, mit viel schmäleren marklosen Interstitien ausgestattet. Die vier Winkel des Chiasmakörpers sind weit mehr von zarten Markfasern durchzogen, als das Innere desselben, auch hier zeichnet sich die Meynert'sche Commissur aus durch die höhere Vollendung ihrer Entwicklung. Die Markbildung im Sehnerven ist aber auch beim Neugeborenen noch viel zarter, als im Tractus, und nicht bis an die Stelle gediehen, wo beim Erwachsenen die Markscheiden aufhören — bis zur Lamina cribrosa.

Es ist demnach das Chiasma des Neugeborenen, das heisst der reifen, ausgetragenen Frucht, als ein mit Markfasern unvollständig ausgestattetes nervöses Organ zu betrachten und zwar unvollständig deswegen, weil im Tractus sowohl wie im Chiasmakörper und Sehnerven zwar die grössere Menge der Achsencylinder mit Mark versehen ist, aber eine nicht unansehnliche Menge zwischen diesen zerstreut noch vollkommen marklos verläuft. Die gebildeten Markfasern selbst sind ausserdem von einer Zartheit und Dünne, wie sie in Chiasmen ausgewachsener Individuen nicht vorkommen. Das Organ ist aber auch deswegen unvollständig entwickelt, weil die Markentwicklung in der Peripherie noch nicht bis an die Endstelle der Markbildung, bis an die Lamina cribrosa, gediehen ist. Es ergibt sich somit eine in zweierlei Hinsicht unvollständige Markentwicklung im Leitungsapparat der Netzhaut der reifen ausgetragenen Frucht.

Der Vollständigkeit halber mag noch ein Befund, der nicht uninteressant, erwähnt werden. Bei der mikroskopischen Untersuchung der hinteren Abschnitte von Augen reifer, ausgetragener Früchte fanden sich neben den noch marklosen Achsencylindern des Opticus in der Nähe der Lamina cribrosa, in den zufällig getroffenen Längs- oder Querschnitten der um den Opticus an den Bulbus gelangenden Ciliarnerven, beinahe alle Einzelfasern mit einer ansehnlichen Markhülle umgeben. Diese beiden Befunde zeigen einerseits, dass die Markbildung vom Centrum gegen die Peripherie allmähig mit der zunehmenden Entwicklung der Frucht fortschreitet, andererseits aber, wie die Markbildung an derselben Stelle in der Peripherie in der einen Nervenbahn bis dahin gelangt ist, ja beinahe vollendet ist, während in der anderen

Nervenbahn die Markbildung ebenda noch gar nicht begonnen hat. Es sind dies ähnliche Verhältnisse in den Gehirnnerven, wie sie Flechsig für das Centralnervensystem festgestellt hat. An bestimmten Rückenmarksquerschnitten fand er gewisse Nervenbahnen reichlich mit Mark versehen, andere daran angrenzende hingegen noch aus nackten Achsencylindern zusammengesetzt.

Die jüngsten Individuen, welche extrauterin gelebt hatten und untersucht werden konnten, waren 3—4 Wochen alte Kinder; leider konnten jüngere nicht beschafft werden. Es wäre von Interesse gewesen, festzustellen, ob nicht vielleicht schon wenige Tage extrauterinen Lebens genügten, um die nach der Peripherie fortschreitende Markentwicklung im Sehnerven bis an's Ende, an die Lamina cribrosa, zu führen. Bei 3—4 wöchentlichen Kindern war dies der Fall, ob aber erst in dieser Alterszeit, muss natürlich dahingestellt bleiben.

Die Schnitte durch die Chiasmen dieser Individuen bieten ein geradezu erstaunlich schönes und ganz besonders klares Bild, das später noch ausführlicher besprochen werden soll. — Alle Achsencylinder, soweit dies eben mit absoluter Bestimmtheit zu sagen ist, prangen jetzt in ihrer Markumhüllung; dieselbe ist über die ganzen Tractus, das Chiasma und die Sehnerven gleichmässig vertheilt. Die Markhülle der Einzelachsencylinder hat aber immer noch ein jugendliches Aussehen; verglichen mit denen ausgewachsener Individuen erscheinen sie viel zarter, dünner, aber auch mit weit zahlreicheren Anschwellungen versehen, auch liegen noch immer besonders im Chiasma in den Interstitien, gebildet von der anscheinend structurlosen Zwischensubstanz (Neuroglia), freie Zellen, jedoch in weit geringerer Anzahl, als in den embryonalen Chiasmaschnitten. Die Zartheit der Markscheiden kommt dem Gesamtbilde und der ganzen Topographie des Schnittes zu Gute. Dadurch, dass die Scheiden noch nicht die Dicke erreicht haben, die sie im erwachsenen Chiasma aufweisen, kann zwischen den einzelnen Fasern ein merklicher Zwischenraum frei bleiben; das vollständige, *sit venia verbo*, Netz der Markfasern, ist in Folge dessen ein ganz besonders loses, die Einzelfasern bleiben sozusagen als solche isolirt. An Chiasmaschnitten Erwachsener sind hingegen die Einzelfasern mit sichtlich weniger zarten, dickeren Markhüllen umgeben, dementsprechend auch mit verschwindend wenig Anschwellungen versehen; es scheint beinahe, als hätte unterdessen ein Ausgleich stattgehabt, als wäre das in den vielen Anschwellungen aufgespeicherte Material auch den dünneren Zwischenstücken der Markfaser zu Gute gekommen. Wie dem auch sein mag, durch die entschiedene Zunahme der Mächtigkeit aller Markscheiden im Chiasma

der Erwachsenen sind die Einzelfasern zum Unterschiede von denen im jugendlichen Chiasma ganz auffallend aneinandergerückt, so sehr, dass die in der Jugend so ausgesprochenen hellen Räume zwischen den Einzelfasern stellenweise ganz verschwinden, allenthalben aber jedenfalls auf ein Minimum reducirt sind. Das vorhin sogen. Netz der Markfasern ist ein im hohen Grade engmaschiges geworden, so dass es nunmehr gänzlich unmöglich wäre, Einzelfasern mehr weniger distinct zu verfolgen, von einer natürlichen Isolirung der Einzelfaser ist somit im Chiasma des Erwachsenen keine Rede; dies bleibt das Charakteristische, und man kann wohl sagen das hauptsächlich Charakteristische, des jugendlichen Chiasma.

Hiermit wäre die Entwicklung der Markfaser im Tractus, Chiasma und Sehnerven des Menschen verfolgt worden, soweit es an dem, wenn auch in Anbetracht der Seltenheit ziemlich reichlichen, so doch immer noch etwas dürftigen Materiale möglich war. Es wäre freilich erfreulicher gewesen, die einzelnen Befunde nicht blos in zwei, bis drei, bis vier gleichalterigen Exemplaren wieder finden zu können, sondern in einer weit grösseren Anzahl. Es hätte freilich für die Beantwortung der ersten aufgestellten Frage: Wann und wo beginnt im Leitungsapparat der Netzhaut die Umhüllung der nackten Achsencylinder mit Mark? nie zu viel Material gewünscht werden können, denn je öfter embryologische Thatsachen wiedergefunden werden, desto sicherer kann man die Beständigkeit dieser Befunde annehmen. Man weiss aber aus anderen Untersuchungen mit wie grosser Regelmässigkeit die Entwicklung der verschiedenen Gewebe, Organe u. s. w. im Embryo vor sich gehen, wie geringen Schwankungen die einzelnen Individuen unterworfen sind. Zwei, drei, viermal wiederkehrende, sich deckende Befunde an verschiedenen gleichalterigen Embryonen können demnach wohl mit Sicherheit als Durchschnittsparadigma für den betreffenden Entwicklungsgang herangezogen werden.

Es lassen sich somit die gewonnenen Erfahrungen in Bezug auf die Art und den Zeitpunkt der ersten Entwicklung der Markscheiden im Chiasma folgendermassen kurz zusammenfassen:

Durch das ganze Embryonalleben bis zur 29. Woche findet sich im Chiasma, seinen Wurzeln und Fortsetzungen keine Spur von Mark. Erst an Embryonen aus der 29.—30. Woche entdeckt man die allerersten Anfänge von Markbildung in der beschriebenen Form von zarten Anschwellungen am Achsencylinder, die deutlich dunkel bis schwärzlich gefärbt sind und meistens nach beiden Seiten des Achsencylinders hin ebenso gefärbte Fortsätze zeigen; man sieht, wie manchmal an einer

Faser zwei solcher Anschwellungen (Markschollen) mit ihren Markfortsätzen aneinanderstossen u. s. w.

Es zeigte sich, wie in der 32.—33. Embryonalwoche schon eine weit grössere Anzahl von Fasern auf grössere Strecken hin mit Anschwellungen und den dunkeln Zwischenstücken versehen sind, und wie diese Fasertheile deutlich schwarz oder blauschwarz gefärbt sind.

Es zeigte sich ferner, wie schon jetzt die stärkere Betheiligung der Tractusfasern hervortritt, wie dieselbe aufhört, je näher man gegen den Sehnerven vordringt, und wie sie in dem Stamme desselben gänzlich fehlt.

Die bevorzugten Stellen im Chiasma sind die beiden seitlichen und der hintere Winkel, die Stelle der Gudden'schen Commissur und die sogen. vordere Commissur ¹⁾).

An einem gleichalterigen Embryo, der die letzte Woche extrauterin verlebt hatte, wurde der von Flechsig angedeutete und vermuthete fördernde Einfluss dieser extrauterinen Lebensdauer auf die Markentwicklung, doch nur bei erreichter bestimmter Entwicklungshöhe (32. Embryonalwoche), durch den mikroskopischen Nachweis der auffallend zugenommenen Markbekleidung bestätigt und erhärtet.

Dieses Individuum bildet, da andere Zwischenstufen fehlten, einen erwünschten Uebergang zu der reifen ausgetragenen Frucht, bei der der Tractus sowohl wie das Chiasma weit reichlicher, doch lange nicht vollständig mit Mark versehen ist. Nicht nur die Dünne und Zartheit der bei schwacher Vergrösserung eben sichtbaren Markröhren zeugen von der Unvollkommenheit der Entwicklung, sondern auch die noch vorhandenen, wenn auch viel weniger zahlreichen und weit schmäleren Züge nackter Achsencylinder, und in Bezug auf die Ausdehnung peripheriwärts der Umstand, dass die Markentwicklung im Opticus ein gut Theil vor dem Beginne der Lamina cribrosa am Bulbus aufhört, während an denselben Augen die Aeste der eben getroffenen Ciliarnerven reichlich, beinahe vollständig mit fertigen Markfasern versehen sind.

Endlich ergab sich als sichere Thatsache, dass die Fasern der Meynert'schen Commissur in der grauen Substanz des Tuber cinereum

¹⁾ Michel (8) fand „... bei einem 32 Wochen alten Kinde, welches 17 St. p. part. gestorben war ... die Markscheiden der die Gudden'sche Commissur an der dorsalen Begrenzung des Chiasma und der Tractus bildenden Nervenfasern besonders gut entwickelt ... In den Sehnerven und im Chiasma fanden sich sehr feine, durch die lichte graue Färbung eben kenntliche, markhaltige Nervenfasern. In den Tractus war die Anzahl dieser Fasern eine grössere; auch schienen die äussersten lateralen Bündel im Chiasma stärker markhaltig zu sein“.

schon beim 32—33wöchentlichen Embryo am weitesten in der Entwicklung fortgeschritten sind, und dass dieser Vorsprung in der Entwicklung beibehalten bleibt für alle folgenden Entwicklungsgrade.

Am Chiasma des 2—3 wöchentlichen Kindes fanden sich alle Achsencylinder bis an ihr Ende mit Mark umgeben, ich konnte aber auch als charakteristisch für diese jugendlichen Chiasmen die wichtige Thatsache hervorheben, dass die Markfasern dünner und zarter sind, als beim Erwachsenen, das Maschenwerk, so weit es als solches aufgefasst werden kann, viel loser ist und die Fasern somit in sozusagen natürlicher Isolirung ihren Verlauf weit klarer verfolgbar machen.

Literatur zum ersten Theil.

1. Flechsig, Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig 1876. I. Theil, S. 30—50. II. Theil, S. 169 u. ff.
 2. Jastrowitz, Arch. f. Psychiatrie Bd. II, III, 1877.
 3. Boll, Die Histologie und Histogenese der nervösen Centralorgane 1873.
 4. Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen 1879, S. 568—620, 695—696.
 5. Mihalcovicz, Entwicklungsgeschichte des Gehirns.
 6. J. Wagner, Ueber den Ursprung der menschlichen Sehnervenfasern im Gehirn. Dorpat 1863.
 7. Meynert, Vom Gehirne der Säugethiere. Stricker's Gewebelehre, S. 731.
 8. Michel, Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung. Festschrift. Wiesbaden 1887 (Verlag von J. F. Bergmann), S. 50.
-

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

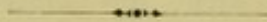
THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

THE JOURNAL OF THE AMERICAN MEDICAL ASSOCIATION
PUBLISHED WEEKLY
CHICAGO, ILL., MAY 1, 1919
Vol. 27, No. 19

VERLAUF DER MARKFASERN.



VEREINIGTE DER MARKTSTÄDTE

Die Frage des Verlaufes der Nervenfasern im Chiasma des Menschen beschäftigt Physiologen, Anatomen und Ophthalmologen seit gar langer Zeit. Johannes Müller¹⁾ hat schon im Jahre 1826 in Ermangelung anatomischer Belege, zu einer Zeit, wo man noch keine Methoden kannte, um den Verlauf einzelner Nervenfibrillen zu constatiren, und wohl auch nicht daran dachte, dass es je dazu kommen werde, eine Hypothese aufgestellt, die das Räthsel des Einfachsehens mittelst identischer Stellen beider Netzhäute erklären sollte. Er stellte sich vor, es könnte allenfalls im Chiasma jede einzelne Wurzelfaser des Tractus optici sich gabelig theilen und mit ihren Aesten in den einander entsprechenden Punkten der beiden Netzhäute enden. Zehn Jahre später sah er selbst die Unhaltbarkeit dieser Hypothese ein, denn er hatte gefunden, dass die Thatsachen dieser Voraussetzung widersprechen. Es zeigte sich, dass die Fasern ungetheilt das Chiasma durchsetzten, und daher die Verschmelzung der Eindrücke zu einem einzigen durch eine Einrichtung im Centralorgane selbst zu Stande kommen müsste; also müsste jede Wurzel des Chiasma die Fasern der entsprechenden Seitenhälften beider Augen dem Gehirne zuführen. Er nahm an, dass bei Mensch und Thieren, deren Horopteren sich theilweise decken, die äusseren Fasern des Tractus zum Nerven desselben Auges, die inneren zum Nerven des entgegengesetzten Auges zögen, wobei er ausserdem noch commissurenartig verlaufende Fasern zwischen den peripheren und centralen Ursprüngen der Nerven beobachtet haben will.

Zwei Jahre vorher hatte Treviranus²⁾ schon an Chiasmen von Affen (*Simia Aygula*, *Pavian*), die er einige Monate in Weingeist gehärtet und dann einige Zeit der ätzenden Wirkung des Kali ausgesetzt hatte, gefunden, dass nach Wegnahme der Scheiden die Fasern vermittelst feiner Nadeln und eines Pinsels zertheilt, an der äusseren oberen Seite jedes Sehnerven sich vom Hirnende bis zum Augenende fortsetzten, ohne sich mit denen des anderen Nerven im Chiasma zu verbinden; dass hingegen die inneren und unteren Fasern des einen Nerven im Chiasma zum anderen Nerven übergingen und sich mit den nämlichen Fasern

des letzteren auf's innigste verwebten. Ob ein Theil dieser Fasern von der einen Seite zur entgegengesetzten überginge, fiel ihm schwer festzustellen. Bei einigen schien es der Fall gewesen zu sein.

Zu ganz ähnlichen Resultaten beim menschlichen Chiasma kam Fr. Arnold³⁾ durch die Zerfaserungsmethode und lieferte anscheinend überzeugende Abbildungen in seinen berühmten *Tabulis anatomicis* 1839.

Schon 1831 versuchte Hildebrandt⁴⁾ in seiner Anatomie des Menschen an einer Reihe pathologisch-anatomischer Beobachtungen andere Beweise für die partielle Kreuzung beizubringen, desgleichen Longet⁵⁾ 1842, Foville⁶⁾ 1844, Cruveilhier⁷⁾ 1845. Ersterer bringt bloss makroskopische Befunde bei einseitiger Atrophie des Sehnerven, unter blosser Berücksichtigung der Dickenverhältnisse der beiden Tractus, die nicht einer totalen Kreuzung entsprechen könnten. Die übrigen haben an den Präparaten ausserdem auch die Faserung studirt, Cruveilhier erwähnt die vordere Commissur nicht, hingegen beschreibt er eine hintere, wahrscheinlich die später von Meynert entdeckte.

Die erste erschöpfende und einiges Vertrauen erweckende Untersuchung über die Faserzüge im Chiasma des Menschen lieferte Hannover⁸⁾ im Jahre 1852. Er bediente sich der Zerfaserungsmethode: „Wenn man das Chiasma und den Tractus opticus 3—4 Monate in sehr verdünnter Chromsäure liegen lässt, äussert die Säure ihre bekannte Eigenschaft, den darin aufbewahrten Gegenstand zu härten und die einzelnen Fasern und Faserbündel, woraus er zusammengesetzt ist, zu isoliren . . . ist die Härtung nur so lange fortgesetzt, dass das Chiasma biegsam oder zähe bleibt, so kann man die Faserbündel in einer Länge von mehr als einem Zoll ablösen; es bleibt dann eine glatte Furche zurück, welche von der Richtung des Faserbündels zeugt, das seine Lage an jener Stelle hatte. Ein solches Verhältniss vermag man nicht an dem frischen Chiasma darzustellen, und die Bedeutung der Chromsäure für anatomische Untersuchungen hat sich daher auch bei dieser Gelegenheit bewährt.“

Hannover unterscheidet auf Grund seiner Zerfaserungsuntersuchungen im Chiasma des Menschen folgende Faserzüge: 1) Commissura ansata, aus Fasern zusammengesetzt, welche von der sich vor und über dem Chiasma befindenden Lamina terminalis cinerea hinabsteigen und die darauf oberflächlich zuerst auf der vorderen und später auf der unteren Fläche des Chiasma verlaufen; die Fasern gehen dann nach hinten und verlieren sich auf dem Tuber cinereum und dem Infundi-

bulum. Dadurch entsteht eine herabhängende Schlinge, von der Breite „dreier Linien“, worin das Chiasma ruht; ausserdem sieht man sowohl auf der oberen wie der unteren Fläche des Chiasma Fasern, welche von der Lamina und vom Tuber cinereum kommen, aber gerade nach vorne auf der oberen und unteren Fläche des Sehnerven verlaufen. Unbestimmte schlangenförmige Bündel umgeben auch den vorderen Theil des Tractus. Mit Hülfe des Mikroskops erweisen sich die Fasern als sehr deutliche feine Gehirnfasern. 2) und 3) verlaufen jeder an seiner Seite besonders in dem äusseren Rande des Chiasma der Fasciculus sinister et dexter; auch auf der oberen und unteren Fläche des Chiasmakörpers, doch nicht bis an die Mittellinie desselben, sind sie sehr deutlich. Die Fasern drehen sich nach vorne verlaufend zugleich nach aussen unten; dadurch werden die obersten Fasern im Tractus nach und nach auswendige und weiter vorn gegen das Chiasma werden die auswendigen untere Fasern. 4) Commissura arcuata anterior bildet ein bogenförmiges, isolirtes, $\frac{3}{4}$ “ starkes Bündel, oberflächlich im vorderen concaven Rande des Chiasma und streckt ihre Arme nach vorn in dem inwendigen Rande der Sehnerven beider Seiten. Die grösste Menge des Bündels liegt der oberen Fläche des Chiasma am nächsten. Erdl⁹⁾ hat schon 1843 (Neue med. chir. Zeitung No. 8, Augsburg) auf dieses Bündel aufmerksam gemacht. 5) Commissura arcuata posterior, liegt oberflächlich im hinteren concaven Rande des Chiasma und bildet gleichfalls ein isolirtes Bündel. Indem die Fasern vom Gehirn nach vorne zum Chiasma verlaufen, steigen sie in die Höhe und nehmen daher an der Drehung des Fasciculus dexter und sinister Theil. 6) und 7) Commissura cruciata enthält vielleicht nach der Commissura ansata die kleinste Anzahl von Fasern und ist nur $\frac{1}{2}$ “ dick. Das eine Bündel geht von der rechten Seite zum linken Sehnerven, das andere umgekehrt. Sie liegt im Innern des Chiasma, wie es scheint, der oberen Fläche näher. Wegen der sehr innerlichen Kreuzung der Bündel und Fasern ist diese Commissur schwierig darzustellen. — Sämmtliche grössere Abtheilungen werden wiederum von kleineren Bündeln gebildet, welche nur nebeneinander liegen, ohne vermischt zu werden, ausgenommen die der Commissura cruciata. Diese Befunde Hannover's wurden vollinhaltlich von Sahmen¹⁰⁾ 1854 an mikroskopischen Schnittpräparaten bestätigt, und es schien somit die Frage erledigt zu sein.

Doch schon 6 Jahre darauf erschien eine Arbeit Biesiadecki's¹¹⁾: „Ueber Chiasma nervorum opticorum des Menschen und der Thiere“, welche, nach ähnlichen Methoden wie die Hannover'sche ausgeführt, ziemlich das Gegentheil der Hannover'schen Befunde darthun sollte. Die Arbeit war unter Brücke's Leitung entstanden, ein Umstand, der ihr im hohen Grade zu statten kam. Biesiadecki schliesst seine Ausführungen mit den Worten: „Ich muss somit nach meinen Untersuchungen mit Denjenigen übereinstimmen, welche angegeben haben, dass beim Menschen und bei allen Wirbelthieren im Chiasma nerv. opt. eine vollständige Kreuzung der Sehnervenfasern stattfindet“.

Seine Methode bestand einerseits in der mikroskopischen Untersuchung von Schnitten von in Chromsäure gehärteten Präparaten, andererseits zerzupfte er die in Chromsäure gehärteten und in concentrirte Kalilösung gelegten Chiasmen, wobei das zwischen den Nervenbündeln befindliche Bindegewebe theils durchsichtiger als jene wurde, theils sich vollständig auflöste, so dass man mit Leichtigkeit die Nervenbündel abheben konnte. Endlich untersuchte er in derselben Weise Chiasmen von auf einem Auge erblindeten Menschen und Thieren. Er konnte demnach den Menschen betreffend feststellen: „Die Commissura ansata Hannover's ist wohl vorhanden, besteht aber, wie schon Valentin¹²⁾ hervorgehoben, aus Sehnervenfasern. An der oberen Fläche des Chiasma sieht man den continuirlichen Verlauf der Fasern vom Nerven bis zum hinteren Winkel des Chiasma; der untere Theil der Fasern des Nerven geht schon auf der oberen Fläche zur entgegengesetzten Wurzel, die äusseren Fasern dagegen kreuzen sich erst im Winkel und verlaufen in der Wurzel von innen nach aussen, indem sie die anderen Fasern der Wurzel kreuzen. Von dieser Regel fand ich an einzelnen Chiasmen eine auffallende Ausnahme, die darin bestand, dass die Fasern vom Nerven in einen immer dünneren Fortsatz ausliefen, der eine innere Convexität und äussere Concavität besass und mit seiner Spitze zur Seite des hinteren Chiasmawinkels endigte. Mit der Convexität berührten sich die beiden Fortsätze in der Mitte des Chiasma, die Fasern in diesen Fortsätzen schienen auf derselben Seite zu bleiben.“ In der Erklärung der betreffenden Abbildung heisst es: „Man hat jedoch keinerlei Sicherheit, dass man hier nicht denselben Täuschungen unterworfen sei, denen man so oft unterlegen, indem man Fasern, die auf

derselben Seite bleiben, gefunden zu haben glaubt“. — Die untere Fläche hat mit der oberen insoferne Aehnlichkeit, als an ihr derselbe Vorgang, nur verkehrt stattfindet. Verfolgt man die weitere Faserung des Chiasma durch Abheben von einzelnen Nervenbündeln, so bekommt man an gut erhaltenen Präparaten lauter Bilder, welche den Uebergang der Wurzelfasern zum entgegengesetzten Nerven beweisen An minder gut erhaltenen Präparaten bekommt man oft Bündel, welche auf derselben Seite zu bleiben scheinen, untersucht man jedoch diese Bündel unter dem Mikroscope, so findet man sich kreuzende Nervenfasern, die nach der Kreuzung abgerissen sind. Auch die commissurenartig verlaufenden Fasern erwiesen sich als Täuschung durch sich unter einem sehr flachen Bogen kreuzende Fasern.

Die Versuche Brown-Sequard's¹³⁾ sind experimentell pathologische und sprechen für vollständige Kreuzung, sie beruhen auf Durchschneidung des Chiasmas von Thieren in der Medianlinie, wonach totale Erblindung eingetreten sein soll, können somit für die Beurtheilung des Faserverlaufs im Chiasma des Menschen nicht ohne Weiteres herangezogen werden.

Im Jahre 1873 hat Mandelstamm¹⁴⁾ die Zerfaserungsmethode Biesiadecki's an menschlichen Chiasmen wieder aufgenommen und, wie aus seinen Auseinandersetzungen hervorgeht, die Zerfaserung mehr schichtenweise vorgenommen, so dass der Faserverlauf in verschiedenen Höhen verfolgt werden konnte. Es war dies jedenfalls ein Fortschritt, und will er dadurch zu feineren Resultaten als Biesiadecki gekommen sein. — „Verfolge ich die Tractusfasern (S. 44) der oberen Chiasmafläche, so begeben sich die alleräussersten derselben bis zum äusseren Winkel, um daselbst auf die untere Fläche umzubiegen und sich zu kreuzen. Am besten sah ich dies Verhalten an Chiasmen mit spitzen äusseren Winkeln. Diese Fasern sind es auch, welche an Schnittpräparaten am äusseren Chiasmawinkel wie abgeschnitten aufhören und die Möglichkeit einer Seitencommissur nicht auszuschliessen scheinen.“

In den mittleren Chiasmaschichten fand er nach Abtragung der oberen Schichten Opticusfasern, welche einen mehr weniger grossen Bogen beschreiben. „Diese Fasern der mittleren Chiasmaschichten sind ihres bogenförmigen Verlaufes wegen sehr geeignet, an Schnittpräparaten vordere und seitliche Commissuren vorzutäuschen, namentlich letztere. Die Zerfaserungsmethode erst gibt Aufklärung über

den wahren Sachverhalt. Nichtsdestoweniger können feine Horizontalschnitte die Zerfaserung ergänzen und namentlich die der oberen Fläche entnommenen leidliche Bilder einer totalen Kreuzung präsentieren.“

Diese Methode der Horizontalschnitte wählte Michel¹⁵⁾ im selben Jahre, um am Chiasma des Menschen die totale Kreuzung zu beweisen, und zwar will er damit nicht blos „leidliche Bilder einer totalen Kreuzung präsentieren“, sondern findet sicher nur sich total kreuzende Fasern und bildet auch nur solche ab, die sich unzweifelhaft auf der Abbildung vollständig kreuzen. — „Gerade an den Stellen, welche für die Annahme, ob vollständige oder unvollständige Kreuzung als entscheidend angesehen werden müssen, sind die anatomischen Verhältnisse am deutlichsten. Gegen irgend welche Commissur spricht die an allen Flächenschnitten zu constatirende Kreuzung in der ganzen Medianlinie; das Umbiegen von äusseren Opticusfasern in den Tractus ist nirgends zu sehen, sondern die zu äusserst gelegenen Nervenfasern begeben sich immer in einem entsprechenden Bogenverlauf zuerst nach hinten und biegen dann nach der entgegengesetzten Seite ab. Das Resultat der Untersuchung des menschlichen Chiasma ist daher dies, dass sich sämtliche Opticusfasern kreuzen und von Commissuren innerhalb des Chiasma nichts aufzufinden ist.“

Die Michel'schen Befunde fanden bald Bestätigung durch eine Arbeit Scheel's¹⁶⁾, der nicht allein die Methode der Horizontalschnitte anwandte, sondern ausserdem das Chiasma in der Sagittallinie halbirte und dann in der linken Hälfte keilförmige Schnitte ausführte, deren Basis dem vorderen Chiasmawinkel und im weiteren Fortschreiten nach links dem Opticus entnommen wurde. Aehnlich wurde in der rechten Hälfte verfahren. Trotz so complicirter Schnittführungen kommt er zum sicheren Schlusse, dass im menschlichen Chiasma alle Fasern sich vollständig kreuzten und keine Commissuren beständen. Das Vorhandensein von Fasern, die vom Tuber cinereum und der Lamina terminalis cinerea entspringen und an der oberen und unteren Fläche des Chiasma — nicht im Chiasma — verlaufen, will er durch seine Methode bestätigt haben, und gibt zu, dass sich diese Fasern zum Theil zum Sehnerven der ihnen zunächst gelegenen Seite wenden, zum Theil bilden sie die Commissura ansata.

Von grosser Bedeutung ist die Mitwirkung G u d d e n's¹⁷⁾ an

der nun schon recht verwickelten Kreuzungsfrage. Am Thiere brachte er den experimentellen Untersuchungsmodus zu höchster Vollendung. Das Chiasma des Menschen untersuchte er gleichfalls an Horizontalschnitten, doch meint er, diese Methode müsste richtig geübt sein: „. Man kann zu einem sicheren Resultat gelangen, wenn man nur Schnitt für Schnitt und Bündel für Bündel verfolgt. Letzteres scheint Michel nicht gethan zu haben. Die Zeichnungen sind richtig und doch nicht entscheidend. Wäre Michel im Besitze vollständiger und gleichmässiger Schnittreihen gewesen, so hätte er gerade so schöne Zeichnungen herstellen und mit ihnen demonstrieren können, dass die Kreuzung keine vollständige und die Hannover-Henle'sche¹⁸⁾ Annahme seitlicher, nicht sich kreuzender Fascikel eine der Wirklichkeit durchaus entsprechende sei.“ Diese Worte Gudden's werden sich in gewissem Sinne als sehr treffende erweisen. Die vordere Commissur wird von Gudden entschieden in Abrede gestellt. „So lange nicht die Verfolgung einzelner Achsencylinder gelingt, ist die Unterscheidung, ob Kreuzung unter fast geradem Winkel oder wirkliche Commissur nicht wohl möglich.“ Für die Existenz des ungekreuzten Bündel tritt er, wie schon erwähnt, entschieden ein, mit der Bemerkung jedoch, dass die sich kreuzenden Fasern vorzugsweise in der unteren, die sich nicht-kreuzenden vorzugsweise in der oberen Hälfte des Chiasma liegen. „Um sich an Schnittpräparaten davon zu überzeugen, muss man Schnitte selbst untersuchen, und zwar Schnitt auf Schnitt, Bündel auf Bündel.“

Gudden hat sich auch vielfach der Messungen von Querschnitten der Tractus und Optici an einseitig und doppelseitig enucleirten Hunden bedient, und ist in derselben Weise an Chiasmen vom Menschen mit einseitig atrophischen Sehnerven vorgegangen. Ohne auf die Zahlen näher einzugehen sei nur bemerkt, dass auch darnach eine unvollständige Kreuzung als sicher angenommen werden musste. Michel sagt über diese Methode, sie führe eine Reihe von Fehlerquellen mit sich. Er würde demnach — „nicht den geringsten Werth auf das Resultat einer oder selbst mehrerer Messungen legen, während gewiss eine Serie von Messungen immerhin in's Gewicht fallen dürfte“. — Die in diesem Sinne angestellten Messungen Michel's ergaben ihm das Gegentheil. Die übrigen von Gudden angewandten Methoden waren alle experimenteller Natur, sie kommen somit für die anatomische Untersuchung des Chiasma des Menschen nicht in Betracht. Die Ergebnisse

derselben am Kaninchen und ganz besonders an der Katze und am Hund sind aber derart, dass sie ganz und gar im Einklange stehen mit dem, was Gudden für den Menschen festgestellt. — Alle Befunde Gudden's wurden in der glänzendsten Weise bestätigt von M. Reich im Centralbl. f. med. Wissensch. 1875, S. 480.

Auch E. Adamück¹⁹⁾ hat neugeborenen Hunden und Katzen durch Enucleation eines Auges einseitige Atrophie eines Nerven erzeugt. Die Untersuchung der Chiasmen und Tractus nach Ablauf einiger Monate führten zum Schluss, dass die Kreuzung der Nerven bei den genannten Thieren eine unvollständige sein muss. Im Anschlusse daran theilt er den makroskopischen Befund zweier Chiasmen von Menschen mit, die in frühester Jugend das eine Auge verloren. Die Querschnittsmessungen an den Optici und Tractus ergaben Resultate, die nur durch eine Semidecussation erklärt werden können. Leider unterblieb zur Schonung der schönen Demonstrationspräparate die mikroskopische Untersuchung.

Otmar Purtscher²⁰⁾ hatte Gelegenheit, sechs Fälle von einseitiger Atrophie des Sehnerven und drei Fälle von doppelseitiger Atrophie mit Einschluss der Chiasmen und Tractus mikroskopisch zu untersuchen. Die Augen der meisten Individuen waren seit Jahren erblindet. Die Untersuchung der Tractus in den sechs Fällen einseitiger Opticusatrophie bestätigten „in der schönsten Weise die von Gudden niedergelegten Resultate, die Abweichungen, die wir in einzelnen Fällen erhielten, bezogen sich auf weniger wesentliche Punkte“. „Bei der Untersuchung zweier Fälle von doppelseitiger Atrophie wurden mikroskopisch die von Gudden entdeckten Commissurensysteme (d. h. die hintere Comm. Gudden's und Meynert's) in den sonst vollständig atrophischen Tractus als normal erhaltene Nervenfasern gleichsam isolirt —“. Die Schnitte waren theils ungefärbt in Glycerin oder Kalilauge, theils nach Färbung in Carmin und vorheriger Behandlung mit Chlor-Palladium untersucht worden.

Nicht minder beweisend für die Semidecussation sind die mikroskopischen Untersuchungen P. Baumgarten's²¹⁾ an menschlichen Chiasmen mit einseitiger Atrophie. Michel's (Gr. A. Bd. XXVII, 2, S. 301) Kritik der betreffenden Präparate ist zum mindesten befremdend.

Durch Stilling²²⁾ wurde 1882 die seit lange mit Recht verlassene Zerfaserungsmethode von normalen menschlichen Chiasmen wieder benutzt, mit der Neuerung, dass er zur Maceration und Lösung der Faserbündel nicht Kalilauge, sondern absoluten Alcohol und Holzessig verwendete. Seine Resultate sind im höchsten Grade günstig für

die unvollständige Kreuzung, differiren aber nicht wenig von denen durch Hannover nach der ziemlich gleichen Methode gewonnenen Befunde. Er hält beim Menschen die ungekreuzten Fasern für die zahlreichsten; sie liegen aussen am Tractus am dichtesten und ebenso in dicken Lagen auf der oberen und unteren Fläche des Chiasma, so dass die ungekreuzten Bündel die gekreuzten von beiden Flächen einschliessen; die gekreuzten Fasern, welche in der weitaus geringsten Anzahl vorhanden seien, lägen gleichsam als solider Strang in einer Hohlrinne, gebildet vom mächtigen Bündel ungekreuzter Fasern; diesem am nächsten stark vertreten wären die beiden Commissuren, die vordere etwas stärker als die hintere. Der Tractus erscheint ihm an Isolirungspräparaten wie aus feinen Platten bestehend, die zusammengerollt sind. Er hält die Zerkleinerungsmethode für diejenige, welche ganz besonders im Stande sei, die Anatomie des Chiasma klarzulegen.

Es folgen nun eine ganze Reihe von Untersuchungen pathologischer Fälle (Marchand²³), Richter²⁴), Nieden²⁵) u. A.) herrührend, von einseitiger und doppelseitiger Atrophie beim Menschen, hervorgerufen durch Verlust des einen oder beider Augen. Dieselben wurden theils mikroskopisch, theils wie schon von früheren Forschern bloß makroskopisch beschrieben, oder die Querschnittsmessungen der Optici und Tractus miteinander verglichen (Deutschmann²⁶), Samelsohn²⁷). Die Resultate wurden für die partielle Kreuzung herangezogen.

Besonders hervorgehoben zu werden verdient noch die Kellermann'sche²⁸) Untersuchung, da er seine Querschnitte des Chiasma mit zwei bis jetzt noch nicht angewandten Reagentien, Gold und Osmium, behandelte.

Er nimmt auf Grund seiner Untersuchung des Chiasma eines von frühester Kindheit (3. Jahr) an erblindeten 40 jährigen Individuums die unvollständige Kreuzung an. Jedoch in einer etwas anderen Art, als man bis jetzt feststellen konnte. Er vermochte kein compactes laterales ungekreuztes Bündel nachzuweisen, sondern erhielt an seinen Frontalschnitten den Eindruck, als wären die Fasern beider Sehnerven im Tractus innig miteinander verflochten. Es existiren überhaupt keine Nervenfaserguppen, welche durch das ganze Chiasma hindurchziehen, ohne sich mit anderen Fasern zu verflechten. So sind gerade am äusseren Rande des Chiasma hauptsächlich Bündel gelegen, welche vom Nerven der entgegengesetzten Seite stammen. Sein Schema für den Faserverlauf bringt somit die neue Anschauung der im Tractus zerstreut liegenden Fasern des ungekreuzten Bündels. — Der Fall ist leider kein ganz reiner, denn ausser der Atrophie am linken Sehnerven war auch am

rechten nach aussen eine atrophische Stelle, welche bis in das Chiasma hinein zu verfolgen war. Kellermann meint, dieselbe sei entstanden durch die Compression, welche die schrumpfenden atrophischen Fasern am linken Nerven auf die sich mit ihnen verflechtenden Fasern des rechten ausübten. Jedenfalls ist dadurch die Beweiskraft dieses Falles etwas abgeschwächt, und doch verdient die dabei aufgestellte neue Anschauung über den Faserverlauf des ungekreuzten Bündels besonders berücksichtigt zu werden.

Die vielen experimentellen Versuche an Thieren, in die Wissenschaft eingeführt durch Gudden²⁹⁾ und in grosser Anzahl von seinen Schülern und Anderen angestellt, sind in hohem Grade interessant, denn sie sind wohl im höchsten Grade beweisend für die unvollständige Kreuzung an einer Reihe von Säugethieren, wie Kaninchen, Hund, Katze. Wir wollen sie jedoch nicht im Einzelnen durchgehen, da dies von anderer Seite schon mehrfach geschehen und mehr noch deswegen, weil ja die Methode des Experiments hier, wo es sich um directen Nachweis des Faserverlaufes im Chiasma des Menschen handelt, keine Rolle spielen kann. Immerhin ist aber ein vorwurfsfreier, reiner Versuch am Thiere ausgeführt, wenn er die Existenz des ungekreuzten Bündels klarlegt, nicht allein für das betreffende Versuchsthier beweisend, sondern gewiss auch von grösster Bedeutung für die Beurtheilung des Faserverlaufes im Chiasma des Menschen. Es liegt nahe anzunehmen, dass, wenn bei höher entwickelten Säugethieren (Kaninchen, Hund und Katze) der complicirtere, auf eine höhere Entwicklung deutende Faserverlauf der partiellen Kreuzung nachgewiesen ist, er wohl mit grösster Wahrscheinlichkeit auch für das höchstentwickelte Säugethier, den Menschen, in Anspruch genommen werden kann. Es ist dies ein gewiss viel berechtigter Analogieschluss, als jener Michel's: „... Es würde auch sonderbar erscheinen, dass, wenn bei den Säugethieren eine vollständige Kreuzung stattfindet, dies gerade beim Menschen nicht der Fall sein sollte“.

Es ist auch nicht der Fall, weder beim Menschen noch bei den höheren Säugethieren. Für das Kaninchen hat Gudden³⁰⁾, der im Jahre 1875 noch anderer Meinung war, 1879 den experimentellen Beweis durch zwei Versuche erbracht. Das eine Mal wurde beim neugeborenen Thiere nach Entfernung des hinteren Theiles der Grosshirnhemisphäre der ganze vorliegende Hirnstammtheil mit seinem Tractusantheile entfernt. Nach 6 Monaten ergab die Untersuchung: der verletzte Tractus war vollständig atrophirt, der gleichnamige Sehnerv und der gekreuzte Tractus

waren normal, in dem gekreuzten anscheinend atrophischen Opticus konnte durch Osmiumsäure mikroskopisch ein fadenförmiges ungekreuztes normales Faserbündel nachgewiesen werden. Das andere Mal wurde nach Abtragung des Stirnbeins die eine Hälfte des Chiasma mittelst des scharfen Löffel entfernt. Bei Untersuchung des erwachsenen Thieres fand sich im Chiasma nichts als das ungekreuzte Bündel der einen Seite, welches vom Nervus opticus in den Tractus derselben Seite verfolgt werden konnte.

Michel haben diese Beweise nicht genügt; für die partielle Kreuzung am Säugethiere (Kaninchen) nicht und noch weniger für die allenfalls daraus zu schliessende partielle Kreuzung im Chiasma des Menschen. Dies letztere liesse sich noch begreifen, sagt ja Gegenbaur³¹⁾ als Anatom ganz richtig in der kürzlich erschienenen III. Auflage seiner Anatomie des Menschen: „. . . . Das Chiasma bietet eine wechselseitige Durchflechtung der beiden Tractus dar, dergestalt, dass aus dem linken Tractus der rechte Nervus opticus, aus dem rechten Tractus der linke Sehnerv hervorgeht. Es ergibt sich demnach eine totale Kreuzung, welcher jedoch sowohl physiologische als pathologische Bedenken im Wege stehen. Daraus ist die Auffassung entsprungen, dass jedem Sehnerv auch noch Bündel aus dem Tractus derselben Seite zugetheilt seien. Anatomisch sind sie nicht nachgewiesen“.

So hat denn Michel in der Festgabe der medicinischen Facultät zu Würzburg zum 70. Geburtstage Kölliker's in einer umfangreichen, mit prachtvollen Tafeln ausgestatteten Schrift seine bekannte Anschauung über die Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma der Vögel und der Säugethiere mit Einschluss des Menschen niedergelegt, und wird damit, wie er selbst sagt und „. . . sicher hofft, auch Andere von der Thatsache — nicht blos von der Theorie — der vollständigen Kreuzung im Chiasma überzeugen“. — Als hervorragende Neuerung der Untersuchungsweise ist in dieser Arbeit Michel's vor allem zu erwähnen die Färbungsmethode; es ist dies Weigert's vortreffliche Färbung des Nervenmarkes.

Zur Untersuchung kamen neugeborene und erwachsene Thiere (Eule, Meerschweinchen, Kaninchen, Katze, Hund) und einige diesbezügliche Präparate vom Menschen. — „. . . Mittels des Mikrotoms wurden fortlaufende Schnittreihen hergestellt; die Schnittführung geschah in horizontaler oder nahezu horizontaler Richtung, und zwar in der Weise, dass es fast regelmässig gelang, die für einen genauen Einblick in die Verhältnisse des Chiasma, der beiden Tractus und der beiden Sehnerven erforderliche günstige Schnittebene zu treffen, ausserdem

wurden Quer- und Längsschnitte durch Sehnerv und Tractus angelegt.“ — Das Eulenchiasma rührte von einem Thiere her, das an einem Auge eine Linsentrübung zeigte und dessen entsprechender Sehnerv atrophisch verändert war. Die übrigen Thiere wurden theils einseitig enucleirt, theils doppelseitig, zur Feststellung der Commissurenverhältnisse. Am Kaninchen wurde auch die mediane Spaltung des Chiasma ausgeführt. Die Resultate aller Thierversuche ergaben totale Kreuzung aller Tractusfasern.

Dazu kommen drei Fälle von einseitiger Atrophie des Sehnerven beim Menschen, sowie ein Fall von einseitigem menschlichem Anophthalmus. Die Untersuchung dieser Fälle ergab ebenfalls totale Kreuzung aller Tractusfasern. Sehen wir uns diese vier Fälle von Chiasmen des Menschen näher an.

Der erste Fall betrifft einen 67jährigen Mann, der das rechte Auge in frühester Jugend durch Entzündung verloren hatte. Das Auge war bis zur Grösse einer kleinen Kirsche geschrumpft. „... In der ganzen Serie der Horizontalschnitte enthält der rechte Sehnerv in einem gelblichen, feinfaserigen Gewebe eine grosse Anzahl dunkel gefärbter, etwas varicös aussehender Nervenfasern, welche nicht als geschlossene Bündel, sondern als Einzelfasern verlaufen. Eine lichtere Färbung ist nur in dem dorsalen Felde der linken Chiasmahälfte und vorzugsweise in den dorsalen Partien des linken Tractus anzutreffen. Beim Uebertritt des rechten Sehnerven in das Chiasma ist auch hier die schon beim Katzen-Chiasma ausführlich mitgetheilte Schleifenbildung in ausgesprochener Weise vorhanden. An der lichten Stelle in der dorsalen Partie der linken Hälfte des Chiasma erkennt man die zierliche Anordnung des Strohmattegeflechtes , zugleich ist zu erkennen, dass die äussersten lateralen Bündel des rechten Sehnerven einen mässig convexen Bogen nach dem Tractus derselben Seite zu beschreiben, ehe sie sich nach der entgegengesetzten Seite wenden. In der dorsalen Partie des linken Tractus erscheinen in der Form eines schmalen Streifens als directe Fortsetzung der atrophischen Bündel des Chiasma, und in gleicher Weise wie dieselben verändert, Bündel, welche um so genauer abgegrenzt sind, als ihnen unmittelbar dorsal die bandartige Zone der normalen Bündel der Gudden'schen Commissur anliegt. Uebrigens sind sowohl in den Sehnerven, als auch in den Tractus und im Chiasma dünn- und dickcalibrige Fasern zu unterscheiden. Die dazu gehörige Abbildung auf Tafel III, Fig. 3 ist bezeichnet mit — „Horizontalschnitt aus der unteren Hälfte des Chiasma —“. Die beiden dazu gehörigen photographischen Abdrücke, an

denen übrigens nichts Bestimmtes zu sehen ist, sind „... Horizontal-schnitte und den mittleren Schichten des Chiasma entnommen —“.

Der zweite Fall betrifft ein 66jähriges Individuum, welches im 20. Lebensjahre durch eine Entzündung das linke Auge eingebüsst hatte. Hochgradige Schrumpfung des linken Auges. Rechtes Auge vollkommen normal. „... In der ganzen Serie der Horizontalschnitte tritt eine hochgradige Verschmälerung des linken Sehnerven und des rechten Tractus in besonders hervorragender Weise entgegen. Der gleichseitige Tractus zeigt eine vollkommen normale Breite und ist nur aus normalen Nervenfaserbündeln zusammengesetzt. Die Degeneration im linken atrophischen Sehnerv ist eine ganz gleichmässige; „in der ganzen Breite des Sehnerven strahlen nämlich in regelmässiger Vertheilung innerhalb von Bündeln feinfaserigen, gelblich gefärbten Gewebes die noch erhaltenen, wenn auch in der gleichen Weise wie bei Fall 1 veränderten markhaltigen Nervenfasern in das Chiasma ein und wird hierdurch an dieser Stelle ein um so ausgeprägteres Bild der Schleifenbildung, der von dem gleichseitigen Tractus herabsteigenden, normalen Nervenfasern hervorgerufen. Der rechte Tractus bietet ganz die gleichen Verhältnisse in Bezug auf seine Nervenfasern dar, wie der linke Sehnerv, und da in demselben wegen Fehlens der breiten Pialfortsätze eine Vertheilung auf einem kleinen Raum stattfindet, so ist damit eine dichtere Aneinanderlagerung der veränderten Nervenfasern gegeben, unter welchen die grobcalibrigen an Zahl überwiegen —“. Die dazu gehörige Abbildung zeigt nur den Eintritt des atrophischen linken Sehnerven in das Chiasma. (Tafel III, Fig. 5.)

Der dritte Fall betrifft ein 15jähriges Mädchen, dessen rechtes Auge im März 1880 wegen Gliosarcom enucleirt worden war. Im Mai 1885 kam die Kranke mit ausgesprochener Stauungspapille am linken Auge wieder. Am 1. Juli 1886 erfolgte der Tod. Fast die ganze linke Hemisphäre des Kleinhirns ist von einer mit seröser Flüssigkeit gefüllten Cyste eingenommen, die Seitenventrikel, besonders der linke, sind bedeutend erweitert und mit Flüssigkeit gefüllt; der rechte Sehnerv stark verschmälert, der linke Tractus etwas weniger prominent, doch von vollkommen weisslicher Färbung.

„In der ganzen Serie der Horizontalschnitte zeigt sich zunächst der rechte Sehnerv vollständig degenerirt und gleichmässig gelblich gefärbt, nur an wenigen Schnitten ist da und dort ein kurzes, noch dunkel gefärbtes Fäserchen sichtbar Die Schleifenbildung ist keine so bedeutende, wie in den beiden anderen Fällen Der rechte gleichseitige Tractus zeigt . . . in seiner ganzen Breite sehr schmale, varicöse, theilweise unterbrochene Stücke von gefärbten Nervenfasern,

theilweise solche noch größeren Calibers, untermischt mit einer zahlreichen Menge von Markschollen. Am stärksten ist die Veränderung in der dorsalen Partie, an einzelnen Schnitten auch in den mittleren Partien ausgesprochen, so dass ein feinfaseriges, gelblich gefärbtes Gewebe hervortritt, in welches gleichsam Stückchen von Nervenfasern eingelagert erscheinen. Der linke Sehnerv zeigt in seiner ganzen Breite und in gleichmässiger Vertheilung veränderte Nervenfasern. Der Grad der Degeneration ist aber weit geringer, als im entgegengesetzten Tractus. In dem linken Tractus ist wiederum der Grad der Degeneration ein sehr viel bedeutenderer als im rechten. In der medianen Partie des Chiasma ist eine regelmässige Durchflechtung von vollständig degenerirten Fasern und von solchen gegeben, welche einen gewissen Grad der Atrophie in der beschriebenen Weise darbieten.“ — Die dazu gehörige Abbildung ist ein „Horizontalschnitt aus der Mitte des Chiasma“.

Als vierter Fall wird ein Kind mit einseitigem Anophthalmus vorgeführt, das nach 5 Monaten etwa verstarb. „ . . . Leider wurde bei diesem Präparate noch die Carminfärbung in Anwendung gezogen. Ich kann nur sagen, dass die Querschnitte beider Tractus gleiche normale Verhältnisse darbieten, der rechte Sehnerv gleichmässig roth gefärbt erscheint und die normalen Fasern des rechten gleichseitigen Tractus die bekannte Schleifenbildung nach dem rechten atrophischen Sehnerven in ausgezeichneter Weise aufzuweisen haben —“.

Michel zieht aus seinen Untersuchungen den Schluss, dass das Fortschreiten der Degeneration eines Sehnerven auf den entgegengesetzten Tractus beschränkt bleibe. Dafür sprächen klar Fall 1 und 2. Die verschieden starke Betheiligung der Fasern des entgegengesetzten Tractus in den beiden Fällen könne man nicht leicht sich zurechtlegen, ob das Alter des Patienten, oder die Art und Weise der Erkrankung des Auges dabei eine Rolle spiele, könne nicht entschieden werden. Den Fall 3 hält er selbst für etwas verwickelt. Er sei aber auch zu verwenden gegen die Annahme eines ungekreuzten Bündels sowohl im Sinne Hannover's (seitliches Bündel), als im Sinne Gudden's (im Tractus lateral, im Opticus medial gelegenes Bündel); denn der Grad der Atrophie sei am geringsten in den ventralen Partien des der enucleirten Seite entsprechenden Tractus. „Da ferner der Grad der Atrophie in dem Sehnerven des nicht enucleirten Auges geringer ist, als in dem Tractus der entgegengesetzten Seite, so ist anzunehmen, dass das Gesamtbild durch die Vereinigung einer aufsteigenden Atrophie des linken Sehnerven mit einer absteigenden des linken Tractus bedingt ist.“ — Die Ursache dieser gleichmässigen Degeneration des dem

nicht enucleirten Auge entsprechenden Sehnerven und des gegenüberliegenden Tractus sucht Michel in der cystösen Neubildung im Gehirn.

Wie dem auch sein mag, das Eine ist sicher, der Fall ist kein reiner und kann somit unter keiner Bedingung als beweisend oder nicht beweisend herangezogen werden. Dasselbe gilt vom vierten Fall, bei dem weder in dem einen, noch in dem anderen Tractus degenerirte Fasern nachzuweisen waren. Der Grund hierfür mag wohl an der Färbungsmethode gelegen haben. „... Leider wurde bei diesem Präparate die Carminfärbung in Anwendung gebracht.“ — Dieselbe ist für diese Zwecke, wo es sich darum handelt, unvollständig degenerirte markhaltige Nervenfasern nachzuweisen, ganz besonders an Querschnitten, absolut ungenügend.

Es bleiben somit von den in Michel's Schrift bearbeiteten Chiasmen des Menschen bloß zwei übrig, die im hohen Grade Interesse erwecken, da sie anscheinend entschieden gegen eine unvollständige Kreuzung im Chiasma des Menschen sprechen. Wenn bis heute nach Gegenbaur's schon citirtem Ausspruch wohl mit Recht gesagt werden kann, dass die ungekreuzten Fasern anatomisch nicht sicher nachgewiesen sind, so könnte man ebenso mit Mauthner sagen: „Die pathologisch-anatomischen Befunde, gewonnen an Präparaten des menschlichen Chiasma mit Atrophie Eines Opticus, lehren unwiderleglich, dass im Chiasma eine Partialkreuzung der Fasern stattfindet —“. Die beiden von Michel gelieferten Befunde (Fall 1 und 2) scheinen geeignet zu sein, auch die pathologisch-anatomische Beweiskraft der Partialkreuzung zu erschüttern; zum Mindesten scheint die Abbildung (Tafel III, Fig. 3) geeignet, „manchen Schwankenden für die Totalkreuzung im Chiasma des Menschen zu gewinnen, manchen Anhänger der Partialkreuzung schwankend zu machen —“. Schon deswegen scheinen sie es, weil es überhaupt die ersten pathologisch-anatomischen Chiasmapräparate sind, welche nach einer Methode behandelt wurden, von der es hinlänglich bekannt ist, dass sie im hohen Grade sich eignet, normale und degenerirte markhaltige Nervenfasern von einander zu unterscheiden. Ich habe schon in einer vorläufigen Mittheilung in der ophthalmologischen Gesellschaft im August 1887 angedeutet und im internationalen periodischen ophthalmologischen Congress, August 1888, entschieden erklärt, dass sie dennoch nicht im Stande sind, die Theorie der Partialkreuzung zu entkräften, noch viel weniger die Totalkreuzung zu beweisen. Bevor ich diese Behauptung eingehender begründe, will ich meine in den beiden Congressen vorläufig mitgetheilten Befunde und die daselbst demonstirten Präparate des Genaueren besprechen.

Es wurde schon Eingangs erwähnt, wie aus dem Studium der Entwicklung der Markscheiden im embryonalen Chiasma des Menschen sich von selbst eine Methode ergab, welche mir im höchsten Grade geeignet erscheint, auf dem Wege der Entwicklung der Markscheide auch den Verlauf, welchen dieselbe einschlägt, zu verfolgen. Wenn die Weigert'sche Färbungsmethode richtig, das heisst mit Sorgfalt und nach einem bestimmten, sich von selbst ergebenden Modus ausgeführt wird, so ist sie die einzige bekannte Methode, durch welche vorhandenes, gesundes Mark durch die charakteristische Dunkelfärbung sichtbar wird. Die Sorgfalt und der Modus der Färbung beziehen sich hauptsächlich, und das ist für unsere Untersuchung besonders wichtig, auf den Act der Entfärbung. Bekanntlich färben sich nach Weigert's Methode neben dem Marke der Nervenfasern auch die Blutzellen mehr oder weniger schwarz, das heisst schwarz bis blauschwarz, und bleiben gefärbt, wenn die Einwirkung der Entfärbungsflüssigkeit nicht eine gewisse, in den einzelnen Fällen verschieden lange Dauer überschritten hat. Lässt man die Entfärbungsflüssigkeit lange genug einwirken, länger als bis das marklose Gewebe deutlich gelbliche Färbung zeigt, so löst sich die chemische Verbindung, welche die Schwarzfärbung der Blutzellen bedingt hat, und die Zellen erscheinen dann ebenso entfärbt und hellgelb, wie das übrige Gewebe. Lässt man die Flüssigkeit noch länger einwirken, dann verlieren auch die markhaltigen Nervenfasern allmählig, freilich erst nach verhältnissmässig langer Zeit, ihre dunkle Färbung und erscheinen dann auch gelblich, jedoch in dunklerem Tone, als das Blut und die übrigen Gewebstheile. Niemals kommt es aber vor, dass die Blutzellen noch schwarz gefärbt sind und die markhaltigen Nervenfasern die schwarze Färbung wieder eingebüsst hätten. Nun ist das Chiasma des Erwachsenen in geringerem Grade, das Chiasma der Embryonen und jungen Kinder in hohem Grade gefässreich. Im Tractus, Chiasmakörper und Opticus, ganz besonders aber in der den hinteren Chiasmawinkel ausfüllenden grauen Substanz sind zahlreiche mikroskopische und eine genügende Menge makroskopisch sichtbarer Blutgefässe vorhanden, welche in den jugendlichen Chiasmen stark mit Blut gefüllt sind. Durch diesen Umstand liegt es in der Hand eines Jeden, mit vollkommener Sicherheit alles vorhandene Mark durch die Schwarzfärbung sichtbar zu machen. Man braucht nur bei der Entfärbung auf die sichtbaren Quer- oder Längsschnitte der grossen Gefässe zu achten und die Schnitte nur so lange in der Entfärbungsflüssigkeit zu lassen, so lange diese Gefässtheile noch als schwärzliche Klümpchen oder Strängchen kenntlich sind. Dieser Moment bietet sichere Garantie

für die deutliche Färbung alles Markes. An so behandelten Schnitten sind oft noch kleinere schwärzliche Niederschläge sichtbar, dieselben verschwinden aber, da sie nicht durch eine chemische Verbindung mit Gewebstheilen bedingt sind, sondern den Schnitten nur aufliegen, durch längeres Spülen mit destillirtem Wasser; darin können die Schnitte, wie schon Eingangs erwähnt, beliebig lange verweilen, nicht so im Alcohol, dieser darf nur ganz kurze Zeit, die eben zur Entwässerung gerade nöthig ist, einwirken. Wenn die Methode so geübt wird, dann lässt sie niemals im Stiche.

Die Chiasmen aus der 28.—30.—31. Embryonalwoche können für die Beurtheilung der Frage des Verlaufes der Fasern nicht verwerthet werden, weil die Markbildung, wie schon ausführlich besprochen, eine noch ganz geringe, auf wenig Stellen des Schnittes sich beschränkende ist. Anders bei Chiasmen aus der 32.—33. Woche. Hier lässt sich bei genauer Durchsicht der ganzen Schnittserie für die Beurtheilung der Topik Manches ersehen.

Beginnt man die Durchmusterung der Schnitte von der unteren Chiasmafläche her, so sieht man im Tractus die vereinzelt, manchmal zu mehreren verlaufenden Markfasertheile ziemlich parallel beinanderliegen, gegen das Chiasma zu treten sie mehr auseinander, liegen zerstreuter, aber immer so, dass sich die Fasertheile unter einem ausgesprochenen Winkel schneiden. Diese sich kreuzende Richtung der einzelnen Fasertheilchen ist am ausgesprochensten, wo die Sehnerven und Tractus in's Chiasma münden. Am vorderen Chiasmawinkel sieht man nur solche Fasertheile, die sich unter ganz stumpfem Winkel schneiden, oder scheinbar gar nicht kreuzen. Von Fasertheilen, die durch den Tractus über das Chiasma in den Sehnerv der gleichen Seite ihrer Richtung nach überzugehen scheinen, ist nirgends etwas zu sehen. Alle anscheinend in dieser Richtung im äusseren Theile des Tractus und Opticus verlaufenden Fasertheilchen lassen deutlich in der Nähe des äusseren (seitlichen) Chiasmawinkels erkennen, dass ihre Verlaufsrichtung in einer flachen Kreuzung besteht. Man erhält somit nirgends den Eindruck, auch bei Summirung der einzelnen Eindrücke durch Verfolgung dieser Fasertheile in den Schnittserien der unteren Chiasmahälfte, als fänden sich Markfaseranlagen vor, welche auf derselben Seite blieben. Man erhält vielmehr den Gesamteindruck einer vollständigen Kreuzung der mit Mark versehenen Fasertheile.

Sobald man über die Mitte des Chiasma gekommen ist, sieht man

in den ersten Schnitten wenige, in den weiteren schon in grösserer Anzahl Fasertheile, welche vom Tractus ausgehend über die beschriebenen, sich im Seitenwinkel flach kreuzenden Fasertheile hinwegziehen, sie somit in einer ganz neuen Richtung schneiden, in einer Richtung, welche dem Sehnerven der gleichen Seite zustrebt. Man wird ganz davon überzeugt, dass dies ungekreuzte Fasern sind, weil man sicher wieder Fasertheile sieht, welche diese und die früher beschriebenen sich flach kreuzenden unter beinahe rechtem Winkel kreuzen, und denjenigen Fasern wohl angehören, die jene von Michel vielfach beschriebene und abgebildete Schleifenform zeigen. Diese Fasertheile verlaufen jedoch in einer Richtung, deren Gesamteindruck eine viel flachere Schleife hervorbringen würde, als sie Michel beschrieben hat.

Bei dieser Art von Durchmusterung der Serienschnitte und Verfolgung der oft recht langen mit Mark und Varicositäten versehenen Fasertheile leisten einigen Dienst die hell glänzenden, noch marklosen Faserbündel, in welchen diese Markfasertheile liegen; sie helfen die Richtung derselben sicher zu stellen, ohne dass man freilich im Stande wäre, einen einzelnen Achsencylinder sicher zu verfolgen. Es gelang bis jetzt nicht, wie ich schon in der früheren Mittheilung betont habe, in diesen und den nächst reiferen Chiasmen eine Markfaser in ihrem ganzen ununterbrochenen Verlaufe, weder von dem Tractus in den gleichseitigen, noch in den gegenüber liegenden Sehnerv zu verfolgen. Ich sprach schon damals die Vermuthung aus, es könnte dieser Missstand dem Umstande zugeschrieben werden, dass die Einzelfasern in den Bündelchen selbst sich, wenn auch in ganz geringen Niveaudifferenzen, untereinander verfilzen, es somit auch für die Folge nicht sehr wahrscheinlich sein dürfte, je eine Faser auf so dünnen ($10\ \mu$) Horizontalschnitten in ihrem ganzen Verlaufe zu treffen. Dadurch wird es auch zur Unmöglichkeit, den Beweis durch eine Zeichnung wiederzugeben.

Wer sich aber der Mühe unterzieht, solch' dünne Serienschnitte durch Chiasmen aus dieser Entwicklungsperiode anzufertigen, und sie vorurtheilsfrei Schnitt für Schnitt zu durchmustern, Fäserchen um Fäserchen zu verfolgen, der wird sicherlich zu keinem anderen Schlusse kommen können, als dass Fasern in der oberen Hälfte des menschlichen Chiasma verlaufen, welche entschieden von dem einen Tractus aus in den gleichseitigen Sehnerv ungekreuzt gelangen. Bei einer solchen aufmerksamen Verfolgung der Fasertheile ist, wie schon früher erwähnt, die Beachtung des jeweiligen marklosen Faserbündels, in welchem die Markfasertheile liegen, von grosser Bedeutung. Besonders dort, wo die dreifache Kreuzung der Fasertheile zu sehen ist, sieht man ganz deutlich

dieselbe Richtung an den noch marklosen Faserbündeln durch ihren hellen Glanz und durch die relative Durchsichtigkeit derselben auffallend klar angedeutet. Dadurch, dass man feststellen kann, dass die einzelnen Markfasertheile ein und demselben Bündel angehören, hat man einen weiteren Anhaltspunkt für ihre Zusammengehörigkeit gewonnen.

Sehr schön ist auch schon an den nur theilweise mit Mark versehenen Faserbündeln das von Michel zuerst richtig beschriebene strohmatten- oder korbartige Geflecht der Faserbündel, besonders in dem den Sehnerven näheren Theilen des Chiasma, zu sehen. Es wird an diesen unvollständig entwickelten Chiasmen sofort klar, dass die einzelnen Fasergattungen in eben dieser charakteristischen Weise miteinander eng verflochten sind, dass somit im Chiasma, besonders in dessen vorderer Hälfte und im Sehnerv, an einen compacten isolirten Verlauf der Faserarten nicht zu denken ist. Die drei Faserarten sind an den besagten Stellen entschieden korbgeflechtartig miteinander verfilzt. Im Tractus hingegen sieht man die Markfasertheile und die nackten Achsencylinder, wie schon erwähnt, mehr in einer sich gleichbleibenden Richtung verlaufen, und nur ganz nahe nebeneinander liegende Fasertheile überkreuzen sich in ganz flachen Winkeln. Es ist also jedenfalls auch hier ein ganz geringer, verschwindender Grad von Durchflechtung vorhanden.

Die in dieser Art vorgenommene schnittweise Durchsicht aller verfügbaren Chiasmen bis zum vollständig entwickelten aus der 3.—4. extrauterinen Lebenswoche, war nur im Stande, die ausführlich beschriebene Wahrnehmung durch ihre Wiederkehr zu bekräftigen und hauptsächlich den anatomischen Nachweis sich nichtkreuzender Fasern zu bestätigen. Im Anschlusse daran wird die Durchmusterung der Serienschritte des Chiasma aus der 3.—4. extrauterinen Lebenswoche ganz besonders lehrreich. Ohne die vorherige Durchsicht der embryonalen Chiasmen kann es auch trotz der schon im ersten Theile der Arbeit erwähnten auffallenden Isolirung der Markfasern immer noch nicht leicht fallen, einzelne zu verfolgen; gestützt auf die dort gefundene Verlaufsrichtung wird es Niemanden mehr versagt sein, in diesen Präparaten Markfasern zu verfolgen, von denen man überzeugt sein kann, dass sie ungekreuzt verlaufen.

Es hat sich auch bei diesen Chiasmen gezeigt, dass die ungekreuzten Fasern mit Sicherheit erst in der oberen Hälfte des Chiasma verfolgt werden können. In der unteren, der Schädelbasis aufliegenden Hälfte des Chiasma konnte ich auch hier niemals so verlaufende Fasern entdecken, alle boten den einheitlichen von Michel für das ganze Chiasma

beschriebenen Verlauf; mit dem Unterschiede jedoch, dass die sogen. Schleifenbildung, analog der früher gegebenen Beschreibung, lange nicht so stark entwickelt war, wie sie Michel in seinen Abbildungen gegeben hat. Ob diese Verschiedenheit nicht auf den Umstand zurückzuführen sei, dass in den Michel'schen Präparaten, durch die Atrophie und die dadurch bedingte Schrumpfung des einen Opticus, Verschiebungen der Schleifen bildenden Fasern gegen den atrophischen Opticus hin zu Stande kommen könnten und somit in einem ausgesprocheneren Bogen, in stärker ausgebuchteten Schleifen verliefen, als im normalen Chiasma?

Was lassen sich nun für Thatsachen zusammenfassen, um das Mengenverhältniss, in welchem die beiden Faserarten zueinander stehen, klarer zu beleuchten? Die Thatsache, dass in der unteren Chiasmahälfte wahrscheinlich bloß vollständig gekreuzte Fasern verlaufen und dass in der oberen Hälfte beide Faserarten mehr oder weniger miteinander vermengt angetroffen werden, lässt wohl als ziemlich sicher annehmen, dass die Menge der gekreuzten Fasern jene der ungekreuzten um ein nicht Unbedeutendes übertrifft. Eine bestimmte Verhältnisszahl wäre man nach dem thatsächlich Gefundenen nicht im Stande anzugeben. Die Frage endlich, ob die ungekreuzten Fasern in einem compacten Bündel verlaufen, kann aber nach all dem Gesagten entschieden verneint werden.

Ueber die Existenz und den Verlauf der beiden hinteren Commissuren, der Gudden'schen und Meynert'schen, ist man schon längst im Klaren. Auch Michel hat sie anerkannt. Die Gudden'sche liegt noch im Bereiche des Chiasma und ist mit diesem „auf's Innigste verschmolzen“. Die Fasern bilden in einem schmalen Bündel sozusagen die Begrenzung der inneren Fläche der Tractus und des hinteren Chiasmawinkels. Die Fasern der Meynert'schen Commissur sind entschieden von stärkerem Caliber, als alle übrigen Markfasern im Chiasma, sie liegen aber ausserhalb des Chiasma in der Substantia cinerea des Tuber. Zwischen ihr und der Gudden'schen Commissur ist immer, in jedem Schnitte, der beide trifft, ein schmaler Streifen grauer Substanz sichtbar.

In der Mitte des Chiasma fand ich endlich, an die Meynert'sche Commissur sich anschliessend, von dieser aber doch durch graue Substanz kenntlich geschieden, eine wechselnde Menge kleiner, einzelner Bündelchen, die nur aus wenigen lose aneinanderliegenden Fäserchen bestanden, und in meist schräger Richtung nach hinten in der Substanz des Tuber cinereum zerstreut liegen. Ueber ihren weiteren Verlauf, über ihre Herkunft kann ich weiter nichts sagen. Ich hatte jedoch den Eindruck gewonnen, als ständen sie mit den in der Substanz des

Tuber cinereum zerstreut liegenden Ganglienkugeln in Verbindung, sicher konnte ich freilich nie den Zusammenhang solcher Fasern mit einer Ganglienzelle nachweisen. Es sind dies wohl dieselben Fasern, welche schon Gudden (Gr. Arch. Bd. XXV, 1, S. 10) beschrieben hat; auch ihm war es nie gelungen, „ihre Zusammengehörigkeit zu bestimmten Ganglienzellengruppen nachzuweisen —“.

Und nun noch ein Wort über die sogen. Hannover-Erdl'sche vordere Commissur. Im Anfange meiner Untersuchungen war ich geneigt, dieselbe in meinen Präparaten wiederzuerkennen. Die genaue wiederholte Durchsicht der unvollständig mit Mark versehenen Chiasmanschnitte belehrte mich bald eines Besseren, und konnte ich dann auch an jugendlichen, vollständig entwickelten Präparaten erkennen, dass ich mich einer Täuschung hingegeben hatte. Die Fasern, welche an der Innenseite eines Opticus durch den vorderen Chiasmawinkel an die Innenseite des anderen Opticus verlaufend ein ununterbrochenes commissurenartiges Bündel darstellen sollten und darzustellen scheinen, sind eben keine fortlaufenden ununterbrochenen Fasern, sondern es sind dies nichts anderes, als jene Fasern, der sich vollständig kreuzenden, welche sich gerade in der Mittellinie des vorderen Chiasmawinkels von den entgegengesetzten Seiten herkommend, unter einem nahezu geraden Winkel kreuzen und dadurch commissurartig verlaufende Fasern vortäuschen. Hierin stimme ich Michel vollkommen bei. Die von Hannover beschriebene Commissura ansata kam bei unseren Untersuchungen nicht in Frage, da wir die Oberfläche des Chiasma keiner Untersuchung unterzogen. Es ist wohl anzunehmen, dass diese Fasern, wenn sie überhaupt Nervenfasern sind, in keinem directen Zusammenhang mit dem Chiasma stehen.

Es ist uns eine willkommene Pflicht, noch eine Arbeit von grösster Bedeutung erwähnen zu können, welche vor einigen Wochen mit dem LX. Bd. der Denkschriften der Naturwissenschaftlichen Classe der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien der Oeffentlichkeit übergeben wurde; dieselbe befasst sich freilich nicht direct mit der Untersuchung des Chiasma des Menschen, sondern mit der höherer Säugethiere. Es wird aber durch die angewandte neue Methode manche Thatsache festgestellt, durch welche einige widersprechende Resultate der Autoren zum Theil befriedigende Erklärung finden.

Die Verfasser J. Singer und E. Münzer³³⁾ benützten mit geringen Modificationen eine Methode, welche 1887 von Marchi und Algeri angegeben wurde. Wenn nämlich Theile des zur Untersuchung gelangenden Präparates (Gehirn, Nerv...), welche durch

1 oder 2 Wochen, ja sogar bis zu einigen Monaten in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet wurden, in ein Gemisch von Müller's Flüssigkeit und 1% Osmiumsäure (2:1) durch 5—8 Tage belassen werden, so findet man bei der mikroskopischen Untersuchung nur die in Degeneration begriffenen und degenerirten Nervenfasern schwarz gefärbt, während die normale Markscheide sich bloß bräunt. Für die Taube, Eule, Maus und das Meerschweinchen wurde danach als zweifellos sicher totale Kreuzung gefunden, für das Kaninchen, den Hund und die Katze ebenso sicher partielle Kreuzung; jedoch tritt der ungekreuzte Tractus-antheil nicht in Form eines geschlossenen Bündels auf, sondern die demselben angehörigen Nervenfasern vertheilen sich über den ganzen Tractusquerschnitt. Für das Kaninchen, bei dem die Menge der ungekreuzten Fasern am geringsten sein soll, konnte die Thatsache festgestellt werden, dass die zerstreuten ungekreuzten Fasern bloß in den dorsalwärts gelegenen (oberen) Schnitten des Chiasma und Tractus angetroffen wurden; somit ein ähnlicher Befund, wie wir ihn beim Menschen beschrieben haben.

Dieser Befund zerstreuter Fasern steht anscheinend in directem Widerspruche mit dem, was Gudden und seine Schüler auch für das Kaninchen-Chiasma angenommen, nämlich den compacten Verlauf des ungekreuzten Bündels. Den Verfassern ist es nun gelungen nachzuweisen, dass dieser Widerspruch ihrer Resultate und derer Gudden's factisch bloß ein fictiver, durch die angewandte Methode bedingter, ist. „Bei der von Gudden angewandten Methode wird am neugeborenen Thiere das Auge entfernt, es kommt hierauf der Nerv und die hinzugehörigen Tractusantheile gar nicht zur Entwicklung und bloß ein durchsichtiges, lockeres Bindegewebe repräsentirt Alles, was von dem genannten Organ übrig bleibt. Besitzt nun das Kaninchen, wie wir das mit der Marchi'schen Methode nachweisen konnten, einen ungekreuzten Tractusantheil, welcher aus über den Tractus zerstreuten Nervenfasern besteht, so muss bei Anwendung der Gudden'schen Methode Folgendes geschehen: In dem nach Enucleation des einen Auges nicht zur Entwicklung gelangenden gekreuzten Tractus werden sich in dem in Folge der Atrophie gleichsam entstehenden leeren Raum die zerstreuten Nervenfasern des ungekreuzten Tractus-antheiles zusammenlegen und die Existenz eines geschlossenen, ungekreuzten Bündels gewissermassen vortäuschen. Solche secundäre Verschiebungen in den mit der Gudden'schen Methode behandelten Organen sind von Gudden und seinen Schülern selbst wiederholt beschrieben und insbesondere von Mays er mit dem Namen der „topischen

Compensation“ bezeichnet worden —“. Der Beweis für diese Hypothese wurde von Singer und Münzer unzweifelhaft erbracht. — „An einem Wurf neugeborener Kaninchen wurde gleich nach der Geburt ein Auge entfernt, 4—5 Wochen später, nachdem die Thiere erwachsen waren, das zweite enucleirt und nach weiteren 3 Wochen das Thier getödtet und das Chiasma nach Marchi's Methode untersucht.“ Dass der Versuch vollkommen gelang, beweist die mikroskopische Untersuchung der Horizontalschnitte.

„. . . Der rechte Nervus opticus stellt ein schmales Bindegewebsband ohne jegliche Nervenfasern dar, welches sich in dem Marchi'schen Reagens blassbräunlich gefärbt hat, der linke Nerv. opt. erscheint intensiv geschwärzt, ebenso der rechte Tractus. An der Stelle des linken Tractus zeigt sich die breite, gut entwickelte, normal gebliebene, daher blassbraun gefärbte Gudden'sche Commissur, auf welcher nun in der That der Voraussetzung gemäss ein äusserst schmales, intensiv geschwärztes, geschlossenes Faserbündel aufliegt, bezw. theilweise seine Fasern mit derselben mischt, welches im linken lateralen Winkel des Chiasma von dem degenerirten N. opticus sich abtrennt, um sich zu dem Tractus derselben Seite zu begeben (vergl. Tafel III, Fig. 23) —“. Auch an der Katze wurden ähnliche Versuche angestellt mit den Voraussetzungen entsprechenden Resultaten. Singer und Münzer erachten demnach mit Recht die unvollständige Kreuzung bei Kaninchen, Hund und Katze für zweifellos bewiesen und den scheinbaren Widerspruch mit Gudden's Angaben über den Verlauf der ungekreuzten Fasern in befriedigender Weise gelöst. Und weiter heisst es: „Gestützt auf die mitgetheilten Ergebnisse unserer Untersuchungen sind wir genöthigt die Schlussfolgerungen der Michel'schen Monographie als unrichtig zu bezeichnen Es will uns scheinen, als ob die ausschliessliche Anwendung der Weigert'schen Methode Ursache dieses Irrthums geworden sei, da sich dieselbe zur Untersuchung insbesondere zerstreuter degenerirter Fasern wenig eignet Es mag sein, dass bei Anwendung gewisser Kunstgriffe man es dahin bringen kann, auch damit (Weigert) gute Resultate zu erlangen.“ . . . „Der Grund, warum sie zu dem genannten Zwecke nicht brauchbar erscheint, ist wohl darin zu suchen, dass sie die bei der Waller'schen Degeneration entstehenden Markschollen in derselben Weise färbt, wie die normale Markscheide, weswegen sich die degenerirten Fasern von den normalen nicht scharf genug abheben —“. „. . . Hätte es sich bei den von Michel untersuchten Thieren — auf den Menschen können wir wegen Mangel aus eigenen Erfahrungen nicht eingehen — wirklich, wie man

annahm, um Existenz eines compacten, geschlossenen Tractusantheiles gehandelt, so wäre es ihm mit Anwendung der Weigert'schen Methode zweifellos gelungen, die Atrophie derselben nachzuweisen, die Degeneration des nach unseren Versuchen bestehenden zerstreuten Tractusantheils musste ihm entgehen —“. Beim Menschen konnte sie ihm nur entgehen.

Nach meinen Untersuchungen ist für die Lage der ungekreuzten Fasern beim Menschen hervorgegangen, dass dieselben auch nicht so compact beieinanderliegen, wie bis jetzt angenommen wurde. In allen Schnitten der oberen Chiasmahälfte fand ich ihnen sich total kreuzende Fasern untermischt. Es wäre somit der von Singer und Münzer angeführte Grund des Michel'schen Irrthums auch auf das Chiasma des Menschen auszudehnen. Gerne würde ich das thun und gerne die Weigert'sche Methode für Michel's vermeintliche Totalkreuzung verantwortlich machen, entgegen meiner auf dem internationalen Congresse aufgestellten Vermuthung, dass Michel, wie aus der Abbildung 3, Tafel III, hervorzugehen scheint, zu sehr die untere Chiasmahälfte berücksichtigt hat, jedenfalls diesem Theile die einzig beweisende Abbildung entnommen hat¹⁾. Ich sehe mich trotzdem gezwungen, meine Vermuthung aufrecht zu erhalten und glaube behaupten zu können, dass, wenn Michel die Weigert'sche Methode, wie Singer und Münzer sagen und ich in einem Falle schon im verflossenen Jahre gethan, mit Anwendung gewisser Kunstgriffe, die sich übrigens von selbst ergeben, angewendet hat, er bei erneuerter genauer, vorurtheilsfreier Durchsicht seiner lückenlosen Serienschnitte der oberen Chiasmahälfte unbedingt Fasern finden muss, an denen die Waller'sche Degeneration unzweifelhaft ausgesprochen ist, ja sogar Fasern finden muss, die vollständig atrophirt sind. Der sogen. Kunstgriff besteht darin und wird, wenn ich nicht irre, von Weigert selbst angewendet, die entfärbten Schnitte lange Zeit, stundenlang in Wasser zu spülen, dem einige Tropfen concentrirter kohlensaurer Lithionlösung beigefügt sind.

Durch die Güte Professor Weigert's hatte ich Gelegenheit schon vor einem Jahre ein Chiasma mit einseitiger Sehnervenatrophie in dieser Weise zu untersuchen, welches von einem Individuum stammte, dessen linkes Auge in frühester Jugend zu Grunde gegangen war. Die Schnitte

¹⁾ Im Berichte des intern. period. Ophthalmologen-Congresses S. 321 heisst es in meiner Mittheilung, diese Stelle betreffend, im Anschluss an die Erwähnung der Fig. 4, Tafel III, fälschlich: Die im Tractus Es soll heissen: Die in den Tractus u. s. w., denn es sind beide Tractus schwach atrophisch.

der unteren Chiasmahälfte (s. Tafel I, Fig. 1) bieten ganz dasselbe Aussehen, wie es Michel für das ganze Chiasma beschrieben hat und wie er es in seiner Figur 3, Tafel III, abgebildet hat: „Schnitt aus der unteren Chiasmahälfte“.

Die Schnitte aus der oberen Chiasmahälfte bieten jedoch schon bei oberflächlicher Untersuchung ein anderes Bild (s. Tafel I, Fig. 2). In diesem Theile des Chiasma ist an beiden Tractus, am gekreuzten sowohl als am ungekreuzten, in vielen Schnitten in höherem Grade am ungekreuzten Tractus an den Nervenfasern ganz deutlich die Waller'sche Degeneration zu sehen. Im ungekreuzten Tractus sieht man neben noch gut erhaltenen normalen Markscheiden eine Menge Nervenfasern, bei denen das Mark zum Theil geschwunden, zum Theil, und wohl zum grösseren, in vereinzelt formlosen Schollen angeordnet liegt. An manchen Schnitten ist an der Innenseite des Tractus ein grösserer Complex von beinahe vollständig degenerirten Markfasern, die nur vereinzelte Markschollen noch aufweisen können, vereint zu finden (s. Tafel I, Fig. 2a). Im gegenüberliegenden Tractus sind in den Schnitten aus der oberen Hälfte neben vielen normalen Markfasern auch solche vorhanden, welche dieselben Grade der Atrophie aufweisen, wie jene im gleichseitigen Tractus. Der dem enucleirten Auge entsprechende Sehnerv war vollständig atrophisch, der andere vollkommen normal. Warum in beiden Tractus Fasern vorhanden sind, welche verschiedene Grade von Atrophie zeigen, vermag ich nicht zu sagen. So viel steht aber fest: Die Untersuchung dieses einseitig atrophischen Chiasma bestätigt vollinhaltlich meinen embryologisch-anatomischen Nachweis der unvollständigen Kreuzung und zeigt ebenso bestimmt, dass auch die Weigert'sche Methode im Stande ist, die ungekreuzten Fasern unzweifelhaft kenntlich zu machen, vorausgesetzt, dass man sie sorgfältig mit den nöthigen Cautelen ausführt und dass man selbst, vorurtheilsfrei, an lückenlosen Serienschnitten jeden Schnitt durchmustert, jedes Bündel, jede Faser untersucht.

Es ist mir Bedürfniss, zum Schlusse meinem verehrten Lehrer Otto Becker für die mir gewährte Unterstützung innigen Dank zu sagen.

Heidelberg, 17. Januar 1889.

Literatur zum zweiten Theil.

1. Johannes Müller, Zur vergleichenden Physiologie des Gesichtssinnes 1826, S. 94.
2. Treviranus, Erörterungen und Gesetze des organischen Lebens 1835, S. 61.
3. F. Arnold, Tabulae anatomicae 1839.
4. Hildebrandt, Anatomie des Menschen 1831.
5. Longet, Anatomie et physiologie du systeme nerveux de l'homme et des animeaux vert. 1842, Bd. II, S. 67.
6. Foville, Anat. phys. et pathol. du syst. nerv. cerebrospinal. Paris 1844.
7. Cruveilhier, Traité d'anatomie descriptive. 1845, S. 327 ff.
8. Hannover, Das Auge, Beiträge zur Anat., Physiol. und Pathologie dieses Organes. Leipzig 1852, S. 2 ff.
9. Erdl, Neue medicinisch-chirurg. Zeitung 1843, No. 8, S. 113—117.
10. Sahmen, Desquisitiones microscopicae de chiasmatis optici textura. Dorpat 1854 (Dissert.).
11. Biesiadecki, XLII. Bd. der Sitzungsber. der Kaiserl. Akademie der Wissenschaften in Wien.
12. Valentin, Sömmering's Hirn- und Nervenlehre, umgearbeitet von Valentin 1841, S. 308.
13. Brown-Sequard, Recherches sur la communication de la retine avec l'encephale. Arch. d. phys. 1872.
14. Mandelstamm, Ueber Sehnervenkreuzung und Hemiopie. Gräfe's Arch. Bd. XIX, 2. Th.
15. Michel, Ueber den Bau des Chiasma nervorum opticom. Gräfe's Arch. Bd. XIX, 2. Th.
16. Scheel, Ueber das Chiasma des Menschen und der Säugethiere. Beilageh. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk. 1874.
17. Gudden, Ueber das Chiasma nerv. optic. Gräfe's Arch. Bd. XX, 2.
18. Henle, Handb. der Nervenlehre des Menschen 1879, S. 389 ff.
19. Adamük, Zur Frage der Kreuzung der Nervenfasern im Chiasma nerv. optic. des Menschen. Gräfe's Arch. Bd. XXVI, 2.
20. Purtscher, Ueber Kreuzung und Atrophie des Nervi und Tractus optici. Ebenda.
21. Baumgarten, Centralbl. f. med. Wissensch. 1878, No. 31.

22. Stilling, Untersuchungen über den Bau des optischen Centralorgans. Berlin 1882, 1. Th., S. 15 ff.
 23. Marchand, Beitrag zur Kenntniss der homonymen bilateralen Hemianopie. Gräfe's Arch. Bd. XXVIII, S. 74.
 24. Richter, Ueber die optischen Leitungsbahnen des menschlichen Gehirns. Allgem. Zeitschr. f. Psychiatrie Bd. XLI, S. 636.
 25. Niden, Ein Fall von Atrophie des einen Sehnervenstammes. Centralbl. f. Augenheilk. 1879.
 26. Deutschmann, Zur Semidecussation im Chiasma nerv. opt. Gräfe's Arch. Bd. XXIX.
 27. Samelsohn, Vorlegung eines Präparates zur Chiasmafrage. Berliner klin. Wochenschr. 1881, No. 48.
 28. Kellermann, Anatom. Untersuchung atrophischer Sehnerven. Klin. Monatsbl. f. Augenheilk., Beilageheft Bd. XVII, S. 44.
 29. Gudden, Gräfe's Arch. Bd. XXV, 2. Th. und Bernh. v. Gudden's Gesammelte und nachgelassene Abhandlungen Bd. XX, S. 167. Wiesbaden 1889.
 30. Gudden, ebenda.
 31. Gegenbaur, l. c.
 32. Michel, l. c.
 33. J. Singer, E. Münzer, l. c.
-

Erklärung der Abbildungen.

Fig. 1. Horizontalschnitt aus der unteren (basalen) Hälfte des Chiasma eines Menschen mit Atrophie des linken Sehnerven. Verlust des Auges in frühester Jugend. (Vergr. Zeiss A₂ Oc. 3.)

Bezeichnung: N. o. s. = Linker Sehnerv (vollständig atrophisch).

N. o. d. = Rechter » (» normal).

T. o. s. = Linker Tractus (normal).

T. o. d. = Rechter » (zum grossen Theil atrophisch).

C. M. = Meynert'sche Commissur.

C. G. = Gudden'sche »

Fig. 2. Horizontalschnitt aus der oberen (dorsalen) Hälfte des Chiasma desselben Individuums wie bei Fig. 1. (Vergr. Zeiss A₂ Oc. 3.)

Bezeichnung: N. o. s. = Linker Sehnerv (vollständig atrophisch).

N. o. d. = Rechter » (vollkommen normal).

T. o. s. = Linker Tractus (zerstreute, vollständig und theilweise atrophirte Fasern).

T. o. d. = Rechter Tractus (normal bis auf wenige zerstreute Fasern, die theilweise atrophirt).

C. M. = Meynert'sche Commissur.

C. G. = Gudden'sche »

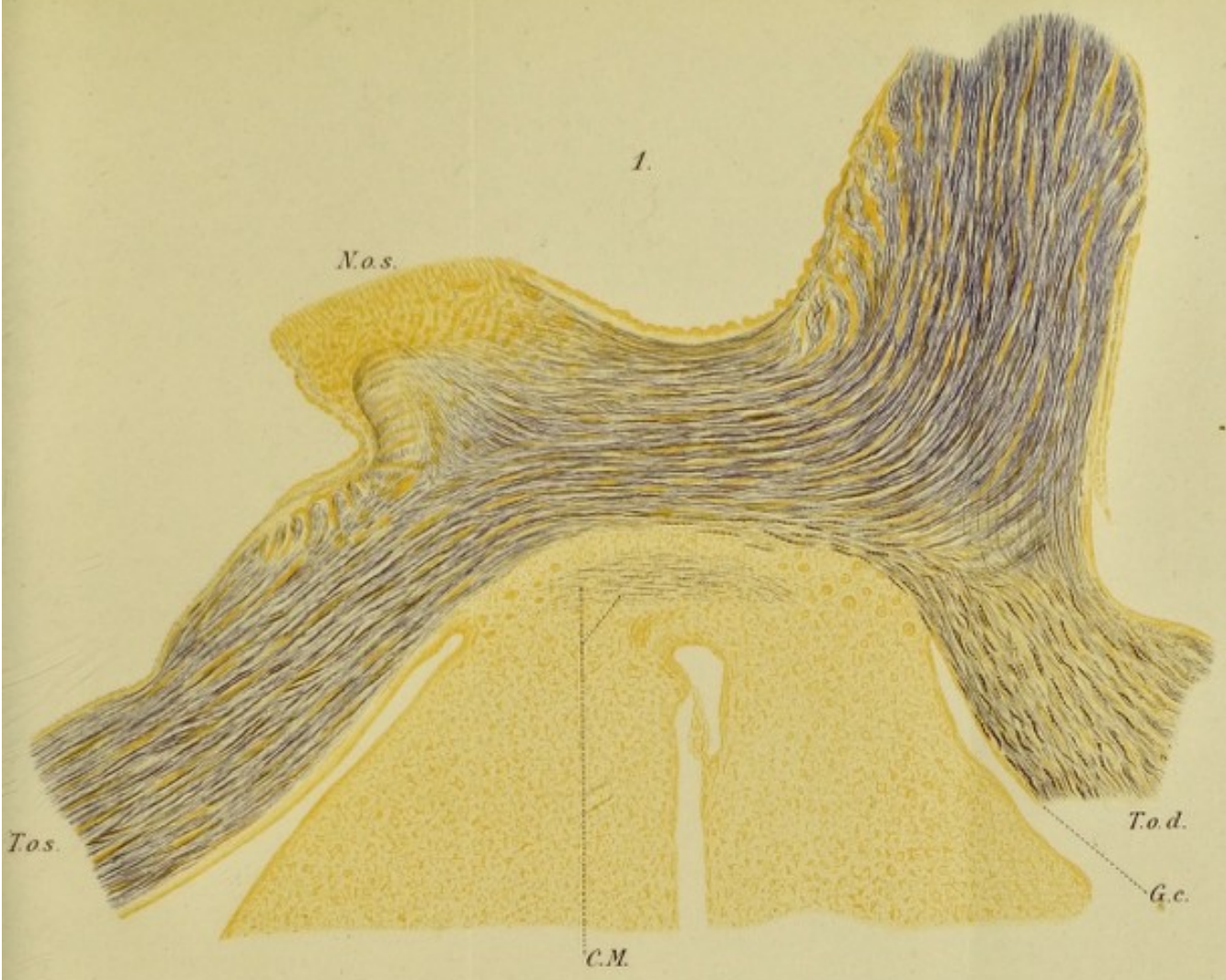
Fig. 2a. Ein Theil des linken Tractus aus Fig. 2 bei stärkerer Vergrösserung. (Zeiss DD. Oc. 2).

a. Vollständig und theilweise atrophirte (ungekreuzte!) Markfasern.

b. Normale, varicöse Nervenfasern mit atrophischen vermengt.

N.o.d.

1.



2^a

T.o.s. der F.2.



N.o.d.

2.



Fig.

Fig.

Fig.

ÜBER DIE
SEHNERVEN - WURZELN
DES
MENSCHEN.

URSPRUNG, ENTWICKELUNG UND VERLAUF
IHRER
MARKFASERN.

SEHR DIE

SEHNEKLEIN-WURZELN

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

SEHR DIE

ÜBER DIE
SEHNERVEN-WURZELN
DES
MENSCHEN.

URSPRUNG, ENTWICKELUNG UND VERLAUF
IHRER
MARKFASERN.

VON

DR. STEFAN BERNHEIMER

PRIVATDOCENT DER AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT HEIDELBERG.

MIT DREI FARBIGEN TAFELN.

WIESBADEN.

VERLAG VON J. F. BERGMANN.

1891.

Das Recht der Uebersetzung bleibt vorbehalten.

DEM ANDENKEN
OTTO BECKER'S

GEWIDMET.

Imperial University

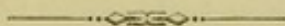
THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC
SCHOOL OF THEOLOGY
AND
MINISTRY

THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC
SCHOOL OF THEOLOGY
AND
MINISTRY

THE UNIVERSITY OF THE SOUTH PACIFIC
SCHOOL OF THEOLOGY
AND
MINISTRY

Inhalts-Verzeichnis.

	Seite
Einleitung, Untersuchungsmethoden	1
Äusserer Kniehöcker	12
Kurze Übersicht der Befunde	37
Innerer Kniehöcker und Sehhügel	39
Kurze Übersicht der Befunde	70
Vierhügelgegend	73
Schlussbemerkungen	84



Journal of the

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

1880

Einleitung.

Schon vor zwei Jahren, als ich meine Untersuchungen über die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen veröffentlichte, hatte ich mir vorgesetzt, in derselben Weise die Stammganglien des Gehirns, insoweit dieselben mit den Sehnerven in Verbindung stehen, zu bearbeiten. Hatte ich doch hinlänglich Gelegenheit gehabt einzusehen, wie ausserordentlich wertvolle und verlässliche That- sachen durch die Anwendung der Weigert'schen Färbung für den Verlauf von bestimmten Markfaserzügen gewonnen werden können, sofern Einem genügendes Material embryonaler Gehirne zur Verfügung steht. Gerade der Umstand, dass im embryonalen Centralnervensystem die Markhüllen der einzelnen Faserzüge noch nicht fertig gebildet sind, gestattet den Verlauf bestimmter Nervenzüge, ja sogar in dem Gewirre derselben, einzelne feine Fasern zu verfolgen und zwar, was die Hauptsache ist, bis in die entsprechende Ganglienzellengruppe, der Wurzelstätte derselben.

Es lässt sich nicht leugnen, dass durch die vielfach angewandte Zerfaserungsmethode [Arnold (1), Meynert (2), Stilling (3)] ganz bedeutende Erfolge erzielt wurden. Für die Topographie grosser Faserzüge leistet diese Methode alles. Ihr verdanken wir die Kenntnis eines guten Teiles von Faserverteilung im Gehirne.

Ihre Vorteile hören aber auf, sobald es sich um feinere Details handelt, sobald wir aus einem Fasergemenge heraus einzelne Bündel, oder gar Einzelfasern verfolgen sollen; sobald sich verschiedenartige Faserzüge verfilzen und dann wieder verschiedenen Wurzelstätten zueilen; sobald überhaupt an uns die Frage herantritt: „Wo entspringen die Fasern?“ —

Will man mit genügender Sicherheit von Ursprungsstellen eines Nerven sprechen, dann ist eben der Nachweis eines Zusammenhanges zwischen Nervenfasern und Ganglienzellengruppe Notwendigkeit. Ohne diesen Nachweis bleibt alles blosser Vermutung. Um aber mit Sicherheit diesen Zusammenhang festzustellen, muss man im stande sein, die Einzelfaser verfolgen zu können. Dies ist nur möglich, wenn die Einzelfaser im Schnitte soweit isoliert und durch Färbung sichtbar gemacht ist, dass sie eben als solche erkannt und verfolgt werden kann. Durch die Weigert'sche Färbung der embryonalen Gehirnschnitte werden beide Bedingungen erfüllt. Im Embryo und der unreifen bis reifen Frucht und bei Kindern von 1 bis 4 bis 8 wöchentlich extrauteriner Lebensdauer, sind die Markscheiden teils in der ersten Entwicklung begriffen, teils fertig gebildet. Sie sind noch so zart und dünn, dass die neben einander liegenden Markfasern sich nicht berühren, nicht ineinander übergehen oder sich überdecken, sondern sie sind vollständig isoliert, stets durch ungefärbtes helles Gewebe von einander getrennt, so dass sie auf weite Strecken hin in natürlicher Isolierung als Einzelfaser verfolgbar sind.

Untersucht man gleiche Stellen im Gehirne Erwachsener, dann ist man überrascht über die Unmöglichkeit, den klaren Einblick, den man bei der unreifen Frucht gehabt, wieder zu gewinnen. Unentwirrbar durchkreuzen und überdecken sich Fasern, die anscheinend parallel verlaufen. Es ist unmöglich mit Bestimmtheit anzugeben, wie und wohin die Faserzüge gehen. Man sieht Faserzüge, die man früher nicht erkannt, nach neuen

Richtungen laufen. Untersucht man sie an äusserst dünnen Schnitten, bei stärkerer Vergrösserung, dann wird man der Täuschung freilich gewahr. Es sind keine einzeln zu verfolgende Faserzüge, sondern unentwirrbare Gemenge verschiedener Faserkomplexe, die neue Richtungen, neue Wurzeln eines Nerven, dem sie in Wirklichkeit gar nicht angehören, vortäuschen, mithin verleiten falsche Befunde als anatomische Thatsachen aufzunehmen und zu verzeichnen. Wie will man solche innig mit einander verfilzte nicht zusammengehörige Faserkomplexe fasern? Wie will man überhaupt erkennen, dass es sich um solche Faser Vermischungen handelt, wenn man an Faserungspräparaten die Ursprünge eines Nerven studieren will?

Es soll damit nicht gesagt sein, dass die Schnittserienmethode, angewendet an unreifen Früchten und verbunden mit Weigert's Färbung, allein im stande sei in die centralen Vorsprünge der Nerven Klarheit zu bringen. Im Gegenteil, beim Lesen dieser Blätter wird es sich zeigen, dass diese Methode den Untersucher sehr oft im Stiche lässt, ganz besonders sofern er seine Befunde auch durch Zeichnungen belegen will. — Eine gute, wahre und unverfälschte Zeichnung mikroskopischer Befunde ist oft geeignet, die beste Beschreibung zu ersetzen. Es ist daher wohl ein Vorzug dieser Untersuchung, wenn wenigstens einige strittige, oder noch nicht vollkommen feststehende anatomische Befunde als sichere anatomische Thatsachen, durch naturgetreue Zeichnungen weiteren Kreisen vor Augen geführt werden. Für eine Anzahl von Befunden konnte das nicht erreicht werden, diese müssen durch getreue, möglichst verständliche Beschreibung bekannt gegeben werden. Sie werden aber deswegen, nach meiner Überzeugung, dem Fachmann nicht minder glaubwürdig und feststehend erscheinen. Dass sie nicht durch Zeichnung, das heisst mikroskopische Zeichnung, wiedergegeben werden können, liegt in der Natur der Sache selbst und das ist der Punkt, wo wir die von uns gepriesene Methode

nicht das leisten sehen, was wir bei anatomischen Untersuchungen ungerne missen.

Ich habe schon in meiner früher erwähnten Arbeit angeführt, dass man für den Verlauf gewisser Fasern, wenn dieselben nicht nahezu in einer Ebene liegen, die kombinierte Untersuchung ganzer lückenloser Schnittserien heranziehen muss. Der Untersucher selbst kann dann wohl auch die sichere Überzeugung von dem Verlauf einer Faser oder noch besser eines Faserbündels gewinnen, er kann auch seiner durch aufmerksame Durchmusterung der Serienschritte gewonnenen Überzeugung Ausdruck geben, er kann aber nicht wie im anderen Falle, den rein anatomischen durch keine Kombination komplizierten Beleg in der Zeichnung wiedergeben.

Gerade beim Studium der Wurzeln des Sehnerven tritt dieser Fall, wo Fasern in verschiedenen Ebenen verlaufen, sehr häufig ein; es war daher nicht möglich, für jede feststehende Wurzel auch eine beweisende Zeichnung zu liefern. Bei der Beschreibung der einzelnen Präparate aus den verschiedenen Altersstufen wird dieser Umstand noch genügend berücksichtigt werden. Es sei aber hier schon darauf hingewiesen, wie durch die Kombination mehrerer Schnittrichtungen der mehr oder weniger gewundene Verlauf mancher Bündel festgestellt, und sonach doch auch für solche Faserzüge mit Sicherheit der Verlauf und die Wurzelstätte angegeben werden kann. Es handelt sich dabei um genaue und lückenlose Anlegung von Serienschritten und bei Untersuchung verschieden alter Objekte um genaue Einhaltung derselben Schnittrichtung, da nur dann der Vergleich der Fasern aus den einzelnen Entwicklungsstufen von Wert sein kann.

So grosse Vorzüge die Methode der Untersuchung unreifer Früchte bei Anwendung der Weigert'schen Färbung auch haben mag, so lässt es sich doch nicht verkennen, dass die zuletzt in

dieser Frage von Stilling (3) in so ausgedehnter Weise angewandte Faserungsmethode Ergebnisse zu Tage gefördert hat, durch welche, und an welchen die embryologische Untersuchungsart erst mit Vorteil angewandt werden konnte. Ich bin sonach weit davon entfernt zu meinen, es könnte jede andere Untersuchungsart entbehrt werden. Gerade in der hier behandelten Frage, der Wurzeln des Sehnerven, wurden Stillings eingehende Untersuchungen und schönen Abbildungen mit Vorteil nachuntersucht und studiert. Seine Untersuchungen dienten vielfach als willkommener Ausgangspunkt für weitere Nachforschungen. Ganz besonders erwünscht waren dieselben zur Feststellung vorteilhafter Schnittführungen, was sich als ein wichtiger Faktor im Gang der Untersuchung herausstellen wird. Nur die richtige Wahl und bestimmte Feststellung der Schnittführung kann überhaupt zu einem befriedigenden Resultate führen.

Es mag hier gleich erwähnt sein, wie sich diese Auswahl der Schnittebene nach dem Alter der zu untersuchenden Frucht richten muss, wie dieselben Fasern in verschieden alten Objekten, wenn der Altersunterschied ein nennenswerter ist, nur bei Einhaltung einer bestimmten, für die betreffende Altersstufe auszuwählenden Richtung wieder zu finden sind. Anfangs kam es vor, dass sich dem Untersucher an den verschiedenen Objekten ungleiche Befunde im Verlaufe der Fasern darboten, sodass man veranlasst war, an eine Unbeständigkeit des Faserverlaufes und der Wurzelgebiete zu denken. Es zeigte sich jedoch gar bald, dass es sich bloss um geringe Verschiebungen der Gehirnteile zueinander handeln konnte, wie sie sich während der letzten Periode des intra- und der ersten Zeit des extrauterinen Lebens am Centralnervensystem vollziehen. Es sind dies Verschiebungen geringster Art, die nur bei genauer, zu diesem Zwecke angestellter Beobachtung auffallen können, die aber vollauf genügen, um bei Einhaltung einer bestimmten Schnittführung andere Ebenen zu treffen, in denen eben nicht jene Fasern in genau derselben

Richtung verlaufen, wie an höher oder niederer entwickelten Objekten festgestellt werden konnte.

Dass dadurch die ganze Untersuchung um ein bedeutendes erschwert wurde, ist klar. Nicht allein durch die technischen Schwierigkeiten, die übrigens allein schon genügen konnten, die Arbeit nahezu unausführbar zu machen, sondern vielleicht noch mehr durch den anfangs empfindlichen Verlust an Material. Bei jeder derartigen Untersuchung geht naturgemäss im Anfange ein kleiner Teil des Materials durch die vorbereitenden Versuche für die Arbeit selbst verloren, wenn auch indirekt dieselbe dadurch bestens gefördert wird. Gerade für vorliegende Arbeit war die Beschaffung des Materials nicht leicht. An kleinen Universitäten liefern die Gebäranstalten wenig, und das Wenige kann selten frühzeitig genug erhalten werden. Die vollkommene Frische des Gehirnes ist aber gerade bei der Untersuchung von Embryonen unreifer und reifer Früchte von ganz besonderer Wichtigkeit. Nur frische Gehirne sind für die Untersuchung und Färbung brauchbar zu härten, und nur gut gehärtetes Material kann überhaupt verwendet werden. Die Behandlung des frischen Gehirns und die Art der Härtung ist nicht gleichgiltig. Es wird sich bald Gelegenheit bieten, darauf näher einzugehen, und die Wichtigkeit dieser vorbereitenden Manipulationen darzuthun.

Ich bin meinem Freunde Dr. Mittermaier, Assistenten an der königl. Frauenklinik in Berlin, zu grossem Danke verpflichtet. Nur durch seine wiederholte Sendung einer grösseren Anzahl meist gut erhaltener Gehirne aus den verschiedenen Altersperioden ist es mir möglich geworden, die Arbeit zu einem befriedigenden Abschlusse zu bringen und was mir besonders wichtig scheint, überhaupt die vergleichenden Studien an den verschiedenen alten Früchten vorzunehmen; bis zu einem gewissen Grade der Vollständigkeit, die Zeit, den Ort und die Art der Bildung des Markes in den Wurzeln des Sehnerven festzustellen. Dass dies nur bis zu einem gewissen Grade der Vollständigkeit geschehen

konnte und nicht in der Vollständigkeit, wie für das Chiasma und den Sehnerven, ist wohl begreiflich, denn dazu bedürfte es, bei der Mannigfaltigkeit des Faserverlaufes, eines kaum zu beschaffenden Materials und eines bedeutenderen Zeitaufwandes, bedeutender als er bis nun schon gewesen. Immerhin sind die Resultate befriedigende und genügend, um mit Bestimmtheit, der Hauptsache nach, die Frage der zeitlichen und örtlichen Markbildung zu beantworten.

Das Material zu einem Teile der Vorarbeiten und zu den letzten abschliessenden Untersuchungen, besonders reife und überreife Früchte und 2—4 wöchentliche Kinder, verdanke ich dem hiesigen pathologischen Institute, beziehentlich meinem Freunde Doz. Dr. Paul Ernst. Dieses Material war, wenn auch viel weniger zahlreich als das Berliner, von grossem Werte, da ich mir die nötigen Gehirnstücke in der vorteilhaftesten Weise gleich ausschneiden und härten konnte.

Bei der nun folgenden Beschreibung der mikroskopischen Befunde aus den einzelnen Altersstufen und Wurzelgebieten wird sich die Frage der örtlichen und zeitlichen Markbildung nicht ganz von der Frage des Faserverlaufes trennen lassen. Es wird immerhin versucht werden, die Ergebnisse auch übersichtlich aneinanderzureihen. Die überaus umfangreiche Litteratur wird im Verlaufe der Besprechung ihre gebührende Berücksichtigung finden, es werden aber hauptsächlich jene Arbeiten erwähnt werden, welche gleich dieser den anatomischen Nachweis der Sehnervenzurkeln erstreben. Die grosse Menge der experimentellen Tierversuche, der pathologisch-anatomischen Arbeiten, fällt schon ausserhalb des Rahmens dieser rein anatomisch-embryologischen Studie, sie werden daher nur wenig oder gar nicht berücksichtigt werden. Eine derartige erschöpfende Litteraturbearbeitung würde auch den Umfang der Arbeit vermehren und damit gewiss nicht die Verständlichkeit und den Werth derselben erhöhen.

Von welch' grosser Wichtigkeit die richtige Vorbereitung

des Materials ist, und wie sehr der Erfolg der Untersuchung davon abhängt, wurde schon erwähnt. Es mag trotzdem nicht überflüssig erscheinen, wenn nochmals darauf eingegangen wird und wenn das Technische auch ausführlicher besprochen wird. Nichts was einem Nachuntersucher von Nutzen sein könnte, soll übergangen werden.

Je jünger die Gehirne, desto sorgfältigere Behandlung muss ihnen zu teil werden. Bei Embryonen ist es vorteilhaft, das Gehirn nicht gleich herauszunehmen, denn die grosse Weichheit desselben gestattet diese Prozedur nicht immer ohne Schaden für die Zusammengehörigkeit der einzelnen Teile. Es ist daher gut, sich vorerst auf eine ausgiebige Eröffnung des Schädeldaches zu beschränken, und zwar so, dass man mit einer stumpfen Scheere, bei möglichster Schonung der Hirnhäute die Knochen von den Fontanellen aus, längs der späteren Knochennähte, bis auf die Schädelbasis von einander trennt. Die einzelnen Schädelknochen können dann vollständig zurückgeschlagen werden und das Gehirn, welches auf der Schädelbasis aufsitzt, wird nunmehr bloss noch von der zarten Hirnhaut bedeckt. Die umgebogenen Schädelknochen können wieder zurückgeschlagen werden und so dem Gehirne zum Schutze dienend, mit diesem in Müller eingelegt werden. Oder man trägt die Knochenschalen mit der Haut an der Schädelbasis ab, und bindet das nur von der Schädelbasis und dem angrenzenden Gesichte bedeckte Gehirn, zum Schutze desselben, in ein feines, reines Tüllsäckchen ein. Hat man für das Gesicht des Embryo keine Verwendung, so ist es von grossem Vorteile dieses bis knapp an die Schädelbasis heran abzutragen; dadurch wird das Gehirn auch von dieser Seite her für die konservierende Flüssigkeit zugänglicher, und das ganze Präparat ruht mit ebener knöcherner Fläche auf dem Boden des Gefässes auf; das Gehirn kann in keiner Weise durch Druck der Glasgefässwände Formveränderungen oder Verunstaltungen erleiden. Selbstverständlich ist bei diesen, wie bei allen Gehirnen

absolute Notwendigkeit, die Flüssigkeit möglichst fleissig zu wechseln; in der ersten Zeit täglich, und nicht erst dann, wenn die Flüssigkeit trüb geworden, es bilden sich sonst zu leicht Pilze, die nicht mehr weg zu bringen sind und das Gehirn erhält dann niemals eine Konsistenz, die es gut schnittfähig macht. Bei solchen embryonalen Gehirnen kann man es unterlassen, Einschnitte in die Hemisphären zu machen. Hat man die Gesichtsteile des Schädels und die Hirnschale nicht abgetragen, dann muss man das Gehirn vor dessen Verarbeitung etwa nach 10 bis 14tägiger Härtung aus dem Schädel herausnehmen, denn sonst wird es zu brüchig und zerfällt dabei gerade an der für uns wichtigsten Stelle, in der Chiasma- oder Thalamusgegend.

Vor der achten bis zehnten Woche sollten solche embryonalen Gehirne nicht der Müller'schen Flüssigkeit entnommen werden. Will man das Objekt früher schnittgerecht machen, dann kann man die Härtungszeit um mindestens die Hälfte durch Brutofenwärme (höchstens 37° C.) abkürzen. Ich ziehe, wenn thunlich, die langsame Härtung bei Zimmertemperatur bei weitem vor. Handelt es sich, wie in unserem Falle, um Anfertigung möglichst dünner, lückenloser Serienschnitte, von etwa Markstückgrösse, dann erweist sich das bei Brutofenwärme gehärtete Material oft etwas zu brüchig, es ist nicht geschmeidig und elastisch genug. Bei der Nachhärtung in Alkohol habe ich wiederum die in meiner Chiasmaarbeit aufgestellten Regeln mit Vorteil befolgt und kann nur empfehlen, bei ähnlichen Untersuchungen stets darnach zu handeln. Von der Müller'schen Flüssigkeit lege man die Objekte direkt, ohne vorheriger Spülung mit Wasser, erst in 60, dann 80 und 90% Alkohol bis zur Entfärbung der Flüssigkeit, und schütze die Objekte vor Licht. Vollständiges Klarbleiben des Alkohols ist nicht notwendig. Wenn die Gehirnstücke schon vorher gut gehärtet sind, kann man auch vor vollständiger Farblosigkeit des Alkohols zur Entwässerung und zu der bekannten Einbettung übergehen.

Anders muss man bei Gehirnen unreifer, reifer Früchte und mehrwöchentlicher Kinder verfahren. Diese müssen gleich, möglichst frisch, der Schädelhöhle entnommen werden. Bei unreifen und reifen Früchten kann man dabei wiederum die Schädelknochen in der früher erwähnten Weise lostrennen, und möglichst nahe an der Gehirnbasis mit einer starken Scheere abschneiden. Diese Art der Eröffnung des Schädels ist der üblichen mit der Säge vorzuziehen, da mit dieser das Gehirn leicht eingeschnitten wird, und dann nur schwer ganz und mit Schonung der für uns wichtigen Teile herauspräpariert werden kann. Es ist von grossem Vorteile an dem frischen Gehirne sofort die grossen Hemisphären in der üblichen Weise bis zum Corp. callosum abzutragen, ebenso das Kleinhirn mit Schonung der Brücke, und, mit zwei frontalen einander parallel gerichteten Schnitten, das Vorder- und Hinterhirn, so dass nur das Zwischenhirn, die Stammganglien mit den angrenzenden Gehirnteilen, übrig bleibt. Diesen Gehirnkern mit seiner Umgebung legt man nun mit der Basis nach oben, also auf die ziemlich ebene Schnittfläche der Hemisphären in ein genügend grosses Gefäss mit Müller'scher Flüssigkeit. Das Gefäss muss gross sein, damit man mit der ganzen Hand, auf der das Gehirnstück ruht, in dasselbe eingehen und das Objekt vorsichtig abstreifen kann. Will man ganz sicher gehen, dann legt man das Gehirn von Anfang an in ein entsprechend grosses Tüllstück, vollführt die Abtragung der Stücke auf demselben, schlägt es um, dass die Basis des Gehirnes nach oben sieht und taucht es mit dem Tüllstück in die Flüssigkeit. Auf diese Art wird das Hirn am meisten geschont und kann dasselbe auch beim Wechseln der Flüssigkeit, in und an der Tüllhülle, leicht und schonungsvoll aus dem Gefässe herausgenommen und wieder eingelegt werden. So behandelte Gehirne erlangen eine vorzügliche Konsistenz und können bei einiger Geschicklichkeit mit dem Jung'schen Mikrotom in tadellose Serienschritte von 10 μ Dicke zerlegt werden.

Sobald die Härtung nicht in dieser Weise vorgenommen, das Gehirn nicht frisch zerteilt worden war u. s. w., ist die Zerlegung in Serienschritte unvollkommen und schwer durchführbar.

Mit den Gehirnen mehrwöchentlicher Kinder verfährt man am besten ebenso, nur muss man dabei die Hirnschale in der gewöhnlichen Weise mit der Säge abtragen, da die Scheere nicht mehr leicht genug durchdringt.

In dieser Weise wurden 25 Gehirne von Embryonen, unreifen, reifen und überreifen Früchten gehärtet, mithin 50 Sehnervenstämme mit ihren Wurzeln aus den verschiedenen Altersstufen nach den verschiedensten Richtungen in Serienschritte zerlegt. Ausserdem kamen noch drei Gehirne zwei bis sechswöchentlicher Kinder, und zwei von Erwachsenen zur Untersuchung; im ganzen also 60 Sehstreifen mit ihren Wurzelganglien.

Äusserer Kniehöcker.

Es wurde schon anfangs erwähnt, dass die Verfolgung der fertigen, und sich mit Mark umhüllenden Fasern des Traktus in die Wurzelganglien, äusserst mühsam und zeitraubend ist, weil die Fasern in verschiedenen Ebenen verlaufen und sonach nicht ganz auf einem Schnitte zu treffen sind. Dies gilt aber nicht für alle Faserzüge; es giebt solche, die einen der Fläche nach gestreckten Verlauf haben, und bei denen man die Einzelfaser in ihrer ganzen Länge auf ein und demselben Präparate verfolgen kann. Für diese Fasern konnte der Verlauf, die Art des Ursprunges und Eintrittes in den Sehstreifen genau festgestellt werden; es konnte aber auch Genaues über die Entwicklung der Markhülle gefunden werden, denn es war für diese Fasern leichter dieselbe Schnittführung an den verschieden alten Gehirnteilen wieder zu finden, als für jene, welche nicht wie diese ihren bestimmten, in derselben Ebene vorgezeichneten Verlauf einhielten; besonders nachdem festgestellt worden war, in welcher Art die äussere Form des betreffenden unreifen Gehirnstückes von dem gleichwertigen einer reifen Frucht oder eines Erwachsenen abwich.

Für die zweite Gruppe von Faserzügen von weniger regelmässigem, gestrecktem Verlaufe war es nicht immer möglich, wenigstens mit Sicherheit nicht, an weniger entwickelten Gehirnen die passende Schnittführung wieder zu finden. Man kann wohl sagen, dass für diese Faserzüge in Bezug auf die Fest-

stellung ihrer Entwicklung mit nahezu unüberwindbaren technischen Schwierigkeiten zu kämpfen war. Man möge sich daher nicht wundern, wenn die entwicklungsgeschichtlichen Daten dieser Markfasergruppe nicht mit der erwünschten anatomischen Sicherheit festgestellt werden konnten.

Aus diesem Grunde scheint es mir passend, das ganz bedeutende mikroskopische Material so zu sichten, dass zunächst jene Markfasern in Bezug auf ihre Entwicklung und den Verlauf besprochen werden, welche mit jener Sicherheit verfolgt und studiert werden konnten, die für eine anatomische Studie erforderlich ist. Es hat diese Art der Beschreibung auch den Vorteil, dass das ohnehin an Einfachheit und Klarheit mangelnde Gebiet der Sehnervenwurzeln nicht noch mehr kompliziert und weniger verständlich werde. Endlich scheint es mir wünschenswert, bei der Beschreibung der Befunde den Weg wieder zu be-gehen, der bei der Untersuchung eingeschlagen worden ist.

In der Chiasmaarbeit konnte die Faser von vornherein von ihrer ersten Entwicklung an bis zur Vollendung studiert und beschrieben werden und daraus konnte ein sicherer Schluss auf ihren Verlauf gezogen werden. Bei der Untersuchung der Sehnervenwurzeln musste etwas anders vorgegangen werden. Es musste als erstes Untersuchungsobjekt ein solches hervorgeholt werden, an welchem voraussichtlich die einzelnen Faserzüge schon soweit entwickelt waren, dass sie sicher erkannt und verfolgt werden konnten, erst dann durfte und konnte man daran gehen, an weniger entwickelten Gehirnen diese Fasern wieder aufzusuchen, ihre Entwicklung zu studieren und die Beständigkeit ihres Verlaufes festzustellen.

Zu diesem Ende schien mir die ausgetragene oder nahezu ausgetragene Frucht am geeignetsten. In meiner früheren Arbeit hatte ich gefunden, dass die Achsencylinder erst im Chiasma des 2—3wöchentlichen Kindes wohl bis an ihr Ende mit Mark umgeben sind, dass sie aber immer noch zarter und dünner als beim

Erwachsenen sind und sozusagen in natürlicher Isolirung ihren Verlauf weit klarer verfolgbare machen. Da ich ferner für den Traktus das Chiasma und den Sehnerven festgestellt hatte, dass die Markumhüllung vom Centrum zur Peripherie vorschreitet, so konnte ich mit einiger Sicherheit vermuten, an der ausgetragenen oder nahezu ausgetragenen Frucht die besten Bedingungen für die vorerst festzustellende Schnittführung vorzufinden. Meine Voraussetzung erwies sich, wie es sich zeigen wird, als richtig und so behielt ich denn diese Entwicklungsstufe als Ausgangspunkt für die Untersuchung bei.

Ich habe es vorgezogen, für den Anfang unabhängig von allen vorliegenden gewiss nicht spärlichen Befunden vorzugehen. Ich habe mir also nicht vorgesetzt, diese oder jene Wurzel, von Diesem beschrieben, von Jenem geleugnet, wiederzufinden oder wegzuleugnen, sondern ich habe mir vorgenommen, nach einer mir passend und vorteilhaft erscheinenden Methode die in Betracht kommenden Centralganglien vom Traktus aus nach verschiedenen Richtungen hin in Serienschnitte zu zerlegen. Wohl nach einem Plane, doch nicht nach Bestimmtem suchend, mit der Absicht, dies oder jenes finden zu wollen! Ich kann nicht umhin, an dieser Stelle dieser Art der Untersuchung, sofern es sich um ernste anatomische Fragen handelt, über die viel und vieles geschrieben worden ist, das Wort zu sprechen. Es mag weniger geistreich sein, ohne vorher am grünen Tisch sich ausgedacht zu haben was man finden, ja ich möchte sagen, sehen will, an eine Untersuchung heranzutreten, sicher ist es weniger verfänglich und gefährlich und bei weitem befriedigender, weil wahrer. Was man erreicht, wenn man etwas beweisen will, hat sich in der viel besprochenen und beschriebenen Chiasmafrage deutlich gezeigt.

Bei allen Schnittführungen wurde darauf geachtet, wenigstens einen Teil des Traktus mit in die Schnittebene zu bekommen, damit man sicher sein konnte, dass die getroffenen Fasern wirk-

lich diesem angehören. So wurde denn von einer ausgetragenen, gleich nach der Geburt an Asphyxie abgestorbenen Frucht, nach genügend langer Härtung, der Traktus der einen Seite mitsamt dem dazugehörigen Thalamus, Corpus geniculatum internum und externum und mit dem darunterliegenden Gehirnstück ausgeschnitten. Durch einen frontal gerichteten Schnitt wurde dann der nicht mit dem Thalamus und Grosshirnschenkel verbundene Traktusanteil, demnach der freiliegende vordere Abschnitt beseitigt, sodass nur das Wurzelstück des Traktus mit dem angrenzenden Thalamusteil, den beiden Kniehöckern und dem angrenzenden Gehirnstücke vom Schläfenlappen übrig blieb.

Dieses Stück wurde zur Schnittführung so eingebettet, dass die Schnittebene in sagittaler Richtung durch die Längsachse des Traktusteiles und durch die schiefe Längsachse des Corpus geniculatum externum führte, jedoch so, dass der erste Schnitt noch ausserhalb der äusseren Fläche des äusseren Kniehöckers geführt wurde, die folgenden Schnitte daher den ganzen Kniehöcker von aussen nach innen, im Sinne von oben nach unten, in Serienschnitte zerlegten. Das angrenzende Traktusstück wurde dementsprechend ebenfalls von aussen nach innen her in Serienschnitte zerlegt, wobei die Längsachse des Sehstieles in sagittaler Richtung getroffen wurde. Die bezeichnete Schnittebene deckt sich nicht genau mit der Sagittalebene, weil der Traktus bekanntlich vom Kniehöcker aus nach vorne gegen das Chiasma zu konvergiert. Da ausserdem der äussere Kniehöcker selbst mit seiner Sagittalebene auch nicht senkrecht steht, sondern etwas nach innen oben und aussen unten geneigt ist, so erleidet die Schnittebene eine in doppeltem Sinne von der genauen Sagittalebene abweichende Richtung. Diese Richtung ergibt sich übrigens dadurch von selbst, dass man die flache Messerklinge zugleich an Traktus und Kniehöcker von aussen her so anlegt, dass die Fläche des Messers die gekrümmten Oberflächen der beiden Gebilde zugleich rein tangential berührt. Das Stück wird dann so

in den Mikrotomschlitten eingeklemmt, dass genau in dieser Richtung weitergeschnitten werden kann.

Es ist gewiss nicht gleichgiltig, ob man sich an diese Anordnung gehalten, denn nur wenn dies geschehen, gelingt es, an den Schnitten Wurzelfasern zu finden. Bei jeder anderen Richtung entstehen Bilder, welche eine ganz falsche Auffassung von dem Verhältnis des Traktus zum äusseren Kniehöcker veranlassen.

Untersucht man einen Schnitt aus dieser Serie und zwar einen, der etwa der Mitte des Corpus geniculatum entspräche, bei schwacher Vergrösserung (Z. Ob. a₃, Ok. 2), so sieht man (T. 1) vor allem den Durchschnitt des Kniehöckers in Form eines langgestreckten Ovals, das an einzelnen Stellen leichte Einkerbungen zeigt. Nach oben ist es mit einem scharfen, wohl markierten Rande frei begrenzt (untere schmale Kante), nach unten hebt es sich, nur am hinteren Ende mit einer scharfen Einkerbung versehen, von dem angrenzenden mehr homogen aussehendem Gewebe deutlich ab. Nach vorn geht das Oval in eine immer schmaler werdende, dann gleich breit bleibende, dunkler gefärbte Gewebsmasse, den Traktus, über. Schon bei dieser Vergrösserung erkennt man die Verschiedenartigkeit des Gewebes.

Im Bereiche des Corpus geniculatum sieht man allenthalben eine grobe Körnelung des Gewebes, die aber nicht über die ganze Fläche gleichmässig stark verteilt ist, sondern die Masse erscheint deutlich durch hellere, aber auch noch granulierte, streifenartig angeordnete Stellen in einzelne Segmente geteilt. So sieht man gerade an diesem Schnitte deren vier, wovon zwei besonders gross und auch wieder von mehr ovaler Form sind. Die Sonderung in diese vier Felder scheint dadurch entstanden, dass in der Gegend der hellen Streifen die rundlichen, gelblichen Gebilde weniger zahlreich als in den erwähnten Feldern angeordnet sind; es scheint nicht, als wären sie durch anderes Gewebe von einander geschieden.

Von der schmalen vorderen Seite her strahlen in die Masse des Kniehöckers blauschwarz gefärbte, äusserst feine Fäserchen büschelförmig ein, dieselben lassen sich peripheriewärts in den als Traktus erkannten schmalen Anteil des Schnittes verfolgen; da liegen dieselben Fäserchen ziemlich parallel, gleichsinnig mit der Längsrichtung des Tractus bei einander, zwischen sich deutliche, gelblich gefärbte, homogen aussehende Räume lassend, so dass die einzelnen Fäserchen, auch bei dieser schwachen Vergrösserung, als solche erkannt werden können.

Dort, wo diese Fasern vom Traktus in den Kniehöcker ausstrahlen, werden sie an einer Stelle, von einer etwa Zwanzigpfennigstück grossen Ansammlung von rundlichen Zellen, wie sie im Kniehöcker beschrieben wurden, auseinander gedrängt. Diese Stelle sieht ganz so aus wie die Kniehöckermasse selbst. Einzelne feine Fäserchen sieht man in diesen inselförmigen Zellenvielzahl sich einzuklinken, andere ziehen darüber hinweg und daran vorbei.

Diese feine Fasermasse, welche über diese Stelle hinweg weiter gegen den Kniehöcker zustrebt, lässt deutlich drei grössere Ausstrahlungsbündel erkennen, wovon eines, das mittlere, die grössere Fasermenge mit sich führt und in die Masse des Kniehöckers einstrahlt; die Fasern ziehen leicht divergierend geradezu als Einzelfasern in die zellige Masse ein. Man sieht schon bei dieser Vergrösserung, wie viele Einzelfasern ziemlich weit, andere weniger weit in die Masse des Kniehöckers vordringen und daselbst verschwinden oder aufhören. Ganz vereinzelte Fasern, gerade die mittelsten, reichen bis weit hinein, und beschreiben in schwacher Krümmung einen leichten Bogen nach der Mitte etwa des freien Randes des Kniehöckers. Gerade bis dorthin und noch etwas darüber hinaus, aber stets am äusseren freien Rande bleibend, reichen Fasern hinan, welche auch aus dem Traktus zu stammen scheinen, jedoch nirgends sichtbar sich in die eigentliche Kniehöckermasse ein-

senken. Diese Fasern, oder besser gesagt Faserstücke, denn dieselben lassen sich nicht auf lange Strecken hin verfolgen, begrenzen sozusagen nach Art von tangential verlaufenden Fasern den freien, äusseren Rand des Kniehöckers. Einzelne von ihnen, die mehr nach innen gelegen sind, scheinen doch zwischen die Zellen des Kniehöckers einzudringen und da aufzuhören.

Ein dritter, nicht unansehnlicher Faserkomplex aus dem Traktus zieht an der unteren, beziehentlich oberen Begrenzung des Kniehöckers entlang, und scheint diesen von dort her zu umgreifen, und die ganze Kniehöckermasse von der angrenzenden Gehirnssubstanz abzutrennen. Diese sind ebenfalls äusserst dünn und vielleicht noch weniger dicht gedrängt, als die vorher beschriebenen; ihre natürliche Isolierung ist daher ganz besonders auffallend. Sie ziehen in leichtem Bogen dem Kniehöckerrande entlang und lassen schon bei schwacher Vergrösserung ihre Beziehung zu diesem erkennen. Die dem Kniehöcker am nächsten gelegenen Fasern sind gegen denselben etwas stärker abgebogen, doch nicht plötzlich, sondern ganz allmählich und hören zwischen den Zellen auf, doch nicht am Rande der Kniehöckermasse, sondern deutlich innerhalb derselben.

Zwischen dieser Fasermasse, der erstbeschriebenen mittleren und derjenigen, welche den freien Rand des Kniehöckers begeht, entstehen infolge der Ausstrahlung der Nervenmasse zwei Buchten, in welche die Zellenmasse des Kniehöckers hineinragt. Eben an diesen Stellen sieht man überall, längs der ganzen Begrenzungslinie der Kniehöckermasse kürzere, feine Fäserchen, welche alle deutlich isoliert sich in die Zellenmasse des Corpus geniculatum laterale einsenken. Darnach ziehen nicht allein die aus den drei Hauptbündeln stammenden Markfasern des Traktus in den Kniehöcker ein, sondern es hat den Anschein, als bezöge dieser aus der ganzen Breite des Längsdurchschnittes des Sehtieles, einzeln verlaufende Fäserchen. Sicherer Aufschluss darüber kann nur die Untersuchung mit starken und stärksten Linsen geben.

Die dem Kniehöcker nach unten, beziehentlich oben angrenzende Gehirnmasse zeigt nichts besonderes, sie enthält keine Markfasern, sondern zerstreute rundliche Zellen und undeutlich streifig aussehendes, gelblich gefärbtes Gewebe. Hier sowohl als im Traktus und Kniehöcker sieht man, im Gewebe zerstreut, rundliche und längliche helle Stellen mit mehr oder weniger blauschwarzen Kügelchen erfüllt. Es sind dies wohl Längs- und Querschnitte von kleineren und grösseren Gefässchen, in denen die Blutzellen durch die Weigert'sche Methode, wie gewöhnlich bei nicht zu starker Entfärbung, dunkel gefärbt sind.

Die Untersuchung mit starker Vergrösserung giebt über manches Aufschluss, was bei schwacher nur vermutet werden konnte; die stärkste Vergrösserung stellt endlich, wie sich zeigen wird, die anatomische Zusammengehörigkeit der Ganglienzellen des Corpus geniculatum laterale und der Traktusfasern unumstösslich fest. Es lässt ja schon die Betrachtung bei schwacher Vergrösserung dies als beinahe sicher erscheinen; zur sicheren Thatsache wird die Zusammengehörigkeit erst durch den Nachweis von Ganglienzellen aus dem Kniehöcker, welche mit Fasern des Traktus zusammenhängen; wenn demnach die Ursprungsstellen der Traktusfasern klar gelegt sind. Aus der in dieser Art successiv vorgenommenen Untersuchung der ganzen Schnittserie kann dann auch ein Urteil über die Menge der Traktusfasern abgegeben werden, welche im Kniehöcker ihren Ursprung finden. Dies festzustellen, ist gewiss von grossem Werte, damit hängt ja überhaupt die ganze Auffassung der anatomischen und physiologischen Bedeutung des Corpus geniculatum laterale zusammen. Die einzelnen Forscher sind weder über den sicheren Ursprung von Traktusfasern im Kniehöcker im Klaren, noch viel weniger darüber, ob dieser als eigentliche Wurzelstätte zu betrachten sei. In der hierfür massgebendsten, weil jüngsten anatomischen Arbeit Stillings (3) aus dem Jahre 1882 heisst es an der darauf bezüglichen Stelle (S. 43): „... Unzweifelhaft

endigt ein Teil der Traktusfasern in den Zellen des Corpus geniculatum laterale, der grössere tritt jedoch zwischen den grauen Schichten hindurch und vereinigen sich die hindurchgetretenen Züge wieder auf der Thalamusseite. Dies zeigen in voller Übereinstimmung Faserung wie Querschnitte. . . . Als einen eigentlichen Ursprungskern des Traktus darf man daher diesen Körper nicht betrachten, sondern als ein eingeschobenes Ganglion, wie schon früher ausgesprochen worden ist. . . .“ In wieweit sich Stillings Ansicht bestätigen wird oder umstossen lässt, wird weitere Beschreibung und Besprechung zeigen.

Bei starker Vergrösserung (DD. u. F. Zeiss Oc. 3) erscheint das Ganglion, wie schon Henle (4) sagt: (S. 283) „. . . . dicht erfüllt von ästigen, meist spindelförmigen, im längsten Durchmesser 0,01 bis 0,02 mm messenden, von unregelmässigen hellen Säumen umgebenen Zellen“ Die schon früher beschriebenen dunkler erscheinenden Felder sind viel dichter mit Ganglienzellen erfüllt, die Zwischenräume der einzelnen Zellen sind viel kleiner, es sehen daher diese Partien weit dunkler und dichter aus, während die schon erwähnten helleren Streifen zwischen den dunkleren, dichten Zellansammlungen eine weniger dichte Aneinanderdrängung von Zellen aufweisen. Man sieht da mehr das helle faserige Grundgewebe durchschimmern. Allenthalben, hier sowohl wie dort, sieht man zwischen den meist multipolaren Zellen ein unentwirrbares Durcheinander von Protoplasmafortsätzen und nackten Achsencylindern. Je näher man dem Traktusanfang kommt, desto weniger regellos durch- und überkreuzen sich diese feinsten Fäserchen. An einzelnen Fasern kann man ganz deutlich sehen, wie der nackte Achsencylinder allmählich besser sichtbar, dicker wird, bis er am Traktusursprung zur deutlichen blauschwarz gefärbten Markfaser geworden.

Diese wichtige Thatsache ist besonders am Traktusanfang zu erkennen, dort wo die Markfasern in den Kniehöcker ausstrahlen und zugleich auseinander treten.

Nicht alle Markhüllen enden hier gleichzeitig, die Nervenfasern dringen, bald mehr bald weniger weit mit Mark umgeben, in die Kniehöckermasse ein, so dass das Markloswerden, oder besser gesagt, die Bekleidung des nackten Achseneylinders mit Mark vom Kniehöcker gegen den Traktus hin ganz allmählich und nicht für alle Fasern gleichzeitig beginnt. Man sieht manche Faser noch weit innerhalb der Kniehöckermasse ganz wenig, eben merklich mit Mark umgeben, während andere Fasern wieder gerade dort, wo die Ganglienzellenmasse aufhört, die ersten Markschollen und Markanschwellungen sehen lassen.

Schon dieser Befund an dem einen Schnitte würde genügen, um mit Sicherheit anzunehmen, dass der äussere Kniehöcker für eine grosse Menge von Traktusfasern Ursprungsstätte ist. Der letzte Beweis hiefür, der Zusammenhang der nackten Achseneylinderfaser mit der Ganglienzelle, würde in diesem Falle die Sicherheit kaum erhöhen können. Ginge die Hauptmasse der Traktusfasern durch die Ganglienmasse hindurch und vereinigten sich die hindurchgetretenen Züge wieder auf der Thalamusseite, dann müsste man auf dem Schnitte viel mehr Fasern sehen, welche vom Traktusanfang durch die Ganglienmasse bis jenseits derselben, gleichmässig mit Mark umgeben, verlaufen. Und wenn angegeben würde, dass diese Fasern vielleicht nicht in derselben Ebene bleiben, daher nicht auf der ganzen langen Strecke verfolgt werden können, so müsste man doch in diesem und allen anderen Schnitten viel mehr Fasern sehen, welche innerhalb der Ganglienzellenmassen bald früher, bald später, gleichviel wo, plötzlich als abgeschnittene Faser, in voller Markbekleidung wie das zugehörige Traktusstück, aufhören. Es müssten viel mehr solche Fasern angetroffen werden als Fasern, welche innerhalb oder am Anfange der Ganglienzellenmasse marklos erscheinen; weil ja jene durchziehenden Fasern den grösseren Teil der Fasermasse ausmachen sollen.

Mehr lässt sich an diesem und allen anderen nach der

Weigert'schen Methode gefärbten Schnitten nicht erkennen. So vortreffliches sie leistet, um Markfasern, beginnende Markbildung kenntlich zu machen, so wenig ist sie im stande, klare Bilder zu liefern, wenn es sich darum handelt, Ganglienzellen mit ihren Fortsätzen und nackte Achsencylinder distinkt zu färben, um über das allenfalls zu sehende gegenseitige Verhältnis dieser Gebilde ins Klare zu kommen. Nach der Weigert'schen Methode färbt sich eben alles, was nicht Mark oder Blut ist, ziemlich gleichmässig gelblich, ohne gehörige Differenzierung. Bei so innigem Ineinandergehen der Protoplasmafortsätze und der dichtgedrängten Ganglienzellen und bei der innigen Verflechtung der Achsencylinder ist eine gut differenzierende Färbung die Hauptsache, durch die allein ist man in Stand gesetzt, wenigstens annähernd, einen klaren Einblick in das Maschenwerk zu erlangen und einzelne Fasern herauszuheben, an denen der noch fehlende Beweis der Zusammengehörigkeit von Ganglienzelle und Nervenfasern festgestellt werden kann.

Zu diesem Behufe muss man sich der Kern- und Doppel-färbungen bedienen. Es wurden alle üblichen angewendet (Borax — Lythionkarmin, Pikrokarmin, Nigrosin, Goldfärbung u. s. w.). Den besten Erfolg gewährte die Haematoxylinfärbung mit nachfolgender Säurebehandlung. Die Schnitte werden einige Stunden in Wasser, dann über Nacht (etwa 10—12 Stunden) in verdünnte Haematoxylinlösung (1:3) gelegt. Die dunkelblauen stark überfärbten Schnitte bringt man darauf in angesäuerten Alkohol (15 Tropfen Salzsäure auf 150 Gr. 70% Alkohol) und lässt sie solange darin (1—5 Minuten), bis das wohl immer noch anhängende Celloidin ganz farblos geworden. Der Schnitt selbst nimmt dabei eine violette bis rötliche, recht blasse Färbung an. Sind die Schnitte soweit entfärbt, so überführt man sie in viel Wasser und zwar in Leitungs-, nicht destilliertes Wasser. Man kann sie beliebig lange darin liegen lassen, sie nehmen allmählich eine entschieden blaue, dunklere Färbung

an und können gleich nach Entwässerung u. s. w. untersucht werden, oder vorher noch in schwacher Eosinlösung nachgefärbt werden. Ich ziehe die alleinige so beschriebene Haematoxylinfärbung jeder anderen vor. Nimmt man kein Leitungswasser, sondern destilliertes, so behalten die Schnitte immer noch einen Stich ins Rötliche und gewähren keinen so klaren Einblick ins Einzelne.

So behandelte Schnitte eignen sich am besten zur Feststellung von Nervenendigungen, oder besser gesagt Nervenursprüngen. Die Ganglienzellen, ihre Fortsätze und die nackten Achsencylinder sind ganz distinkt, wenn auch blass gefärbt und was die Hauptsache ist, die einzelnen Formelemente sind recht deutlich von einander differenziert. Untersucht man solche Schnitte mit apochromatem Trocken-System (Zeiss), so fällt es nicht schwer, in jedem Schnitte wohl verschiedene Ganglienzellen zu finden, deren Fortsätze mit nackten Achsencyclindern verbunden sind, welchen nach der Traktusseite hinstreben und in Markfasern übergehen. Es fällt nicht schwer, an einzelnen Stellen mit diesen vorzüglichsten Linsen die feinen Unterschiede im Aussehen des Ganglienzellenfortsatzes und des nackten Achsencylinders festzustellen. Ersterer zeigt, abgesehen von seiner bekannten Form, eine deutliche, äusserst zarte, mit gewöhnlichen Linsen kaum sichtbare Pünktelung, die nicht regelmässig angeordnet ist, es wechseln stets dichtere Stellen mit dünner besäeten ab. Plötzlich hört diese Tüpfelung auf. Die Konturen sind weniger scharf gezeichnet, der Fortsatz geht in eine zarte, ganz hellblau begrenzte, äusserst feine Faser aus. An der Faser ist ganz deutlich ein für sich charakteristischer, eben kenntlicher Glanz zu bemerken, den alle nach dieser Methode gefärbten Achsencylinder erkennen lassen. Dort, wo das Mark die nackten Fasern zu umhüllen beginnt, ist diese um etwas wenigens dicker und was besonders auffallend, dunkler, und unregelmässiger konturirt. Die Farbenunterschiede

und das verschiedene Aussehen der drei Formelemente sind nicht so auffallend, dass sie ohne weiteres und von Jedem gesehen werden. Im Gegenteil, es bedarf aufmerksamer und genauer, anhaltender Untersuchung mit den besten Hilfsmitteln, bevor man die Unterschiede überhaupt erkennt, wenn man aber einmal soweit ist, dann bleibt der Eindruck als bestimmter erhalten und man kann nicht mehr fehl gehen. — Alle anderen Färbemittel leisten weniger.

Leider gelingt es nicht, Weigert's Methode mit einer solchen kernfärbenden zu kombinieren; dann hätte man den Vorteil, zugleich auch, im selben Schnitte, über die Markbildung orientiert zu sein; der markhaltige Teil des Nerven ist nämlich bei der Haematoxylinfärbung am wenigsten deutlich differenziert.

Die Färbung Pal's eignet sich ganz besonders zu Nachfärbungen des Gewebes und der Ganglienzellen, weil diese Gewebe bei der Behandlung mit Oxalsäure beinahe farblos werden und nicht wie bei Weigert's Färbung gelb bleiben. Trotzdem fand Pal's Methode keine Anwendung. Dieselbe ist für unsere Zwecke, wo es sich um die Färbung nicht fertig gebildeter Markfasern handelt, unbrauchbar und ihre Anwendung entschieden zu widerraten; für das Gehirn und Rückenmark Erwachsener mag sie brauchbar sein. Wo es sich aber darum handelt, Anfänge von Markanlagen, dünne Markfasern zu färben, da darf man sich keiner Methode bedienen, bei welcher die Differenzierung so rasch vor sich geht, dass man gar nicht imstande ist, den richtigen Moment derselben festzustellen. Man kann sich leicht davon überzeugen, wenn man gleichaltrige Gehirnteile nach beiden Methoden färbt; die nach Pal behandelten Schnitte zeigen viel weniger mit Mark umhüllte Fasern und die sichtbaren sind blasser und undeutlicher gefärbt; man hat sonach niemals eine richtige Vorstellung vom Grade der Markentwicklung.

Ich möchte bei dieser Gelegenheit nicht unerwähnt lassen,

dass auch die Weigert'sche Methode für embryonales Nervensystem besonders sorgfältig gehandhabt werden muss. Hat man die Entfärbungsflüssigkeit nicht vollständig ausgewaschen, so blassen die Schnitte stark nach und die feinen Fäserchen sind nach Wochen nur mehr schlecht zu sehen. Ich habe gefunden, dass sie dies nicht thun, wenn man die Schnitte lange mit Leitungswasser, nicht mit destilliertem, auswäscht und das Wasser oft wechselt. So behandelte Schnitte bleiben unverändert, vorausgesetzt, dass im Balsam kein Chloroform enthalten ist; jener darf nur in Xylol gelöst sein oder man verwendet vorteilhaft durch Wärme flüssig gemachten Dammer-Lack.

Was das Aussehen der Traktusfasern selbst anlangt, so lässt sich bei Untersuchung mit stärkerer Vergrösserung das beiläufig feststellen, was seiner Zeit (l. c. 5) für die Traktusfasern in der Nähe des Chiasma von 2—3 wöchentlichen Kindern gefunden wurde.

Die Markfasern sind in gewissem Sinne ganz mit Mark bekleidet, insofern als die Hülle nirgends vollständig unterbrochen, dieselbe ist aber noch äusserst dünn und zart; auch sieht man noch vielfach jene knotenartigen Anschwellungen, die sich erst allmählich ausgleichen und sozusagen das Markmaterial solange in sich aufgespeichert behalten. Die Räume zwischen den Einzelfasern sind infolge der Dünnhheit dieser noch so gross, dass die Einzelfasern vollkommen isoliert sind, sich daher mit Leichtigkeit weithin verfolgen lassen. Freie Zellen finden sich in den Interstitien wenig mehr, zerstreut finden sich solche noch da und dort vor. Das Chiasma des gleichaltrigen Individuums zeigt dieselben in weit grösserer Menge. Auch werden wir sie an dieser Stelle bei jüngeren Exemplaren zahlreicher vorfinden.

Was eben an vorliegendem Schnitte beschrieben wurde, lässt sich nicht von allen der betreffenden Serie sagen. Während das Aussehen des Kniehöckerdurchschnittes und des Traktus selbst keine Verschiedenheit zeigt, so bietet die Einstrahlungs-

weise der Traktusfasern in die Kniehöckerzellen wechselndes Aussehen. Jedoch so, dass wir das beschriebene Bild in zahlreichen Schnitten in ganz derselben Weise wiederkehren sehen, während die dazwischen liegenden Schnitte andere Verhältnisse, andere Ursprungsstellen der Traktusfasern zeigen. Gerade die Verschiedenheit des Aussehens giebt uns bei Durchsicht der ganzen Schnittserie einen klaren Einblick in die Topographie dieser wichtigen Sehnervenwurzel und klärt einigermaßen die sich widersprechenden Ansichten, welche über die Beziehungen zwischen äusserem Kniehöcker und Sehnerv herrschten und zum Teil noch herrschen.

Durchmustert man die ganze Schnittserie, so findet man alle zehn bis fünfzehn Schnitte, an mehreren aufeinander folgenden, ähnliche Befunde, wie sie im vorhergehenden beschrieben wurden. An allen anderen Schnitten sehen die Traktusfasern dort, wo der Kniehöcker anfängt, wie abgeschnitten aus; es fehlt auch die Einteilung der Fasermasse in drei oder mehr Hauptbündel, welche, wie beschrieben, in die Kniehöckermasse ungleichmässig weit hineinragen. Hingegen sieht man an den in einer gegen den Kniehöcker zu konkaven Linie angeordneten Traktusfasern, nur ab und zu Achsencylinderfortsätze in die Ganglienzellenmasse eintreten; es endigt sonach die weitaus grössere Mehrzahl der Traktusfasern mit markhaltigem Teile, am Kniehöcker.

Da nun die Fasern an den Einstrahlungsstellen zu mächtigen Bündeln zusammengedrängt erscheinen; solche Strahlenbündel nur auf einer in bestimmten Zwischenräumen wiederkehrenden Serie deutlich ausgeprägt zu sehen sind; an den anderen dazwischen liegenden Schnitten die Fasern in geringerer Anzahl und dann vereinzelt in die Zellenmassen verfolgbar sind; die übrigen Fasern endlich mehr weniger im Markteil abgeschnitten erscheinen: so kann man mit Bestimmtheit annehmen, dass die Traktusfasern mit strahlenförmig und zugleich fächerförmig angeordneten Wurzelbündeln

aus dem äusseren Kniehöcker entspringen, dass dazwischen aber auch zerstreute Fasern einzeln von den Ganglienzellen abgehen und in den Zwischenräumen der strahlenförmigen Wurzelfächer in die Fasermasse des Traktus eintreten.

Die strahlenförmigen Faserbündel liegen parallel zur früher beschriebenen Schnittrichtung, in einer demnach zum Individuum nahezu sagittal gerichteten Ebene. Die Strahlen selbst haben keine nennenswerte Dicke in frontaler Richtung, denn nur auf wenigen aufeinanderfolgenden Schnitten (5—10) wird solche Faseranordnung gefunden. Die Stelle der grössten Faseransammlung in frontaler Richtung liegt in verschiedenen Höhen, sodass von vornherein nicht zu erwarten war, bei Anlegung von Horizontalschnitten für die Wurzelfasern günstige Verhältnisse anzutreffen.

Es wurden auch, nachdem der beschriebene Befund als immer wiederkehrend festgestellt war, ein gleichaltriger Traktus mit äusserem Kniehöcker in Horizontalschnitte zerlegt und zwar so, dass die Schnittebene durch Traktus (Horizontallängsschnitt) und Kniehöcker (Horizontallängsschnitt) in derselben horizontalen Ebene lag. Wenn die Deutung der Sagittalseienschnitte, wie wir sie eben gegeben, richtig war, so musste man jetzt allenthalben in den Schnitten vereinzelte, durch verschieden grosse Zwischenräume getrennte, dünne, nur wenige Fasern führende Faserzüge in die Kniehöckermasse eingetragen finden. Dies war auch der Fall. Nur an vereinzelter Stellen, die durch grosse Ganglienzellenzwischenräume getrennt waren, konnte man immer vereinzelte Fasern finden, welche aus den schmalen Faserbündelchen heraus, am nackten Achsencylinder in die Ganglienzellenmasse verfolgbar waren.

Wenn man sich erinnert, dass wir an den fächerförmig angeordneten Strahlenbündeln als konstanten Befund auch das in der Sagittalebene wirklich strahlenförmige Auseinandertreten erwähnten, so darf es nicht Wunder nehmen, wenn auf Horizontal-

schnitten immer nur vereinzelte Markfasern aus diesen Wurzelstrahlen in Verbindung mit Achsencylindern angetroffen werden. Alle anderen Fasern liegen eben in einer zur Schnittfläche wenig, aber immerhin merklich geneigten Ebene, diese können sonach nicht in ihrer Kontinuität getroffen werden. Sie erscheinen in ihrem Markteile wie abgeschnitten, in ähnlicher Weise wie an den Sagittalschnitten, die zwischen den Fächerstrahlen liegenden Markfasern. Aber auch diese trifft man in den Horizontalschnitten nicht sehr zahlreich in Verbindung mit ihrem Achsencylinderanteil an, auch von diesen erscheinen die meisten in ihrem Markanteile abgeschnitten. Daraus geht hervor, dass die zwischen den beschriebenen Strahlenbündeln liegenden Traktusfasern wohl auch alle im Kniehöckerganglion entspringen. Sie werden aber auf Horizontal- und Sagittalschnitten deswegen nur zum geringeren Teile mit Achsencylindern und Ganglienzellenfortsätzen in Verbindung angetroffen, weil sie beim Übergang in die Ganglienzellenmasse, wenn auch nur um ein geringes, so doch merklich genug auseinander treten, um nicht mehr in derselben Schnittebene zu liegen, wie die ihnen zugehörigen Traktusteile.

Wer sich daher damit begnügt, den Traktus und das Corpus geniculatum externum in horizontale Serienschritte zu zerlegen, der wird alle Berechtigung dazu haben, dieses Ganglion als ein für den Ursprung des Sehnerven geradezu nebensächliches zu halten; ja er wird nicht einmal mit absoluter Sicherheit annehmen können, dass wirklich Traktusfasern diesem Ganglion entspringen.

Durch die Zerlegung der beiden Gebilde in bestimmt angegebene Sagittalschnitte wird sich einem Jeden diese Ansicht als vollkommen irrig und falsch darthun. Durch die Kombination der beiden Schnittrichtungen und kritische Beurteilung jener Schnitte, die wenig Wurzelfasern führen, wird das wahre Verhältnis zwischen Sehstiel und äusserem Kniehöcker vollkommen klargestellt. Niemand, der dieser Beschreibung gefolgt ist, oder die freilich mühsame embryologisch-anatomische Untersuchung selbst

nachgemacht hat, wird leugnen können, dass der äussere Kniehöcker eine äusserst wichtige Wurzelstätte für die Traktusfasern ist. Es ist darnach das Ganglion sehr wohl als eigentlicher Ursprungskern des Traktus zu betrachten und gewiss nicht „... als ein eingeschobenes Ganglion . . . durch das der grössere Teil der Traktusfasern hindurch tritt. . . .“

Giebt es überhaupt Fasern, welche am Kniehöcker vorbeiziehen, ohne in diesem zu endigen? Fasern, die nach Stilling und Anderen zum grösseren Teil zwischen den grauen Schichten hindurchtreten und sich auf der Thalamusseite wieder vereinigen?

Fasern, welche die grauen Schichten des Kniehöckers durchsetzen, ohne in denselben zu endigen, konnten bei der Durchmusterung von Sagittalseienschnitten aus verschiedenen Altersstufen, nicht festgestellt werden. Hingegen wurden in vielen Schnitten die schon beschriebenen Fasern angetroffen, welche, wie in der Abbildung sichtbar, am freien Rande des Kniehöckers gleichsam tangential verlaufen. Dass diese Fasern auch dem Traktus angehören, unterliegt keinem Zweifel, dieselben konnten immer wieder in diesen hinein verfolgt werden. Was ihr Verhältnis zum Kniehöcker und ihren Verlauf anlangt, so war es nicht ganz leicht, sich darüber ein klares Bild zu verschaffen. Es gelang aber, wie schon früher erwähnt, an vielen Fasern, welche am freien Rande des Kniehöckers lagen und nicht bis in den Traktus verfolgt werden konnten, weil es sich bloss um Faserstücke handelte, Achsencylinderfortsätze nachzuweisen, welche in die Kniehöckerzellengruppe hineinragten; ein Beweis dafür, dass Fasern davon mit dem Kniehöcker zusammenhängen. Da nicht die meisten, geschweige denn alle Fasern solche Fortsätze erkennen liessen, nur wenige auf einem und demselben Schnitt bis in den Traktus verfolgbar waren, so liegt es nahe, anzunehmen, dass die Fasern von einem weiter nach aussen liegenden Teile des Kniehöckers in einen weiter nach innen liegenden Teil des Traktus gelangen, sonach auf dem Wege vom

Kniehöcker bis zum Traktus, von der äusseren Seite des Ganglion, wo sie entspringen, am äusseren freien Rande desselben in tangentialer Richtung verlaufen, und sich dann in den nach innen gelegenen Anteil des Traktus einsenken. Dadurch, dass diese Fasern an verschiedenen Stellen der oberflächlicher gelegenen Schichten des Kniehöckers entspringen, sind sie verschieden lang und verlaufen auf der konvexen Oberfläche desselben in sich unregelmässig durchkreuzender Richtung immer eine mehr tangentiale Lage einhaltend. Durch diese Verlaufsart ist es nie möglich, Fasern auf einem längeren Wege im selben Schnitte anzutreffen, wohl aber gewahrt man an manchen Schnitten einen ganzen Faserkomplex vom Traktus aus gegen den freien Rand des Kniehöckers hin ziehen, um ihn bald wie abgeschnitten enden zu sehen. Auf demselben Schnitte sieht man dann den freien Kniehöckerrand von Faserstücken bedeckt, welche sich nicht in den Traktus verfolgen lassen, also von weiter innen gelegenen Teilen desselben stammen; endlich findet man an manchen dieser Faserstücke Achsencylinderfortsätze, ohne aber auf demselben Schnitte einen Zusammenhang mit Traktusfasern feststellen zu können.

Auch an den Traktusfasern, welche von dem entgegengesetzten Anteil des Kniehöckers stammen, sind ähnliche, wenn auch nicht ganz so verwickelte Verhältnisse wahrzunehmen, welche der Einfachheit halber früher nicht erwähnt wurden, im Anschluss an die eben beschriebenen tangentialverlaufenden Fasern aber gebührende Erwähnung finden müssen.

Bei genauer Durchsicht dieses auf der Abbildung (Taf. I) unten liegenden Faserkomplexes kann man wohl die weitaus grösste Mehrzahl der Fasern, vom Traktus bis zum Kniehöcker, in continuo verfolgen und ebenso Achsencylinderfortsätze feststellen. Bei vielen anderen gelingt dies aber nicht, sondern sie sind nur als kleine Faserstücke kenntlich, bei denen man bald Achsencylinderfortsätze sieht, bald nicht, die also ebenfalls von mehr innen

gelegenen Traktusteilen nach mehr vorne aussen und oben gelegenen Kniehöckerstellen, oder umgekehrt, verlaufen. Es ist, wie schon gesagt, diese Verlaufsrichtung nur für die geringere Anzahl von Fasern anzunehmen, während an den früher beschriebenen am freien Rande des Kniehöckers gelegenen Fasern dies für die weitaus meisten und in weit höherem Maasse gilt; jene Fasern beschreiben weitaus grössere und längere Bogen als die unten gelegenen. Kombiniert man die Verlaufsrichtung dieser beiden in den oberflächlichen Schichten des Kniehöckers entspringenden und verlaufenden Fasern, indem man sich die Seriensechnitte aneinander gelegt denkt, so dass Traktus und Kniehöcker ihre körperliche natürliche Form wieder erlangen, dann erhält man erst die richtige Vorstellung von der Anordnung dieser Fasern. Man kann wohl sagen, dass sie in gewissem Sinne den Kniehöcker von vorne her, etwas um die Längsachse von innen nach aussen gedreht, umgreifen und an verschiedenen weit nach vorne oder hinten gelegenen Stellen des Kniehöckers in dessen Masse sich einsenken, beziehentlich dort entspringen. — Auch für diese Gruppe von Fasern, welche eine ganz besondere Art des Ursprungs und des Verlaufes zu Eigen hat, ist der äussere Kniehöcker gewiss kein eingeschobenes Ganglion, sondern er muss als ihr eigentlicher Ursprungskern gelten.

Die Frage, ob Fasern vom Traktus das Ganglion blos als Durchtritt benützen, muss demnach auch für diese Fasergruppe, welche in diesem Sinne noch am meisten zweifelhaft erscheinen konnte, entschieden verneint werden. Andere Fasern sind aber weder bei dieser noch bei horizontaler Schnittführung zu treffen; selbst bei Anlegung einer zwischen den Hauptebenen schief gelegenen Schnittebene sind keine anders verlaufende Fasern zu sehen. Es lässt sich daher mit Sicherheit sagen, dass nach der beschriebenen Methode zwei Hauptarten von Traktusfasern kenntlich gemacht wurden, welche alle theils direkt, theils indirekt durch Ergänzung der Serien, in den Kniehöcker, als Ursprungs-

stätte zurückverfolgt werden können; sie werden in so grosser Menge angetroffen, dass wohl kaum Fasern übrig bleiben können, die anders verlaufen als die beschriebenen.

Untersucht man in derselben Weise den Sehstiel und äusseren Kniehöcker eines Erwachsenen, so findet man von alledem, was eben an der reifen Frucht gesehen und beschrieben worden war, nichts, zum mindesten nicht in wünschenswerter Klarheit. Man erlangt wohl den Eindruck, als zögen, der Hauptmasse nach, die Fasern aus dem Kniehöcker in den Traktus ein; ob aber die Fasern da entspringen oder nur durch und vorüberziehen, lässt sich gar nicht klarstellen. Die Markscheiden sind vollkommen ausgewachsen, stark entwickelt, die einzelnen Fasern liegen dicht aneinander, von einer natürlichen Isolierung ist nichts mehr zu sehen, an eine erfolgreiche Verfolgung der Einzelfaser sonach nicht mehr zu denken. Gerade jene an der Oberfläche des Kniehöckers liegenden Fasern bieten hier ein unentwirrbares Geflecht, an dem man am ehesten den Eindruck gewinnt, als handelte es sich um Faserkomplexe, welche den Kniehöcker blos bedecken, ihn förmlich einkleiden, ohne irgendwie mit ihm und seinen Zellen in einem ursächlichen Verhältnisse zu stehen. Im Tractus selbst ist dieselbe Veränderung vor sich gegangen, auch da sieht man eine dichtgedrängte Faser-masse; zwischen den einzelnen Fasern liegen kaum mehr, jedenfalls nicht nennenswerte Räume, wodurch Einzelfasern deutlich sichtbar werden, und die Fasern selbst bieten nicht mehr das zarte, stellenweise variköse Aussehen, sondern sie lassen eine mehr gleichmässige Stärke erkennen, ohne die für jugendliche Markfasern so charakteristischen Anschwellungen.

An den Gehirnteilen jugendlicher Individuen — Kinder von einigen Wochen bis Monaten — kann man die Verhältnisse immer noch ziemlich deutlich übersehen, besonders wenn man vorher die unreife und reife Frucht genau untersucht hat.

Die Untersuchung der embryonalen Gehirne bis zur reifen Frucht ergibt Verhältnisse, die sich in gewissem Sinne mit denen für das Chiasma decken. Jedenfalls ist die Art der Bildung der Markhülle dieselbe, wenn auch die Zeiten andere sind.

Zur Klarstellung der zeitlichen und örtlichen Markumhüllung dieser als äussere Kniehöckerwurzeln zu bezeichnenden Traktusfasern kamen Embryonen und unreife Früchte von 14 bis 16, 20—22, 28—30 und 36—40 Wochen zur Untersuchung.

Bei jüngeren als 14—16 Wochen alten Individuen sieht man makroskopisch gar keine deutliche Gliederung an der Stelle der Kniehöcker; die Ganglienzellengruppen sind wohl vorhanden, die charakteristische äussere Form der Kniehöcker und des in den äusseren und inneren Höcker einstrahlenden Traktus, das heisst die an entwickelteren Gehirnen äusserlich sichtbare Zweigliederung des centralsten Traktusstückes, ist aber noch gar nicht erkennbar. Erst bei 20—22—24 Wochen alten Früchten gewinnt die äussere Form dieser Gebilde an Ausdruck. Die Entwicklung der Kniehöcker nimmt langsam aber stetig zu und erlangt bei der reifen Frucht insofern ihren Höhepunkt, als die Form als solche von nun an konstant bleibt, wenn auch die Lageverhältnisse der Gebilde zueinander durch das noch fortschreitende Wachstum weitere Verschiebungen erleiden. Davon überzeugt man sich am leichtesten, wenn man die Lageverhältnisse zwischen Vierhügel, Kniehöcker und Sehstiel bei einer unreifen und reifen Frucht mit denen bei einem mehrwöchentlichen oder -monatlichen Kinde und einem Erwachsenen vergleicht.

Der äusseren Form entsprechend, zeigen auch die mikroskopischen Schnitte so junger Embryonen (14—16 Wochen) wenig Entwicklung, im Allgemeinen gar keine in Bezug auf die Markumhüllung der Traktusfasern.

In der Gegend des äusseren Kniehöckers, der äusserlich gar nicht deutlich kenntlich ist, finden sich auf den Schnitten Ganglienzellenhäufen, an welchen aber keine Sonderung in bestimmte Be-

zirke, wie wir sie an der reifen Frucht gefunden, zu sehen ist. Diese Sonderung ist erst an der nahezu reifen Frucht bestimmt ausgebildet. Die Gegend des Traktus zeigt die parallel verlaufenden, äusserst zarten, bei starker Vergrösserung als solche erkennbaren nackten Achsencylinder. Von der Art der Ausstrahlung der Fasern aus dem Ganglienzellenhaufen ist begreiflicher Weise nichts zu erkennen. Dazu sind die Verhältnisse zu klein, die nackten Achsencylinder zu schwer, oder besser gesagt, gar nicht zu verfolgen. Der Reichtum an freien lymphoiden Zellen ist äusserst gross, dieselben liegen besonders massig im Traktusanteile des Schnittes zwischen den an ihrer äusserst zarten, eben merklichen Streifung kenntlichen Achsencylindern. Es ist dies ein ähnliches Bild, wie wir es seiner Zeit im Chiasma von Embryonen aus der 18.—20. Woche, angetroffen haben; da wie dort sieht man neben den zum grössten Teil deutlich frei zwischen den Achsencylindern liegenden Zellen, die grosse Ähnlichkeit haben mit Leukocyten, andere liegen, welche man für Zellen der interfibrillären Substanz ansehen möchte. Sie färben sich nach Weigert schwarz oder doch dunkel, wenn die Schnitte nicht zu lange in der Entfärbungsflüssigkeit gelegen haben, und lassen einen grossen runden Kern, umgeben von einer dünnen Schicht Protoplasma, erkennen. Auch das Kapillargefässnetz ist vorhanden, aber lange nicht so dicht und reich an Längsschnitten von Gefässen, wie in der Chiasmagegend.

Die nächst ältere 20—22 Wochen alte Frucht bietet schon ein etwas anderes Bild. Bei schwacher Vergrösserung freilich nicht, da sieht man nichts als Andeutungen von zelligen und faserigen Gebilden, Ganglienzellen und Achsencylindern und freien Zellen, nicht viel anders als beim vorhergehenden Objekte.

Nimmt man jedoch starke Vergrösserung zu Hilfe, dann gewahrt man wohl Manches, was bis jetzt noch nicht erwähnt werden konnte. Auch hiefür findet man am Chiasmabefunde von Früchten aus der 30. Woche viel ähnliches. Es treten auch

hier die damals beschriebenen, noch vereinzelt, meist mehr länglichen Anschwellungen an den Achsencylindern auf. Auch diese sind weniger durchlässig für Licht, als die übrigen Achsencylinderteile, sie erscheinen infolge dessen nicht so hellgelb, stark lichtbrechend und etwas glänzend, sondern mehr trübe ins Grauliche übergehend. Dieser graulich-schwarze Farbenton beschränkt sich nicht bloss auf die betreffende Anschwellung, sondern er lässt sich von dieser aus nach beiden Richtungen hin, mehr oder weniger weit verfolgen, um dann wieder in die helle, glänzende Linie, den nackten Achsencylinder, überzugehen. Lässt sich die einzelne Faser auf eine längere Strecke verfolgen, so findet man mehrere solche Anschwellungen mit ihren allmählich sich verjüngenden Ausläufern, durch kurze nackte Achsencylinderstücke aneinander gereiht.

Es konnte ziemlich konstant festgestellt werden, dass solche Achsencylinder mit beginnender Markumhüllung besonders zahlreich an jenen Markfasern zu finden waren, welche in den fächerförmigen Strahlenbündeln dem Traktus zugeführt werden. Sehr vereinzelt, an manchen Schnitten gar keine, fanden sich in den aus der oberflächlichen Schicht des Kniehöckers entspringenden Traktusfasern. Es liegt daher die Annahme nahe, dass die Markbekleidung dieser oberflächlich entspringenden Kniehöckerfasern einer späteren Entwicklungsstufe angehöre.

Aus der Thatsache, dass die Markbildung an Früchten aus der 29.—30. Woche in der Chiasmagegend ebensoweit gediehen ist, wie diejenige am Kniehöcker und Traktusanfang 20—22 Wochen alter Früchte, lässt die schon damals für Traktus-Chiasma und Optikus ausgesprochene Ansicht, dass die Markbildung vom Centrum nach der Peripherie fortschreite, auch für die Kniehöckerfasern des Sehnerven aufstellen.

Es ist dies ein Befund, den übrigens Flechsig (6) und Jaskowitz (7) auch für andere Nervenbahnen des Gehirns und Rückenmarkes verzeichnen konnten. Wir werden sehen, dass für

den ganzen Leitungsapparat der Netzhaut, für alle Wurzelfasern, welche der Untersuchung zugänglich gemacht werden konnten, diese vom Centrum zur Peripherie schrittweise vor sich gehende Art der Markumhüllung besteht.

An den nun folgenden Früchten aus 28.—30. und 36.—40. Woche schreitet der Prozess der Markbildung stetig fort; bei letzterer der nahezu reifen bis reifen Frucht findet man, wie schon beschrieben, alle Achsencylinder, wenn auch in zartester Weise, mit Mark umhüllt. Ein Unterschied in der Dicke der Markhüllen ist nicht festzustellen, die oberflächlich sowohl als die zwischen den Ganglienschichten entspringenden Fasern zeigen ganz dieselbe Dicke und keine Unterschiede im Aussehen. Die beim 20—22 Wochen alten Objekt erwähnte Marklosigkeit der oberflächlich entspringenden Fasern ist beim 28—30 Wochen alten nicht mehr vorhanden. Auch diese Fasern zeigen jetzt allenthalben dunklere Anschwellungen mit Fortsätzen, welche die nackten Achsencylinder eine Strecke weit bekleiden. Der Unterschied im Grade der Entwicklung zwischen diesen und den in den Strahlenbündeln gelegenen Fasern ist aber auch jetzt noch deutlich erhalten. Man kann wohl sagen, dass der Grad des Entwicklungsunterschiedes zwischen den beiden Faserarten gerade um den Abstand des Alters der beiden untersuchten Früchte differiert. Am 28—30 Wochen alten Individuum zeigen die oberflächlich verlaufenden und entspringenden Fasern jenen Entwicklungsgrad der Markhülle, welcher am 20—22 Wochen alten Objekte für die tiefer, in Strahlenbündeln, entspringenden Fasern, beschrieben wurde. Erst an der nahezu reifen bis reifen Frucht ist der Entwicklungsgrad der beiden Faserarten gleichwertig geworden.

Wenn auf diesen Unterschied hin auch keine besonderen und eingehenderen Untersuchungen angestellt wurden — dafür bedurfte es eines kaum zu beschaffenden Materials — so kann man doch auch bei dem zur Verfügung gestandenen Materiale

mit grösster Wahrscheinlichkeit annehmen, dass es sich bei diesem Befunde um keinen zufälligen, sondern wohl um einen immer wiederkehrenden handeln dürfte.

Die Untersuchung der Gegend des äusseren Kniehöckers und Sehstieles an Embryonen und reifen Früchten, Kindern und Erwachsenen liefert darnach als Thatsache die doppelte Ursprungsart der Traktusfasern aus dem äusseren Kniehöcker. Einmal Fasern, welche von den oberflächlichen Schichten des Ganglions von den verschiedensten Stellen aus, meist oben aussen und unten aussen entspringen und bei vielfacher Durchkreuzung und einem im Ganzen schräg von aussen nach innen ziehenden Verlaufe, in den Traktus ausstrahlen.

Alle übrigen, weitaus zahlreicheren Fasern entspringen aus den inneren Schichten des Ganglion, und zwar so, dass dieselben in fächerförmig angeordneten Strahlenbündeln, die in einer etwas schrägen Sagittalebene ziemlich parallel zueinander angeordnet sind, in den Traktus einziehen. Diese Fasern verlaufen dabei vom Kniehöcker zum Traktusanfang in leicht konvergenter Richtung. Im Kniehöcker selbst sind sie demnach am isolirtesten anzutreffen.

Beide Faserarten lassen unzweideutigen Zusammenhang mit den im Kniehöcker sich nach allen Richtungen hin durchkreuzenden Achsencylindern und mit Ganglienzellenfortsätzen erkennen.

Fasern, welche durch das Ganglion bloss hindurchtreten ohne daselbst als nackte Achsencylinder zu enden, beziehentlich zu entspringen, konnten nicht nachgewiesen werden.

Der äussere Kniehöcker ist dementsprechend nur als wahres Ursprungsganglion einer grossen Anzahl von Traktusfasern anzusehen. —

In 16—20 Wochen alten Embryonen ist in diesen Wurzel-

fasern noch keine Markbildung zu konstatieren, die Fasern verlaufen alle als nackte Achsencylinder.

Die ersten Anfänge von Markbildung sieht man in Form von zarten, etwas dunkleren Anschwellungen mit mehr oder weniger deutlichen Fortsätzen längs der Faser, an 20—22 Wochen alten Embryonen; doch auch nur in den Fasern der tieferen, in fächerförmigen Strahlenbündeln entspringenden Wurzeln.

Die oberflächlich entspringenden Fasern zeigen erst nach 28 Wochen langem intrauterinem Leben eben beginnende Markbildung, zu einer Zeit, wo die andere tiefere Fasergattung schon deutliche wenn auch ganz zarte und lange noch nicht vollständige Markkleidung aufweist.

An nahezu reifen und reifen Früchten ist die Markbildung in beiden Faserkomplexen fertiggebildet, aber immer noch von auffallender Zartheit, die Einzelfasern erscheinen infolge ihrer Dünnhheit deutlich isoliert.

Derselbe Befund findet sich bei mehreren Wochen alten Kindern; bei Jahre alten Kindern und Erwachsenen tritt insofern eine Veränderung auf, als die Fasern durch Zunahme der Markhülle dicker, die Räume zwischen den einzelnen Fasern und Faserbündelchen weitaus schmaler geworden sind. Die Einzelfaser kann nicht mehr als solche deutlich erkannt und verfolgt, die Ursprungsstätte nicht mehr nachgewiesen werden.

Innerer Kniehöcker und Sehhügel.

Das Gehirn einer nahezu ausgetragenen Frucht wurde auch für die folgenden Untersuchungen, die Erforschung von Fasern, welche mehr in die Gegend des inneren Kniehöckers und des Sehhügel liegen, als Ausgangsobjekt benützt.

Bei Bearbeitung dieser Sehhügelgegend ergaben sich grössere technische Schwierigkeiten als man bisher angetroffen hatte. Es war vor allem nicht leicht eine passende Schnittebene ausfindig zu machen. Der Sehstiel wurde wiederum als Leitrichtung genommen und versucht den Schnitt so zu führen, dass dieser vor allem mit dem Traktus parallel verlaufend in der Haupthorizontalebene verblieb. Zu diesem Behufe wurde der Sehstiel mit den anliegenden Kniehöckern, dem Sehhügel, dem angrenzenden Streifenhügel und einem Stücke des Gehirnfusses herausgeschnitten. An diesem Stücke nun wurden die unnötigen Teile zur Verkleinerung der Schnittfläche abgetrennt, nur der Sehhügel wurde zur genauen Orientierung vorerst noch ganz gelassen. Es ist dies unumgänglich notwendig, da man sonst gar keinen Anhaltspunkt für die Lage des Traktus behält; der dann angelegte Schnitt kann nicht mehr genau genug festgestellt werden. Man kann übrigens ebensogut den vorderen Abschnitt des Sehstieles mit dem halben Chiasma daran lassen, auch diese Teile geben einen genügenden Anhaltspunkt.

Ich ziehe es vor den Thalamus selbst ganz zu lassen, da man dann die Neigung der Horizontalebene besser beurteilen

kann. Auch bei Untersuchung dieser Gegend kommt es sehr wohl auf die richtige Einhaltung der einmal festgestellten Schnittrichtung an, da man bei der sonstigen Beständigkeit der topographischen Verhältnisse, nur so bestimmte Fasergruppen und gar Einzelfasern wieder finden kann. Es ereignete sich anfangs auch hier, wenn zu wenig darauf geachtet wurde, dass sich uns manchmal ganz neue Verhältnisse eröffneten, während wir nur darnach strebten, das Alte wieder zu sehen. Glücklicherweise ist der Verlauf der Fasern in den gleichalterigen Individuen und bei Erwachsenen ein so beständiger und genauer, dass die feste Einhaltung der Schnittrichtung genügt um einmal Gesehenes wieder zu finden; freilich ist es andererseits nicht leicht, die Schnittrichtung so ganz genau einzuhalten, wenigstens nicht auf Differenzen von Millimetern, dies um so weniger, als es auch nicht leicht möglich ist, die einzuhaltende Richtung an herauspräparierten Gehirnteilen mit solcher geometrischer Genauigkeit anzugeben. Ich erwähne das hier ausdrücklich, weil es einem Nachuntersucher leicht vorkommen kann, dass er trotz Einhaltung der Vorschriften nicht gleich den gewünschten Erfolg hat. Etwas Lehrgeld muss man am Materiale einbüßen.

Zunächst wurde mit besonderer Berücksichtigung des Thalamus und Traktus eine Schnittrichtung gewählt, welche nahezu in der Horizontalen liegend, der Längsfaserung des Traktus parallel lag, das Corpus geniculatum internum auf seiner Höhe tangential berührte und den Thalamus so durchzog, dass das vordringende Messer an der dem Traktus gegenüberliegenden Seite heraustretend, ein Segment des Thalamus abtrug. Die Ausschnittstelle lag im Bereiche des Thalamuskörper. Unter, oder richtiger gesagt ober der einen Schnittfläche lag demnach ein kleiner Abschnitt des Thalamuskörper mit seiner Begrenzungsfläche nach der Medianlinie zu, und der ganze Anteil des Hirnschenkelfusses.

Unter, beziehentlich über der Schnittfläche des anderen,

grösseren Gehirnstückes liegt zunächst der Traktus mit dem inneren Kniehöcker, dem grössten Stücke des Sehhügels (über $\frac{2}{3}$), dem ganzen sogenannten Pulvinar und Teilen der Brachia conjunctiva der Vierhügel und Kniehöcker; dazu kommt dann noch als Basis gleichsam, das ganze Corpus striatum oder ein Teil davon. Durch die Masse des Corpus striatum und des angrenzenden Sehhügels wird nun ein Schnitt geführt, der dem ersten parallel liegt, dadurch wird das Gehirnstück verkleinert und durch die nun zur künftigen Schnittfläche parallele Ebene, zum Aufkleben und Schneiden brauchbar hergerichtet. Diese Schnittführung wurde nicht gleich von vornherein angewendet, sondern stellte sich erst im Laufe der Untersuchung, nachdem andere wenig brauchbares oder nichts ergaben, als die günstigste heraus.

Da der Sehstiel auf seinem Wege von der Kniehöckergegend bis zum Chiasma, längs des Sehhügels, nicht eine ganz gerade Richtung einhält, sondern in zweifacher Weise gekrümmt ist, so erhält man anfänglich Schnitte, in welchen nichts, oder nur End- und Anfangsstücke vom Traktus enthalten sind. Die Krümmung des Traktus ist einmal dadurch hervorgerufen, dass er sich an die konvexe Seite des Thalamus anlegt, dadurch erhält er einen nach der Medianlinie leicht konkaven Verlauf. Bedeutender ist seine Krümmung in mehr sagittaler Richtung im Sinne von vorne nach hinten. Die Teile des Traktus, welche aus den beiden Kniehöckern austreten, die sogenannten Kniehöckerarme des Sehstieles, verlaufen von unten her etwas nach oben vorne, denn die Kniehöcker liegen etwas tiefer als der Sehstiel selbst, das heisst als seine mittlere Partie. Da nun das Chiasma nahezu in derselben Höhe liegt wie die Kniehöcker, eher noch etwas tiefer, also auch wieder entschieden tiefer, als der mittlere Anteil des Sehstieles, so muss dadurch ein Verlauf des ganzen Traktus zustande kommen, welcher mit einem in sagittaler Richtung nach unten etwas konkaven Bogenabschnitt verglichen werden kann.

Der entsprechend zugeschnittene Gehirnwürfel wurde nun in Serienschritte zerlegt und zur Untersuchung hergerichtet. Es bietet nicht die ganze Serie dasselbe Bild. Die Schnitte lassen sich von vornherein in zwei Gruppen scheiden, die auch getrennt beschrieben werden sollen. Von obenher, das heisst dorsalwärts angefangen, haben wir die eine Gruppe, die grössere, in der nur Thalamusanteile und Längsschnitte des Traktus enthalten sind. Die tiefer, ventralwärts liegenden Schnitte enthalten zunächst Thalamusanteile, Längsschnitte des Traktus und Durchschnitte des inneren Kniehöckers. In noch anderen Schnitten treten dann auch Anteile des äusseren Kniehöckers auf; diese können aber nicht in Betracht kommen, weil sie wegen der besagten Krümmung des Traktus keine Fasern desselben enthalten. Brauchbar sind eben nur solche Schnitte, auf welchen Traktusfasern bestimmt erkennbar sind, nur dann lässt sich der Zusammenhang dieser mit anderen Gebilden sicher feststellen.

Es ist vorteilhaft, zuerst jene Schnitte zu besprechen, welche nur Thalamusteile und Traktuslängsschnitte enthalten.

Untersucht man einen Schnitt aus dieser Serie bei schwacher Vergrösserung, etwa Zeiss, Obj. a_3 Ok. 2 (siehe T. 2), so lassen sich gleich von vornherein drei Hauptfelder erkennen, welche durch ihr Aussehen von einander unterscheidbar sind. Am oberen Anteil des Schnittes sieht man eine grosse Ansammlung von rundlichen, gelblich gefärbten (Weigert) Zellen, mit dazwischen einer zahllosen Menge kleiner rundlicher und länglicher schwärzlich gefärbter Pünktchen und Strichen. Es sind dies jedenfalls Quer- und Längsschnitte eines ziemlich engen Kapillarnetzes, welches die ganze Zellansammlung durchzieht. Diese selbst hat eine etwas längliche, unregelmässig ovale Form, mit einer nach vorne, beziehentlich nach aussen etwas konvexen, nach hinten (innen) etwas mehr konkaven Begrenzung. Ganz besonders an der vorderen konvexen Begrenzungslinie und an der

Stelle, wo die beiden Linien hinten zusammenstossen, gewahrt man eine grosse Menge von zarten schwärzlich gefärbten Fäserchen zwischen die rundlichen Zellen einstrahlen. Es macht wiederum den Eindruck, als wären dies Ursprungsteilchen von Nervenfasern, ähnlich wie die beim Corpus geniculatum externum beschriebenen. Nur zeigt die Art der Anordnung eine auffallende Verschiedenheit. Die Fäserchen sind hier gleichmässig zu Bündelchen vereinigt, über die ganze Begrenzungslinie verteilt, jedoch so, dass die Bündelchen beim Übergang in die Zellengruppe sofort in ihre zartesten Einzelfäserchen zerfallen und diese mehr strahlenförmig auseinandertreten. Daher kommt es, dass innerhalb der Zellanhäufung diese zarten Faserteilchen nicht mehr so sehr bündelförmig angeordnet sind, sondern mehr gleichmässig, als Einzelfäserchen auf der ganzen Linie hin erkennbar sind.

Verfolgt man diese Fäserchen weiter, nicht in die Zellmasse, denn dies ist bei solcher Vergrösserung nicht möglich, sondern nach aussen zu in das mittlere der drei Felder hinein, so sieht man die Fäserchen sich — wie schon erwähnt — gleich zu kleinen Bündelchen vereinen. Je weiter man bis zu einem bestimmten Punkt in dies mittlere Feld vordringt, desto deutlicher und ausgeprägter ist die Vereinigung dieser Fäserchen zu kleinen Bündeln. Die Faserkomplexe selbst sind im ganzen Felde deutlich durch mehr oder weniger gelbliche Zwischenräume voneinander getrennt. Die Breite dieser Räume ist nicht überall gleich. Es ergibt sich daraus kein vollkommen gerader Verlauf der Bündeln. Diese ziehen vielmehr in äusserst flach, manchmal gar nicht gekrümmten, ganz zart welligen Zügen nach dem dritten Felde hin. Durch die flachen Wellen und den kaum angedeuteten bogenförmigen Verlauf müssen die Räume zwischen den einzelnen Faserzügen ungleich breit ausfallen.

Etwa im letzten Dritteile dieses Feldes treten die Bündel näher aneinander und verändern zum Teil ihre Richtung. Ganz besonders auffallend ist dies an jenen Faserbündeln kenntlich,

welche an dem etwas breiteren Ende des Feldes verlaufen. Hier beschreiben dieselben einen recht ausgesprochenen Bogen, dessen Knie ziemlich spitz ist und an der Stelle, wo das zweite Feld in das dritte übergeht, am deutlichsten ausgeprägt ist. Ebenda treten die Einzelfasern der Bündel, gerade so wie an der oben beschriebenen Stelle, mehr aneinander, so dass an den bogenförmig verlaufenden Bündeln ganz deutlich Einzelfasern zu erkennen sind, welche gleich den Hauptbündeln mit ihren Endstücken in das dritte Feld einstrahlen. Es gelingt schon bei dieser Vergrößerung unschwer aus dem Fasergemenge heraus faktisch einzelne deutlich isolierte Fasern zu verfolgen, welche unzweifelhaft in das dritte Feld, den Traktus einstrahlen.

Nicht allein an den eben beschriebenen Faserbündeln ist ein solcher Übergang bemerkbar. Auch an den anderen, welche in gleicher Richtung mit diesen verlaufen, ist zu sehen wie ihre Endstücke, dort wo das dritte Feld beginnt einen schwach angedeuteten Winkel bilden, und nachdem die Einzelfasern der Bündel etwas auseinandergetreten sind, in den Traktus einzustrahlen scheinen. Sicher entscheiden darüber wird die Untersuchung mit starken Vergrößerungen.

Das dritte Feld, in welches die Bündel einzustrahlen scheinen, ist als Längsschnitt des Traktus nicht zu verkennen. Senkrecht auf den Verlauf der Faserbündel im Mittelfelde zeigt dieser Teil des Schnittes eine deutliche, zarte Streifung des gelblichen Grundes. Zwischen diesen zarten Streifen und parallel mit ihnen verlaufen einzeln und zu Bündelchen vereint, eine ansehnliche Menge zarter blauschwarz gefärbter Fasern: die mit Mark unvollständig umgebenen Achseneylinder und die noch nackten Nervenfasern. Zwischen diesen zerstreut liegen eine Menge freier Zellen, sowie Längs- und Querschnitte von mit schwarzgefärbten Blutkörperchen erfüllten Blutgefäßen. Solche viel kleinere Durchschnitte (Kapillaren) waren auch im Mittelfelde zwischen den Faserbündeln zerstreut zu sehen. An der Stelle wo die senk-

recht zum Traktuslängsschnitt verlaufenden Faserbündel in den Traktus einbiegen, ganz besonders an den am breiten Teile des Mittelfeldes einstrahlenden Einzelfasern ist schon bei schwacher Vergrößerung eine stärkere Anhäufung von teils freien, teils wohl dem Gliagewebe angehörigen Zellen sichtbar. Die feinen äusserst zarten Fäserchen liegen in diesem Zellhaufen geradezu eingebettet.

Untersucht man nun die drei Felder dieser Schnitte bei starker Vergrößerung (Zeiss Ob. DD u. F.-Ok. 3), so erkennt man in dem erst beschriebenen Abschnitte eine dichte Ansammlung von Ganglienzellen mittlerer Grösse. Dieselben sind schön ausgeprägt, von zierlicherem und zarterem Baue als die im Corpus geniculatum externum. Die Zellen sind durch dichtes Gliagewebe weiter auseinandergerückt als dort. Das Geflecht und Gewirr der Protoplasmafortsätze tritt in dem dichten Grundgewebe weniger deutlich hervor; immerhin ist unzweifelhaft zu erkennen, dass die Zellen multipolare sind und dass ihre Fortsätze in Achsen-cylinder übergehen; an manchen, jedoch sehr vereinzelt Stellen fand man auch diese mit ausstrahlenden Markfasern verbunden. Die dichte Zwischensubstanz und die vielen schon bei schwacher Vergrößerung erkannten Durchschnitte der kleinen Gefässchen, welche zu einem dichten Kapillarnetz zusammengedrängt sind, machen es bei dieser Färbung äusserst schwer und mühsam, die nackten Achsen-cylinder und Ganglienzellenfortsätze zu verfolgen, ihr Verhalten zu einander, ihre Zusammengehörigkeit festzustellen. Bei alledem kann es keinem Zweifel unterliegen, dass die vielen Fasern, welche in der ganzen dem Traktus zugekehrten Seite des Ganglienhaufens in diesen einzustrahlen scheinen, dies wirklich thun und thatsächlich den Zellen dieses Ganglions ihren Ursprung verdanken.

Wenn hiefür kein weiterer Beleg vorläge, als die Thatsache, dass Markfasern in den Ganglienzellenhaufen einstrahlen und daselbst als nackte Achsen-cylinder wiedererkannt werden, so würde schon

dieser nur an einzelnen Fasern festgestellte Befund genügen, um den beschriebenen Ganglienhaufen als Ursprungskern aller aus demselben austretenden Fasern anzusprechen. Die Hämatoxylinfärbung mit folgender Säurebehandlung ist dabei unentbehrlich.

Was die Menge der Fasern anlangt, welche aus diesem Kerne entspringt, so erweist sich dieselbe bei Untersuchung mit starker Vergrößerung als eine erhebliche. Die aus dem Zellhaufen austretenden Fäserchen sind zahllos und vereinigen sich alle zu den Faserzügen, welche zum Traktus hinziehen und wie sich zeigen wird, in diesen einstrahlen. An den dem Sehstiel zugekehrten Seiten dieses Ganglions sind keine Fasern zu sehen, welche daselbst austreten, ohne sich zu den grossen Faserzügen zu vereinigen und dem Traktus zuzustreben. Es folgt daraus die für die Beurteilung der Fasermasse, welche dem Traktus von diesen Ganglienzellen zugeführt wird, wichtige Thatsache, dass die zahlreichen hier entspringenden Fasern dem Komplex angehören, welcher vollständig in den Traktus aufgeht. Der Beweis hierfür ergibt sich schon bei aufmerksamer Betrachtung der beigegebenen Tafel (2), sie entspricht diesem Schnitte und ist bei schwacher Vergrößerung gezeichnet, die Verhältnisse sind äusserst treu wiedergegeben. Die Untersuchung mit starker Vergrößerung erhärtet den Befund zu einer unumstösslichen Thatsache.

Einerseits die Thatsache, dass alle Fäserchen, welche in der Ganglienzellenmasse entspringen und aus ihr austreten, sich zu Zügen vereinigen, zum Traktus ziehen und dort bei allmählicher Auflösung in deutlich isolierte Einzelfäserchen, im Bogen in die Masse des Traktus sich einsenken; andererseits die Thatsache, dass diese isolierten scharf gezeichneten Einzelfäserchen weiterhin in den Traktus zwischen den übrigen markhaltigen und marklosen Fasern unzweifelhaft verfolgt werden können!

Die Untersuchung des Traktus selbst liefert bei dieser starken Vergrößerung nicht viel Neues. Abgesehen von der

Deutlichkeit und Klarheit, mit welcher die Einzelfasern von dem Mittelfelde in den Traktuslängsschnitt verfolgt werden können, sieht man an den Fasern selbst die hinlänglich bekannten Einheiten der jungen, noch unvollständig entwickelten Markfaser. Es muss schon auf den ersten Blick auffallen, und wird bei genauer Untersuchung nur mehr vollends bestätigt, dass die Markfasern während ihres Überganges vom Mittelfeld in den Traktus, und ganz besonders im Traktus selbst, an Dicke abnehmen, deutlich zarter werden. Während die Einzelfaser im Mittelfelde nahezu vollständig mit Mark versehen ist, wenigstens nirgends an derselben deutliche Unterbrechungen der Markhülle sichtbar sind, erscheinen die Fasern des Traktus in einem weit weniger vorgeschrittenen Stadium der Markbildung. Ganz bedeutende Mengen von nackten Achsencylindern liegen zwischen den noch zerstreuten Anhäufungen von mit Mark umhüllten Fasern. Diese sind aber mehr bündelweise angeordnet; man erkennt an den einzelnen Fäserchen noch deutlich die zarten, oft wiederkehrenden Anschwellungen, die nach unserer Auffassung, wie schon öfters erwähnt, das zur Markbildung aufgespeicherte Material enthalten. Die Fasern des Mittelfeldes hingegen sind gleichmässig dick und lassen nur wenige, ganz entfernt von einander liegende Anschwellungen erkennen. Diese Verhältnisse kehren in der ganzen Schnittserie wieder und werden an anderen gleichalterigen Individuen gleichfalls vorgefunden. Es ist dies ein neuer Beweis für die schon früher (5) ausgesprochene Ansicht, dass die Markbildung vom Centrum gegen die Peripherie fortschreitet.

Das Mittelfeld der ventralwärts in der Serie folgenden Schnitte zeigt bei starker Vergrößerung an den, zwischen den querüberlaufenden Faserbündeln befindlichen Gewebefeldern, an bestimmten Stellen, eine etwas andere Zeichnung wie bisher. Während die Hauptanteile dieser Zwischenfelder aus Gliamasse mit kleinen Zellen und Blutgefässchen durchsetzt bestehen, findet sich in Teilen

der Zwischenräume, welche nahe am Traktus liegen und ganz besonders an diesem direkt angrenzen, ohne jedoch mit denselben in Verbindung zu treten, ein ganz anderes Gewebe. Bei schwacher Vergrösserung war es durch zarte Tüpfelung kaum angedeutet; bei starker hingegen lösen sich diese zarten Tüpfelchen in deutliche Quer- und Schrägschnitte von zarten Nervenfasern auf, die zum allergrössten Teil bloss aus nacktem Achsen-cylinder bestehen, denen aber auch schon solche untermischt sind, an welchen man eine zarte Anlage von Markhülle erkennen kann. Am dichtesten gedrängt sind die Quer- und Schrägschnitte an der dem Traktus angrenzenden Partie; je weiter man sich davon entfernt, desto weniger zahlreich werden sie, bis sie über der Hälfte des Mittelfeldes gar nicht mehr vorhanden sind.

In manchen Teilen ähnliche Befunde wie der erst beschriebene Schnitt dieser Serie, zeigen die anderen Schnitte aus tiefer gelegenen Regionen. Sie enthalten aber ein neues Gebilde, das bis jetzt nicht zur Besprechung gekommen war. Die Schnitte gehen durch den Thalamusteil, der schon in dem früher besprochenen Schnitte enthalten war, mit dem Unterschiede, dass er einer tiefer befindlichen Stelle entspricht, dann durch das Corpus geniculatum internum und dem diesem zugehörigen Sehstielanteil. Die Ebene ist dieselbe wie bisher. Die Schnitte, welche alle diese Gebilde enthalten, sind aber nicht zahlreich, da die vorhandenen Teile nicht lange in derselben Ebene liegen bleiben.

Auch hier ist es vorteilhaft, bei schwacher Vergrösserung (Z. Ob. a 3 oder A. Ok. 2) sich über die Topographie zu orientieren. Es lässt sich wiederum eine Einteilung in drei Hauptfelder vornehmen. Das erste Feld der Ganglienzellengruppe ist im Wesentlichen gleich geblieben, nur ist die Ausdehnung eine grössere; der Querschnitt des Ganglions ist hier, um den fünften bis vierten Teil etwa, grösser als bisher; dafür ist aber der Ursprungsbezirk für die nach dem Mittelfelde hinziehenden Fasern ein geringerer. Nicht aus der ganzen, dem Sehstiel zugekehrten

Randpartie des Ganglions treten die Fäserchen aus. Die Hauptmenge entwickelt sich aus dem vom Traktus etwas weiter weg liegenden Anteil. Der Faserkomplex im Mittelfelde nimmt demnach einen etwas geringeren Flächenraum ein. Die Verminderung des Flächenraumes ist auch noch dadurch bedingt, dass der Abstand zwischen dem ersten und dritten Felde geringer geworden ist. Es hängt das wohl damit zusammen, dass gerade dort, wo die Traktusarme aus den Kniehöckern austreten und sich zum eigentlichen Sehstiel vereinigen, die stärkste Krümmung desselben wahrzunehmen ist. Die Faserzüge selbst zeigen sonst keine Verschiedenheit. Die Austrittsstellen am Ganglion sind ganz ähnlich beschaffen, auch hier beginnen die Faserbündel mit zahlreichen äusserst zarten Fäserchen, welche sich allsogleich zu kompakteren Faserzügen vereinen. Die Einzelfasern zeigen denselben Entwicklungsgrad, dieselbe Dicke. Die einzelnen Faserzüge erscheinen aber näher aneinander gerückt, so dass die Zwischenfelder an manchen Stellen nicht so breit sind. Ganz besonders verschieden ist das Aussehen der Übergangsstelle der Faserzüge vom Mittelfelde in das dritte Feld. Bevor ich darauf eingehe, möchte ich letzteres besprechen.

Das dritte Feld, welches in der erstbesprochenen Schnittserie bloss den Traktus enthielt, zerfällt in zwei ihrem Aussehen nach verschiedene Teile. Das eine von dem Faserkomplex entfernter liegende Stück ist sofort an seiner der Längsrichtung parallelen Streifung, den blauschwarzen dazwischen liegenden zarten Fäserchen, den Quer- und Längsdurchschnitten von mit schwärzlich gefärbten Blutzellen erfüllten Gefässen, als Traktusstück erkennbar. Der daran angrenzende Teil, gleichsam eine Verbreiterung desselben darstellend, liegt vollständig im Bereiche der Faserzüge eingebettet und bietet ein mehr zelliges Aussehen, ähnlich wie die bisher beschriebenen Anhäufungen von Ganglienzellen. Der Zellhaufen zeigt die Form eines Ovales mit einer nach aussen stärker konvexen Begrenzungslinie. Die Zellen-

masse ist gut und scharf vom übrigen Gewebe durch blauschwarz gefärbte Faserzüge feinsten Kalibers getrennt. Nach innen bilden die Grenze, die in die Zellenmasse einstrahlenden Faserzüge; nach hinten, ein Gewirr von kleinen und kleinsten Faserteilchen; nach aussen, mehr dem konvexen Rande des Zellenhaufens parallel laufende Fäserchen, untermischt mit kleinen, unregelmässig angeordneten Faserteilchen; nach vorne, wie schon erwähnt, der Traktusanfang.

Bei starker Vergrösserung (Zeiss Ob. DD und F. Ok. 3) erkennt man in dem so begrenzten Zellhaufen eine Menge grösserer Ganglienzellen mit ganz deutlich sichtbarem Kern und grossem Protoplasmaleib. Von Fortsätzen ist an manchen bloss einer, an vielen anderen sind deren mehrere zu erkennen. Die Zellen liegen in einem feinfaserigen Gliagewebe, das stark mit kleinen Zellen durchsetzt ist, eingebettet. Eine zahllose Menge von nackten Achsencylindern durchkreuzen sich dazwischen in unentwirrbarem Geflechte, dieselben werden aber vielfach auch von kleineren Faserteilchen durchzogen, welche deutliche Markhülle zeigen. Diese markhaltigen Faserteilchen verlaufen in verschiedenen Richtungen durcheinander; man muss demnach für dieselben ganz verschiedene Verlaufsrichtungen und Ursprungsstellen annehmen. Die Bedeutung solcher Faserstücke ist daher nicht ohne weiteres klar, sie wird sich jedoch späterhin mit grosser Wahrscheinlichkeit klarstellen lassen, besonders nachdem die übrigen am Ganglienkörper liegenden Fasern ihrer Bestimmung nach gesichtet sein werden.

Ein Teil der Faserzüge, welche vom Ganglienkörper aus dem ersten Felde kommen, und gerade jener Teil, welcher dem Traktusanfang nahe liegt, geht unzweifelhaft — das kann man schon bei schwacher Vergrösserung sehen — in den Traktus über. Der vierte bis dritte Teil des ganzen Faserkomplexes biegt am Übergang vom Ganglienkörper zum Traktusanfang, in ziemlich flachem aber deutlich ausgeprägtem Bogen, vom Mittel-

felde gegen den Traktus ab. Die Einzelfasern drängen sich da stark zusammen, sind aber immer noch äusserst deutlich isoliert, so dass man thatsächlich Faser für Faser verfolgen und sich von der Thatsache überzeugen kann, dass dieselben in den Sehstiel eintreten. An dem Schnitte, der hier abgebildet ist, sieht man an jener Stelle wo diese Fasern in den Traktus einstrahlen, den Längsschnitt eines grösseren Gefässes, welches bis weit in den Traktus hineinragt. Eben dieses Gefässstück wird von den beschriebenen Fasern umgeben. Die Fasern, welche jenseits des Gefässes liegen, sind deutlich, ununterbrochen in den Sehstiel zu verfolgen, an den übrigen, welche diesseits liegen ist dies nicht möglich, weil ihr Verlauf durch den Gefässdurchschnitt unterbrochen ist. Jenseits dieses Gefässstückes verlaufen die Fasertheile genau in derselben Richtung, sodass sie wohl als dazu gehörig betrachtet werden müssen. Übrigens ist an folgenden Schnitten auch an dieser Stelle, nach Wegfall des Gefässes, dasselbe Faserbündel in continuo in den Traktus zu verfolgen. Es wurde trotzdem dieser Schnitt zur Abbildung gebracht, weil manches andere auf demselben besser sichtbar ist.

Die übrigen zwei Dritteile der Faserzüge bieten dem Untersucher keinen so klaren Einblick in ihre Verlaufsrichtung. Die Faserbündel sind beim Übergang in das Ganglion ebenso aufgefaserter wie die erst beschriebenen, die Einzelfäserchen lassen sich aber nicht direkt in den Traktus verfolgen, sondern es hat den Anschein, als verlören sie sich in der Ganglienmasse. An einem Teile der Fasern sieht man freilich, dass sie eine Richtung einschlagen die dem Traktus deutlich zustrebt, so dass man doch berechtigt wäre anzunehmen, dass sie durch das Ganglion, das Corpus geniculatum internum hindurch, und in den Traktus eintreten. Bei der Durchsicht der folgenden und vorhergehenden Schnitte wird man in dieser Meinung vollauf bestärkt. Man sieht nämlich immer wieder Faserstücke, die dieser Richtung entsprechen, aber in den einzelnen Schnitten verschieden weit

von der Eingangsstelle der grossen Faserzüge liegen. Nirgend sieht man, weder an den eintretenden Faserbündeln, noch an den Faserstücken der verschiedenen Schnitte, nackte Achsencylinder oder gar Verbindungen mit Ganglienzellenfortsätzen. Ein Umstand der wiederum dafür spricht, dass auch diese Fasern dem Traktus angehören. Man bekommt sie wohl deswegen nicht auf einem Schnitte in ihrem ganzen Verlaufe zur Ansicht, weil dieser nicht in derselben Ebene bleibt. Diese Fasern nehmen ähnlich wie jene am äusseren Kniehöcker einen Weg, der in den oberflächlichen Schichten des inneren Kniehöckers über die Konvexität desselben herüber zieht, und in einer mehr nach aussen liegenden Stelle des Traktus einmündet. Bei solcher Richtung können nur immer Faserstücke in den einzelnen Schnitten getroffen werden, die sich zu einem Faserbündel ergänzen lassen, welches zuletzt doch in den Traktus einmündet.

Die Richtigkeit dieser Deutung angenommen, bleibt immerhin noch ein freilich verschwindend kleiner Teil von Fasern über, von dem man weder sagen kann, dass er direkt in den Traktus einmündet, noch dass er in derselben Weise verlaufen mag, wie die eben beschriebenen Faserzüge. Ich muss gestehen, dass die Deutung dieser geringen Menge von Fasern nicht sehr leicht ist. Es lässt sich nicht leugnen, dass es von vornherein den Anschein hat, als stände die eben zu besprechende kleinste Fasergruppe in gar keiner Beziehung zum Sehstiele. Ganz besonders scheint dies der Fall zu sein, wenn man die beiliegende Abbildung befragt. Nur die systematische Untersuchung der ganzen Schnittserie gestattet eine Deutung, die mit grosser Wahrscheinlichkeit Anspruch auf Richtigkeit erheben kann.

Bei schwacher, noch besser bei starker Vergrösserung sieht man an diesem und an folgenden Schnitten eben diese äussersten Faserzüge, in entgegengesetzter Richtung vom Traktus, sich am Kniehöcker in Fäserchen auflösen und ohne Achsencylinderfortsätze zu zeigen, an den oberflächlichen Schichten des

Kniehöckers vorbei, in derselben entgegengesetzten Richtung, weiter ziehen. An allen Schnitten erscheinen aber diese Fasern an dieser Stelle, dem hinteren Anteile des Kniehöckers, im Markteile abgeschnitten ohne die äusserste Grenze zu überschreiten. Dafür sieht man aber ebenso gestaltete Faserstücke am äusseren Teile dieser Kniehöckerpartie in wiederum entgegengesetzter, also jetzt dem Traktus gleichsinniger Richtung verlaufen. Gerade diese Faserteile nehmen in den folgenden Schnitten immer mehr an Menge zu und vermengen sich mit einer neuen Fasergattung, die deutlich in kompakterem Zuge dem Traktus zustrebt.

Wenn auch dieses Gewirr der Faserteilchen am hinteren Kniehöckerwinkel ein recht wenig durchsichtiges ist, so sprechen doch viele Thatsachen dafür, dass es sich hier nur um eine Art Schleife der äusseren Faserzüge aus dem grossen Ganglion handelt, welche die Oberfläche und die oberflächlichen Schichten des inneren Kniehöckers bekleiden, auf dem etwas längerem Wege über den Kniehöcker herum, ohne mit diesem in organische Verbindung zu treten, in den Traktus, und zwar mehr an seiner äusseren Seite, eingehen. Handelte es sich nämlich wirklich um Fasern, welche mit dem Traktus nichts zu thun haben, dann müsste man bei Durchmusterung der Serienschritte auch tatsächlich Fasern finden, welche über dem Kniehöcker hinaus eine dem Traktus entgegengesetzte Richtung beibehielten. Dies ist aber niemals der Fall, auch dann nicht, wenn der Kniehöcker nach anderen Ebenen als der vorliegenden in Serienschritte zerlegt wurde.

Da man bei allen den angewandten Schnitttrichtungen Faserteilchen findet, die in der beschriebenen Weise erst in entgegengesetzter, dann jenseits der Krümmung in zum Traktus gleichsinniger Richtung an der Oberfläche des Kniehöckers verlaufen, und nicht am Traktus vorbei verfolgbar sind, so erscheint mir die Annahme eines solchen schleifenartigen Faserzuges vom grossen in der Thalamusgegend gelegenen Ganglienkörper aus, über und um den inneren Kniehöcker zum Traktus, mindestens gerecht-

fertigt. Jedenfalls entspringen jenem Ganglienkörper keine Fasern, welche nach einer anderen Richtung als der des Kniehöcker und Sehnerven ziehen. Es ist dies eine Thatsache, welche die Wahrscheinlichkeit der Annahme, dass auch die äussersten Faserzüge des Mittelfeldes, die nicht direkt verfolgbar sind, dem Traktus angehören und auf einem kleinen Umwege dahin ziehen, um ein Bedeutendes erhöht.

Endlich wäre noch eines Faserzuges zu gedenken, der in ganz derselben Weise aus dem inneren Kniehöcker entspringt, wie der bei Abhandlung des äusseren Kniehöckers zuletzt besprochene. Nur mit dem Unterschiede, dass dieser Faserzug schwächer ist, und dass seine Fasern mit den Traktusstücken der sozunennenden Schleifenfasern vermennt und nur schwer auf längere Strecken hin voneinander zu trennen sind.

Verfolgt man die im Traktus nach aussen liegenden Fasern gegen den inneren Kniehöcker zu, so gewahrt man, am besten bei starker Vergrösserung, wie diese Fasern verschieden weit nach rückwärts reichen. Eine grössere Anzahl derselben verschwindet ganz vorne in den vordersten Schichten des Kniehöckers. Man sieht die Einzelfaser dort, wo die Ganglienzellen beginnen, meist zwischen diesen ihr Mark verlieren; bei vielen von ihnen gelingt es noch auf kleine Strecken, ihren Achsen-cylinderfortsatz im Auge zu behalten. Es sind dies also Fasern, welche mit sozusagen kurzer Wurzel im vordersten Abschnitt des inneren Kniehöckers entspringen.

Andere Fasern dieser Gruppe lassen sich am äusseren Rande des Kniehöckers weiter verfolgen und senken sich erst später vom Rande her in die Kniehöckermasse, bei allmählicher Einbusse der Markhülle, ein. So kann man Einzelfasern verfolgen, welche bis gegen den hinteren Winkel des Kniehöckers ziehen und auf diesem Wege, bald da, bald dort, einzeln oder zu mehreren, in die Zellmasse des Kniehöckers abbiegen.

Mit diesen Fasern sind aber nicht allein die absteigenden

Teile der sogenannten Schleifenfasern vermengt, sondern auch solche, welche weder der einen, noch der anderen Gruppe anzugehören scheinen. Es gelingt nämlich einzelne Fasern aus dem Traktus dem äusseren Kniehöckerrande entlang, an dem hinteren Winkel vorbei zu verfolgen; freilich nicht ununterbrochen, sondern stückweise, mit zu Hilfenahme der Untersuchung von aufeinanderfolgenden Schnittserien. Die Vermutung lässt sich nicht unterdrücken, dass es sich hier doch um Fasern handeln dürfte, wenn auch um verschwindend wenige, welche dem Traktus angehören, ohne aus den umliegenden bis nun bekannt gewordenen Ganglienkörpern zu entspringen. Sie würden darnach nicht gerade durch das Ganglion hindurch treten, sondern eher an diesem vorbeiziehen. Es wird sich Gelegenheit bieten, auf diese und ähnlich verlaufende Fasern bald bei Besprechung einer anderen Schnittführung zurückzukommen; dann wird sich ihre Bedeutung etwas klarer darstellen lassen. An den vorliegenden Schnitten wird ihr weiterer Verlauf gar nicht, auch nicht vermutungsweise klar. Man kann eben nur sagen, dass diese vereinzelt Fasern am hinteren Kniehöckerwinkel in etwas von ihm abgebogener Richtung vorbeiziehen; sie hören aber dort auch schon auf, da sie sich wahrscheinlich in eine andere Ebene einsenken — ihr weiteres Schicksal bleibt sonach zunächst unaufgeschlossen.

Bei Besprechung der Fasern, welche mit dem äusseren Kniehöcker in ursächliche Verbindung gebracht werden konnten, wurde auch mit Bestimmtheit bewiesen, dass der äussere Kniehöcker die wirkliche Ursprungsstätte für alle diese Fasern ist und es keine Fasern giebt, welche durch das Ganglion hindurch- oder an demselben vorbeiziehen. Nicht dasselbe gilt für den inneren Kniehöcker. Hier haben wir auch eine ansehnliche Menge von Fasern kennen gelernt, welche bestimmt im Kniehöcker entspringen. Es waren dies Fasern mit kurzer Wurzel, vorn am Ganglion und solche mit langer, am äusseren Rande.

Ausserdem aber fanden sich Fasern vor, von denen die Ursprungsstätte noch unentdeckt geblieben und solche, die wohl am inneren Kniehöcker vorbeiziehen oder durch denselben hindurchtreten, ohne in ihm zu entspringen, für diese fand sich ein anderer grosser Ganglienkörper als Wurzelstätte.

Der innere Kniehöcker ist sonach für eine gewisse Anzahl von Traktusfasern nicht allein Ursprungsganglion, sondern auch in gewissem Sinne ein eingeschobenes Ganglion, was für den äusseren Kniehöcker schon von anderen irrtümlich behauptet worden war.

Es erübrigt nur noch festzustellen, mit was für einem Ganglienzellenhaufen wir es im sogenannten ersten Felde der beschriebenen Schnitte zu thun haben, welchem Ganglion eigentlich die grosse Menge von Traktusfasern ihren Ursprung verdankt!

Schon früher ist auseinander gesetzt worden, dass die Schnittebene, durch welche die in Frage stehenden Fasern und der dazu gehörige Ganglienkörper freigelegt wurden, so geführt war, dass sie zugleich durch Traktus, inneren Kniehöcker und Thalamuskörper ging. Es wurden durch diese Schnittführung zwei Hälften des Gehirnstückes erhalten, wovon die bedeutend grössere den Traktus, Kniehöcker und Thalamus enthielt. Dieses Stück kam zur Untersuchung, und in diesem Stücke zeigten alle der Schnittfläche parallel abgetragenen Schnitte, sofern sie noch Längsanteile des Traktus enthielten, Durchschnitte jenes Ganglienkörpers und die aus ihm entspringenden und in den Traktus einstrahlenden Faserzüge. Die Ausdehnung des Durchschnittes des Ganglions nimmt aber, wenn auch wenig, so doch stetig ab. In den letzten Schnitten, welche noch Traktusanteile enthalten, ist der Querschnitt des Ganglions schon sehr klein geworden, er ist aber immer noch vorhanden und verschwindet erst vollständig, nachdem schon in einigen Schnitten keine Traktusanteile mehr zu sehen waren.

Zerlegt man die andere, kleinere Hälfte des betreffenden

Gehirnstückes in fortlaufende Serienschritte, so trifft man wiederum Durchschnitte des Ganglienzellenhaufens mit nach verschiedenen Richtungen gehenden, aber spärlicheren Faserzügen. Die Durchschnitte des Ganglions werden aber nicht kleiner, sondern sie nehmen bis zu einer gewissen Grenze an Ausdehnung zu, um dann wieder allmählich abzunehmen. Die Form des Durchschnittees bleibt in allen Schnitten so ziemlich dieselbe, etwa wie ein Ellipsoid. Zerlegt man ein ungeteiltes Gehirnstück senkrecht darauf in Schnitte, so bekommt man wiederum Durchschnitte des Ganglienkörpers, auch von ellipsoider Form, jedoch länglicher und zugleich bei weitem schmaler, zum Querschnitt des Traktus etwas schräg gelegen. Kombiniert man die Quer-, Längs- und Schrägschnitte, so erhält man für das ganze Ganglion eine ansehnliche körperliche Ausdehnung, der Form nach am besten etwa mit einer ein wenig der Fläche nach gekrümmten Mandel zu vergleichen.

Es unterliegt keinem Zweifel, dass dieses Ganglion identisch ist mit dem von Luys (8) zuerst beschriebenen, aber durch andere Schnitfführung aufgedeckten sogenannten Corpus Luys oder *Banquette accessoire de l'olive superieure*; nach Stilling (3) *Nucleus amygdaliformis*; nach Henle (4) *Corpus subthalamicum*. Über die Lage dieses für den Ursprung des Sehnerven überaus wichtigen Ganglions finden sich bei allen Autoren ziemlich dieselben Angaben, wie sie schon der Entdecker des Kernes gegeben. Ich weiss nicht, ob man sich damit begnügt hat, das von Luys gesagte, kurzer Hand zu bestätigen, oder ob sich die daraufhin angestellten Untersuchungen der Autoren wirklich vollständig deckten. Wenn man bei Freilegung dieses Körpers und seiner unzweideutigen Optikusfasern so vorgeht, wie es in vorliegendem beschrieben wurde, dann muss es Einen wundern, wenn man diesen Körper nirgends mit dem Sehhügel selbst in Verbindung gebracht findet, und wenn die Sehnervenfasern, welche aus ihm in so grosser Menge entspringen, nicht vollends als Thalamus-

wurzel aufgefasst werden. Es ist ja richtig, dass der Hauptteil des sogenannten Corpus Luys in einer Gehirnregion eingebettet ist, die ausserhalb des Thalamus und zwar unter demselben liegt. Sein von Henle eingeführter Name, Corpus subthalamicum, erscheint demnach gewiss gerechtfertigt. Es ist aber andererseits nicht zu leugnen, dass dieser Ganglienkörper mit seinem kleineren Teile in die eigentliche Substanz des Thalamus hineinragt, thatsächlich dem Sehhügel angehört. Die Fasern, welche von dieser Gegend des Ganglions in grosser Menge entspringen, treten alle in den Traktus ein; dieser bezieht ausserdem keine anderen Fasern aus dem Corpus subthalamicum.

Aus diesen Gründen ist es gewiss gerechtfertigt, die Wurzel nicht als Subthalamische, sondern in Wirklichkeit als echte Thalamuswurzel zu betrachten und stets so zu benennen. Ihrer Lage nach wäre sie die unterste, tiefste Thalamuswurzel. Dass sie bisher nicht als solche gegolten, wundert mich. Stilling, der zuletzt diese Gegend eingehender untersucht und diese Traktuswurzel zuerst genau, wenn auch nicht so vollständig beschrieben hat, scheint nur einen Teil der Fasern gesehen zu haben und zwar jenen, der dem Grosshirnschenkel näher liegt, demnach den am tiefsten gelegenen, jenen, der von den Kniehöckern am weitesten entfernt ist. Die von ihm beschriebene Wurzel bildet „... einen im Vergleich zu den übrigen centralen Wurzeln sehr zurücktretenden, aber an und für sich nicht unbeträchtlichen Zug, der etwa 7 mm, also in beträchtlicher Distanz von der inneren Grenze des Corpus geniculatum laterale vom Stamme abbiegend, fast genau horizontal durch den Grosshirnschenkel-fuss, sich scharf von dessen quer und schräg durchschnittenen Fasern abhebend, zu dem mandelförmigen Kern läuft“ Auch ich habe diese Fasern gesehen und beschrieben, sie bilden aber nur einen kleinen Teil des ganzen aus dem Corpus Luys entspringenden Faserkomplexes. Der grössere Teil liegt über dem Grosshirnschenkel-fuss, durchsetzt seine Bündel nicht, liegt

beinahe auf seinem ganzen Verlaufe im Thalamus und entspringt aus einem Theile des Corpus Luys, welcher in den Thalamus hineinragt, also diesem beizurechnen ist. Am Corpus Luys selbst konnte keine Grenze gesehen werden, die etwa die beiden Ganglienteile den subthalamischen und den thalamischen von einander trennten; dieselben gehen ineinander über. Es wurde aber auch nicht gesehen, dass Traktusfasern aus der subthalamischen Gegend des Ganglions entspringen; von dieser Partie gehen wohl Fasern ab, sie haben aber mit dem Sehistiele nichts zu thun, dieser bezieht seine Fasern nur aus dem Sehhügelteile des Ganglions. Die übrigen Fasern gehören dem Grosshirn an; ihre genauere Verfolgung hatten wir uns für diesmal nicht vorgesetzt. Nach Stilling entspringen aus dem mandelförmigen Kern oder treten, wie er sagt, zu ihm in Beziehung, Fasern vom Grosshirnschenkel, vom Grosshirn und Tractus opticus.

Die Beziehungen des Corpus Luys zu den übrigen nicht zum Sehnerv gehörigen Fasern in vorliegender Arbeit zu untersuchen und anatomisch festzustellen, lag nicht in meinem Plane, es hätte mich zu weit abgeführt, auch stand mir nicht das nötige Material zu Gebote. Ein kürzlich erhaltener Zuwachs an embryonalen und anderen Gehirnen setzt mich in den Stand, dies in nächster Zeit zu thun. Für heute sei die Thatsache festgestellt und durch die getreuen Abbildungen erhärtet, dass das Corpus Luys eine ansehnliche, ich möchte fast sagen die ansehnlichste Wurzel zum Tractus opticus abgiebt. Sie kann und sollte ihrer Lage, ihrem Ursprunge nach, als tiefste und zugleich wichtigste Thalamuswurzel aufgefasst werden.

Es erübrigt noch festzustellen, dass diese tiefste Thalamuswurzel aus dem Corpus Luys wirklich Fasern enthält, welche nicht nur in den Tractus eintreten, sondern auch darin verbleiben und mit ihm zum Chiasma ziehen. Ich hätte diesen Beweis zu erbringen nicht für nötig gehalten, da es bei der

anatomischen Lage dieser Fasern, der Art ihres Ausstrahlens in den Traktus und ihrem langen Verlaufe in demselben, kaum anzunehmen war und ist, dass es sich nur um durch den Traktus durchziehende fremde Fasern handle. Ich habe mich aber doch der Mühe unterzogen und den Beweis erbracht, weil mir gelegentlich einer mündlichen Besprechung des eben beschriebenen Befundes, von gewiss fachmännischer Seite die Frage gestellt wurde, ob es sich hier nicht um eine Täuschung handeln mag und Fasern für Sehnervenzwurzelfasern gehalten wurden, welche auf ihrem Wege nach einem anderen Bestimmungsorte, den Traktus nur durchzögen.

Zu dem Ende wurde ein Traktus mit den anliegenden Teilen des Thalamus, der subthalamischen Region und dem Traktus sonst noch, aussen oben anliegenden Gehirnpartie, in eine lückenlose Serie von Querschnitten zerlegt. In jedem Schnitte dieser beinahe endlosen Reihe war ein Querschnitt des Traktus, in einer grossen Anzahl von Schnitten waren Ganglienzellengruppen aus dem Corpus Luys und daraus entspringende, in den Traktus ziehende, vereinzelte Faserzüge und Teile davon deutlich zu sehen. In keinem einzigen Schnitt konnten Fasern oder Faserteile gefunden werden, welche nach der entgegengesetzten Seite hin aus dem Traktus austreten würden.

In derselben Weise wurden vom Traktus noch schrägverlaufende Längsschnitte angelegt, an denselben aber auch nichts gefunden. Die früher angefertigten Serienschnitte des Traktus und der angrenzenden Gehirnteile wurden auch noch daraufhin gründlich, aber mit negativem Resultate untersucht.

Darnach steht die Thatsache unumstösslich fest, dass die in grosser Menge aus dem so zu nennenden Thalamusteile des Corpus Luys entspringenden Fasern, direkt, und auf Umwegen, durch und über das Corpus geniculatum mediale, in den Traktus einstrahlen, und was zu beweisen war, in demselben

verbleiben und mit ihm dem Chiasma nervorum opticorum zustreben.

Bei den bisher geübten Schnittführungen war es nicht gelungen die Gegend der beiden Kniehöcker, des Pulvinar Thalami und des Traktus zugleich blosszulegen. Dies erschien deswegen erwünscht um allenfalls zwischen, über und unter den Kniehöckern in die Sehhügel verlaufende Fasern aufzudecken.

Es ist nicht schwer, die gewünschte Gegend in zusammenhängende Schnitte zu zerlegen, da man ganz gut durch einen zur Horizontalen schräg gerichteten Schnitt alle vier Gebilde zugleich treffen kann. Um möglichst alle Fasern zu treffen, die hier verlaufen könnten, wurde die Schnittserie von unten begonnen, so dass auch die oberflächlichen Schichten der Kniehöcker mit zur Untersuchung kamen. So günstige Bedingungen die bis jetzt untersuchten Faserzüge für die klare bildliche Darstellung boten, so wenig ist dies für die nun zu besprechenden Faserzüge der Fall. Es gelingt wohl dieselben sichtbar zu machen, und durch Ergänzung der einzelnen Serienschnitte kann man sich auch eine ziemlich klare Vorstellung von ihrem Verlaufe und ihrer Menge machen; es gelingt aber nicht, auf einem Schnitte ganze Faserzüge vom Traktus bis in die Wurzelgangliengruppe hinein klarzulegen, wenigstens nicht in befriedigender Weise. In einigen Schnitten sieht man wohl einen annähernd vollständigen Faserzug; derselbe liefert aber keine richtige Vorstellung, weil er, wie sich zeigen wird, nur kurze Fasern des Zuges betrifft. Wenn Fasern nach verschiedenen Richtungen gekrümmt verlaufen, dann ist eben die Verfolgung derselben auf einem Schnitte, und ihre übersichtliche Abbildung unmöglich; ihr Verlauf kann nur durch Serienschnitte einigermaßen, oft auch ganz genau festgestellt werden. Zu dieser Untersuchung eignen sich übrigens zunächst besser die entsprechenden Gehirnteile von überreifen Früchten oder auch von mehrere Wochen alten Kindern. Da

man nicht die kompakten Faserzüge treffen kann, sondern meist nur Teile davon oder vereinzelte Fäserchen, so ist es vorteilhaft, sie in einem Stadium vollständigerer Markentwicklung zu untersuchen, da sie sonst nur schwer wiedergefunden werden. Dies gilt übrigens nur für jene Faserzüge, welche isoliert verlaufen.

Betrachtet man aufmerksam die so gewonnene Serienschnittreihe, so findet man zweierlei Faserarten, welche bis jetzt noch nicht zur Darstellung gekommen waren. Die eine Faserart kann man am besten an den ersten oberflächlichen Schnitten sehen; auch die folgenden, sofern sie Teile des Pulvinar enthalten, lassen Fäserchen erkennen, welche dieser mehr oberflächlich verlaufenden Faserart angehören. An manchen oberflächlichen Schnitten, welche Randstücke des Corpus geniculatum laterale und des Pulvinar enthalten, sieht man von den Randteilen des Pulvinar demnach aus dessen Rindenschichten (Stratum zonale) in den verschiedensten Höhen Fasern und mehr noch Faserteile herabziehen und am Corpus geniculatum laterale vorbei in den Traktus, und zwar in die peripheren Schichten desselben einstrahlen. Die früher erwähnte schräge Schnittführung eignet sich ganz besonders gut zur Darstellung dieser Fasern, da man dadurch in vielen Schnitten Randteile vom Pulvinar zur Ansicht bekommt, die im Schrägschnitt kleine oder grössere Flächenpräparate des Stratum zonale des Pulvinar darstellen. Gerade an solchen Schnitten gewinnt man die Überzeugung, dass eine Anzahl der so verlaufenden Fäserchen hier endet, beziehentlich aus den in den Rindenschichten des Pulvinar zerstreut liegenden Ganglienzellen entspringt. — Es ist nicht leicht, sich davon ganz genau zu überzeugen, denn die Traktusfasern lösen sich zum Teil in ein regellos durcheinandergeworfenes, äusserst feines Fasergeflecht auf. An weniger entwickelten Gehirnen kann man aber infolge der deutlicheren Isolierung, doch mit Sicherheit Fäserchen zwischen die Zellengruppen eindringen sehen, und sogar an ihnen Achsen-cylinderfortsätze konstatieren. Einen sicheren Zusammenhang

von diesen mit Ganglienzellenfortsätzen konnte ich nicht, wie früher in den Kniehöckern und im Corpus Luys, nachweisen. Ich stehe aber dennoch nicht an, die Meinung auszusprechen, dass Traktusfasern, wenn auch in geringer Menge, über die Oberfläche des Pulvinar zerstreut, in den Rindenschichten desselben entspringen. Die Thatsache, dass die sonst vollständig mit Mark versehenen Fasern, in unmittelbarer Nähe von Ganglienzellen ein Stückchen nackten Achsencylinder erkennen lassen, ist für mich nunmehr ein sicheres Zeichen von Nervenendigung, beziehentlich Nervenursprung.

Diese Fasern, deren Verlauf jenem für die sogenannte oberflächliche, äussere Thalamuswurzel entspricht, und auch von Stilling (S. 54) genauer beschrieben wurde, haben nach diesem Autor „... mit den grauen Kernen auf der Oberfläche des Thalamus ... nichts zu schaffen ... Wohin sie laufen (centralwärts) ist vorerst nicht zu enträtseln, da sie sich mit Fasern vermischen, die von vorn und seitlich herkommen und so fein werden, dass ihre Verfolgung unmöglich wird. Über ein etwaiges Zellgebiet lässt sich nicht einmal eine entfernte Vermutung fassen ...“ Während sich unsere Angaben über den Verlauf dieser Fasern ziemlich decken, sind wir über den Ursprung derselben, darnach entgegengesetzter Meinung. Es ist dies wohl begreiflich. Man kann sich von den Ursprüngen der Fasern im Stratum zonale nur an jugendlichen Gehirnen, welche in der beschriebenen Art zerlegt werden, überzeugen. An Schnitten von Gehirnen Erwachsener, oder gar an gefaserten Präparaten ist dies geradezu unmöglich. Hat man nur solche untersucht, dann kann man sich auch nur Stillings Meinung zugesellen. Ich habe selbst im Verlaufe meiner langdauernden Untersuchung derselben gehuldigt, bis ich an den erst in letzter Zeit gewonnenen Präparaten Gelegenheit hatte, mich vom Gegenteile zu überzeugen.

Es begehen aber vom Traktus aus noch andere Fasern den-

selben Weg, ohne dass diese mit den eben beschriebenen irgend etwas gemein hätten. Sie liegen im Traktus sowohl, als auch im Pulvinar zu äusserst, und können noch am ehesten auf einem und demselben Schnitte weithin, oder doch weiterhin verfolgt werden. Wenn man eine Reihe von ähnlichen Objekten in derselben Weise untersucht hat, sich mit dieser Gegend einigermaßen vertraut gemacht hat, so gelingt es unschwer, diese Fasern immer wieder aus dem Gewirre herauszusehen. Sie haben einen mehr gestreckten Lauf, beteiligen sich nicht an dem Geflechte, sondern laufen durch, und sind besonders dort, wo die anderen Fasern ihr Geflecht eingehen, und ihre Markhülle einbüßen, von entschieden mächtigerem Baue, sie sehen etwas dunkler und hier auch etwas dicker aus. Näher am Traktus ist dieser Unterschied nicht kenntlich.

Von diesen Fasern könnte man eher mit Stilling sagen: „. Wohin sie laufen, ist vorerst nicht zu enträtseln. Über ein etwaiges Zellgebiet lässt sich nicht einmal eine entfernte Vermutung fassen“

Die Menge dieser Fasern ist nicht grösser und wohl auch nicht geringer als die jener, für welche die Rindenschicht des Pulvinar als Ursprungsstätte angenommen wurde. Wenn sich auch für diese zweite Fasergruppe kein Zellgebiet auffinden liess und daher auch nicht gesagt werden kann, wohin sie laufen, so kann doch mit Bestimmtheit behauptet werden, dass diese Fasern weder im Thalamus noch in angrenzenden, Ganglienzellhaufen führenden Gehirnteilen, ihren Ursprung nehmen. Da ich mir in dieser Arbeit vorgesetzt hatte, die Sehnervenfasern bloss bezüglich ihrer centralen Stammganglien, so weit möglich, zu studieren, so konnte ich mich nicht darauf einlassen, besagte Fasern über die mir gesetzte Grenze hinaus zu verfolgen; die ohnehin ausgedehnte Arbeit hätte allzugrosse Dimensionen angenommen. Ausserdem hatte ich schon bei Beginn dieser Untersuchung den Plan gefasst, in einer folgenden, das Schicksal der Sehnerven-

fasern jenseits der Stammganglien, die Verbindung dieser mit der Gehirnrinde in derselben Weise genauer zu erforschen. Ich hoffe diesen Plan demnächst zur Ausführung bringen zu können. Trotzdem möchte ich heute schon eine Vermutung aussprechen, welche auch nur als solche aufgefasst werden soll.

Könnte man nicht annehmen, dass diese Fasern des Traktus, für welche in den vorhandenen Sehnervenganglien keine Ursprungsstätte gefunden werden kann, und die den Eindruck machen als zögen sie nach entfernter gelegenen Bezirken, überhaupt keine im gewöhnlichen Sinne des Wortes central entspringende Sehnervenfasern sind, sondern dass sie nach Art von Kommissurenfasern die Sehnervenendzellen der Netzhaut mit den Zellen in der Gehirnrinde verbinden? Sie wären dann allenfalls zu vergleichen mit den kommissurenartig verlaufenden Fasern des Balkens. Wenn auch die bis jetzt dafür gewonnenen That-sachen diese Annahme keineswegs vollkommen rechtfertigen, so wird dieselbe doch nicht als eine ganz willkürliche, sondern als eine in manchen Punkten anatomisch gerechtfertigte aufgefasst werden können. Auf die physiologische Bedeutung so verlaufender Fasern und auf die physiologische Berechtigung einer solchen Annahme an diesem Orte einzugehen ist nicht meine Absicht.

Der Sehhügel liefert endlich noch eine Fasergruppe, welche auch bei derselben Schnittführung, zum Teil wenigstens, dargestellt werden kann.

An den Schnitten, welche aus tieferen Thalamusteilen stammen, aber immer noch Teile der Kniehöcker mitenthalten, sieht man schon bei schwacher Vergrößerung Faserbündel in den Traktus eintreten, welche aus dem Innern des Thalamus herkommend, unter dem inneren und äusseren Kniehöcker in etwas bogenförmigen Laufe vorüberziehen. An Serienschnitten kann man sich überzeugen, wie diese Faserzüge unter und zwischen den Kniehöckern in die graue Substanz des Sehhügels einstrahlen. Die Faserzüge sind auf den einzelnen Schnitten nicht in continuo

verfolgbar, denn sie verlaufen in doppelter Hinsicht bogenförmig gekrümmt. In der Nähe des Traktus ist aber an manchen Schnitten das Faserbündel kompakt sichtbar. An jugendlichen Individuen gelingt es sogar aus diesen Bündeln heraus, Einzelfasern bei starker Vergrößerung zu verfolgen (Zeiss. Ob. F. Ok. 3) und sich davon zu überzeugen, dass dieselben von Ganglienzellen aus der grauen Substanz des Sehhügels entspringen. Diese wichtige Thatsache ist, wenn auch nur vereinzelt festzustellen, doch ausschlaggebend für den ganzen Faserkomplex, umsomehr man an anderen Schnitten der Serie, an Stellen, welche vom Traktus weiter ab liegen, Faserstücke findet, welche auch mit Ganglienzellen der grauen Substanz des Thalamus in Beziehung zu treten scheinen. Diese weiter ab liegenden Faserteilchen lassen sich an ihrer Richtung durch die aufeinanderfolgenden Schnitte bestimmt als zum Traktus gehörige Fasern erkennen.

Aus diesen Befunden lässt sich noch die Thatsache verzeichnen, dass die Fasern der tiefen Thalamuswurzel verschieden lang sind. Die kurzen, den Kniehöckern näher, ganz besonders in der Einkerbung der Kniehöcker gelegenen, waren es, welche vom Traktus bis zu ihrer Wurzelstätte im Thalamus verfolgt werden konnten. Diese Fasern liegen aber nicht so beisammen, dass man sie gesondert als tiefe kurze Thalamuswurzel auffassen und von der tiefen langen Wurzel trennen sollte. Das würde die Einteilung nur komplizieren. Es ist besser und gewiss auch richtiger nur zwischen kurz und lang entspringenden Fasern der in ihrer Gesamtheit schon von den meisten Autoren anerkannten tiefen Thalamuswurzel des Sehnerven zu unterscheiden.

Was die Entwicklung der Markhülle all' dieser Faserzüge anlangt, so fällt es einigermassen schwer ein vollständiges Bild derselben zu entwerfen, weil nicht alle Fasern an gleichalterigen Individuen verglichen werden konnten. Es liessen sich dennoch

die Hauptzeitabschnitte feststellen, ebenso dass die einzelnen Faserzüge welche an gleichwertigen Stellen entspringen sich auch gleichzeitig mit Mark umgeben. Ferner konnte man wiederum Thatsachen erbringen, die mehr bei der Beurteilung der zeitlichen Markbildung im allgemeinen, in Betracht kommen. Neue Belege wurden gesammelt für unsere Ansicht, dass das Mark sich in der betreffenden Bahn in der bestimmten, beschriebenen Weise allmählich vom Centrum gegen die Peripherie hin entwickelt. —

An 14—16 Wochen alten Embryonen ist an der Faserstrahlung aus dem Corpus Luys nichts von Mark zu sehen. Die Faserzüge selbst sind jedoch wieder zu erkennen, freilich auch nur bei stärkerer Vergrößerung, als zarte hellglänzende, in derselben Weise wie später die Markfasern verlaufende, nackte Achseneylinder. Wenn auch an ein Verfolgen der einzelnen Fasern in diesem Entwicklungszustand nicht zu denken ist, so kann man doch auch schon hier sehen, wie die in flachen Bogen herabziehenden Züge nackter Achseneylinder in den ebenso beschaffenen marklosen Traktus einstrahlen.

Auch die übrigen Faserzüge aus dem Corpus Luys, welche über dem Kniehöcker verlaufen, die eigentlichen Kniehöckerfasern und die oberflächliche und tiefe Sehhügelwurzel sind in diesem Alter noch marklos.

Das nächst ältere Individuum, das zur Untersuchung kam, etwa aus der 20.—22. Woche, zeigt schon andere Verhältnisse und zwar ähnliche wie wir sie an der Wurzel aus dem äusseren Kniehöcker kennen gelernt haben. Nur die Untersuchung mit starker Vergrößerung lässt in derselben Weise die ersten Anfänge der Markbildung erkennen. Deutlich sieht man die dunklen Anschwellungen und allmählichen Übergänge in die wieder marklose Partie der Faser, in der Wurzel des Corpus Luys und in den Fasern, welche direkt dem inneren Kniehöcker entstammen. An den bekannten Schrägschnitten ist auch in der tiefen Thalamuswurzel beginnende Markbildung zu konsta-

tieren. Die aus dem Stratum zonale entspringenden Fasern sind wegen ihrer vollständigen Marklosigkeit gar nicht wieder zu erkennen, man sieht nur ein schwach angedeutetes faseriges Gewebe, das stark mit Zellen durchsetzt ist, selbst die Züge der nackten Achsencylinder sind äusserst schwer, nur bei starker Vergrösserung, eben kenntlich. Dasselbe gilt von den oberflächlich am Kniehöcker entspringenden Fasern. Es hat darnach den Anschein, als bestände, an den oberflächlich und den tief entspringenden Traktusfasern, ein zeitlicher, wenn auch geringer Unterschied in der Entwicklungsart der Markhülle.

An einem etwa 30 Wochen alten Fötus finden sich weit entwickeltere Markhüllen; es sind wiederum die tiefen Wurzeln und in erster Linie die Faserstrahlung aus dem Corpus Luys und dann die tiefe Thalamuswurzel, welche eine ganz deutliche Markhülle an den Einzelfasern aufweisen. Dieselbe ist aber keineswegs vollkommen. Man sieht auch hier in den einzelnen Bündeln noch viele Fasern, die beinahe, oder gar vollständig marklos sind; an anderen Fasern sieht man dies nur an Teilen derselben. Bei starker Vergrösserung erkennt man die oft erwähnten Anschwellungen im Verlaufe der Markfaser und die Verminderung der zelligen Gebilde. Die oberflächlich verlaufenden Fasern aus dem Stratum zonale sind auch schon in deutlicher Markbildung begriffen, jedoch lange nicht in dem Maasse wie die Züge aus dem Corpus Luys, sie erscheinen noch in dem Kleide der ersten Entwicklungsstufe der Markbildung. Von den Fasern, welche an den Sehhügeln von mehrwöchentlichen Kindern als weiter fortziehende kommissurenartig verlaufende, beschrieben wurden, ist nichts zu sehen, die Markbildung scheint an diesen noch gar nicht im Gange zu sein; als nackte Achsencylinder sind sie aus dem regellosen Fasergeflecht nicht erfindlich.

Einen weit schöneren Einblick in den Faserverlauf aller aus den Centralganglien entspringenden Optikusfasern gewähren Früchte aus der 34.—36. Woche.

Da sieht man schon bei schwacher Vergrößerung nur vollständig mit Mark bekleidete Fasern aus dem Corpus Luys in den Traktus einstrahlen. Sie durchziehen in zierlicher Anordnung äusserst zart und dünn, vollkommen von einander isoliert, das gelblich gefärbte Mittelfeld, als deutlich blauschwarz gefärbte Fäserchen. Bei starker Vergrößerung erkennt man wohl noch Anschwellungen im Verlaufe der Fasern, dieselben sind aber nicht mehr so mächtig und viel seltener. Auch die Faserzüge am Kniehöcker zeigen dieselbe Entwicklung. Entschieden weniger vollkommen ist die Markentwicklung in den angrenzenden Traktusteilen; hier sind immer noch einzelne Fasern wenig oder gar nicht bekleidet, so dass man besonders bei starker Vergrößerung noch deutlich Züge von nackten Achsencylindern zu erkennen vermag. An den beiden Thalamuswurzeln sind die Unterschiede in der Entwicklung auch schon nahezu verstrichen, sie erscheinen mir aber beide nicht so gut entwickelt wie die Faserzüge aus dem Corpus Luys. Freilich konnten hiezu nur zwei gleichaltrige Früchte verglichen werden. Es ist wohl nicht ohne weiteres zulässig daraus den Schluss auf Beständigkeit des Befundes zu ziehen, wenn es auch wahrscheinlich sein dürfte, dass die zweimalige Wiederkehr gleicher Unterschiede in der Entwicklung bestimmter Fasergattungen der Ausdruck eines beständigen und regelmässigen Befundes ist.

Von grossem Interesse scheint mir die Thatsache, dass die als Kommissurenfasern beschriebenen Züge (nur der Kürze halber, nicht als Ausdruck der feststehenden Thatsache, will ich diese Fasern so nennen) längs der Oberfläche des Sehhügelkörpers zu dieser Zeit noch immer nicht erkennbar sind. Deutlich sichtbar sind sie überhaupt erst am Gehirne mehrwöchentlicher Kinder, da erst sind sie als eigene Fasergattung charakterisiert. Es mag sein, dass die Anfänge der Markbildung viel früher eintreten als sie sichtbar werden; zu erkennen sind dieselben erst beim Neugeborenen, aber auch da nicht mit Bestimmtheit. Dass die

Markbildung nach erfolgter Geburt auch unreifer, lebensfähiger Früchte rascher erfolgt, habe ich schon in der Bearbeitung des Chiasma dargethan (5). Meine mikroskopischen Befunde deckten sich in schönster Weise mit den makroskopischen Flechsig's (6); seine Vermutung, dass das extrauterine Leben fördernd auf die Markentwicklung einwirke, konnte zur Thatsache erhoben werden. Es mag wohl sein, dass die in Rede stehenden Fasern bis zur Geburt nur eine kaum erkennbare Markbekleidung besitzen, dass diese in den ersten extrauterinen Lebenswochen zu rascherer Entwicklung kommt und dass sie dann sogar kräftiger und schwärzer aussehen, als die übrigen Faserzüge. Ich muss gestehen, dass die Sonderstellung dieser Faserzüge in Bezug auf die Bildung der Markhülle auffallend und höchst interessant ist und die früher ausgesprochene Vermutung, betreff ihres anatomischen Verlaufes und ihrer anatomischen und physiologischen Bedeutung, gewiss nicht unhaltbarer macht. Man könnte eher sagen, dass durch diese Thatsache der verspäteten Markbildung ihre Sonderstellung ganz besonders ausgesprochen ist. Vielleicht werden spätere Untersuchungen im stande sein, darüber mehr Klarheit zu schaffen. — Vorerst möge nur der embryologisch-anatomische Befund zu dem bereits Erwiesenen hinzugefügt werden. —

An älteren Früchten als solchen aus der 34.—36. Woche nimmt die Markbekleidung, wie schon für andere Wurzelbahnen bemerkt wurde, an Mächtigkeit zu, bis sie beim mehrmonatlichen Kinde die Höhe der Entwicklung erreicht hat.

So hat denn die Untersuchung der Gegend des inneren Kniehöckers, des Sehhügels und der angrenzenden Gebiete manche wichtige Thatsache geliefert. Sie seien hier kurz zusammengefasst.

Der Sehstiel erhält einen geradezu mächtigen Faserzuwachs aus einem Teile des sogenannten Corpus Luys. Der grössere

Teil zieht direkt in den Traktus ein, nachdem er in flachen Bogen das Zwischengebiet über dem Grosshirnschenkel durchlaufen hat. Der andere Teil der Faserzüge geht auf längerem Wege, durch den inneren Kniehöcker, über und um denselben, in den Traktus ein. Dieser Verlauf an der Oberfläche des Kniehöckers ist ein etwas verwickelter und ergibt sich nur aus der aufmerksamen Untersuchung und Beurteilung der bestimmten Serienschnitte.

Ebenso wie aus dem äusseren, entspringen auch aus dem inneren Kniehöcker Traktusfasern, ganz vorne am Traktusanfang, mit sogenannter kurzer Wurzel, ohne jedoch bündelweise einzustrahlen. Sie entspringen und verlaufen einzeln.

Gleichfalls einzeln entspringende Fasern bezieht der Traktus aus der ganzen nach aussen gekehrten Fläche des Kniehöckers, bald mit kurzer, bald mit längerer Wurzel, je nachdem, ob die Faser aus Teilen die dem Traktus näher, oder weiter weg gelegen sind, herstammt.

Aus dem Thalamuskörper treten Fasern aus, welche wie schon bekannt war, in oberflächliche und tiefe geschieden werden.

Die tiefe Wurzel entspringt in der grauen Substanz des Sehhügels mit kurzen und langen Fasern, besonders an ersteren wurde der Zusammenhang mit Ganglienzellen des Sehhügels festgestellt; sie verlaufen unter und zwischen den Kniehöckern und sind an überreifen Früchten besser sichtbar.

Die oberflächliche Thalamuswurzel entspringt von den Ganglienzellen, welche in den Rindenschichten des Pulvinar zerstreut liegen (Stratum zonale). Sie sammeln sich daselbst aus einem äussert dichten und zugleich zarten Nervengeflecht; Fäserchen dieses Geflechtes sieht man mit Achsencylinderfortsätzen zwischen die Ganglienzellen eintreten.

In diesem Geflecht verlaufen Fasern, welche nicht mit ihm in Verbindung treten. Sie lassen sich bestimmt in den Traktus verfolgen; es kann jedoch nicht gesagt werden woher sie kommen;

sie entspringen nicht in den bekannten Stammganglien; sie sind an ihrem etwas kräftigerem Bau und ihrem gestreckten Verlauf, bei einiger Übung, zu erkennen. Auch in Bezug auf die Markentwicklung nehmen sie eine gesonderte Stellung ein. — Es wurde die Vermutung ausgesprochen, ob es sich nicht etwa um Optikusfasern handle, welche Sehzellen der Netzhaut mit Zellen der Gehirnrinde direkt verbinden. Sie wurden mit den Kommissurenfasern des Balkens verglichen. Ihre eventuelle physiologische Bedeutung wurde hier vorerst nicht besprochen.

An Gehirnen aus der 14.—16. intrauterinen Lebenswoche weisen all diese Faserzüge noch kein Mark auf. Zuerst wird sie in der bekannten Weise an 20—22 Wochen alten Individuen kenntlich, am besten in der Strahlung aus dem Corpus Luys, dann an den Kniehöckerfasern und an der tiefen Thalamuswurzel; gar nicht an den Fasern des Stratum zonale.

Während am 30 Wochen alten Fötus die genannten Wurzelfasern schon deutlich Markbildung aufweisen, zeigen sich die Fasern des Stratum zonale in noch anfänglichem Entwicklungsstadium. Die sogenannten Kommissurenfasern sind noch gar nicht zu sehen.

Die 34.—36. Woche bringt nahezu volle Entwicklung des Markes an allen Faserzügen; am deutlichsten an den Fasern des Corpus Luys. Immer noch marklos erscheinen die oberflächlich verlaufenden Kommissurenfasern. Deutlich kenntlich sind diese Fasern überhaupt erst in Gehirnen mehrwöchentlicher Kinder.

Vierhügelgegend.

Die Erforschung der Fasern des Traktus beziehentlich Optikus, welche in der Gegend der Vierhügel entspringen mögen, bot die grössten Schwierigkeiten.

Schon die äussere Form dieses Bezirkes liess vermuten, dass die Methode der Serienschritte und die Verfolgung der sich entwickelnden Markhülle auf grosse technische Schwierigkeiten stossen wird; Schwierigkeiten, welche zum Teil gar nicht überwunden werden können. Die Fasern dieser Gegend verlaufen nur in der Nähe des Traktus in einer sich ziemlich gleichbleibenden Ebene, um dann die verschiedensten Richtungen einzugehen. Dadurch wird die Darstellung bestimmter Faserzüge vom Traktus bis zu ihrer Ursprungsstätte zur Unmöglichkeit. Aber auch die Kombination der Serienschritte liefert nicht dieselben befriedigenden und überzeugenden Resultate wie bisher. Trotz alledem ist es doch möglich geworden, auch für diese wichtige Gegend heute schon, manches, was andere Autoren gefunden, zu bestätigen, manches neu hinzuzufügen.

Es unterliegt übrigens gar keiner Frage, dass die Bedeutung der Vierhügel als Ursprungsstätte für Sehnervenfasern weit hinter jener der bisher besprochenen Kerne zurücktritt. Ein Blick auf die bis zu ihren Wurzeln zum ersten Male thatsächlich anatomisch verfolgten Fasermengen und die beiläufige Abschätzung ihrer Stärke wird es nicht unbegreiflich machen, wenn

die Vierhügelgegend keine grosse Ausbeute gewährt. Ganz abgesehen von dem welligen Verlauf und der daraus erwachsenden Schwierigkeit Fasern ihrem ganzen Verlaufe nach zu verfolgen, ist zu bedenken, dass für diese Gegend überhaupt keine nennenswerte Fasermenge mehr übrig ist. Es ist sicher, dass die Bedeutung der Vierhügel als Ursprungsstätte gerade so sehr, oder noch mehr überschätzt wird, als der Sehhügel und die beiden Kniehöcker, als wahre Wurzelganglien unterschätzt werden.

Das Untersuchungsmaterial wurde auch bei Erforschung dieser Gegend so wie bei der vorhergehenden Gruppe zugeschnitten, nur mit dem Unterschiede, dass an dem Gehirnteile die ganze Vierhügelgegend belassen wurde; dafür verzichtete man auf einen grossen Teil des Thalamus, welcher ja im vorliegenden Falle gar nicht mehr in Betracht kam.

Überflüssiges wegzuschneiden ist ein guter technischer Behelf, denn allzu grosse Gehirnteile können nur schwer in vollständige, lückenlose Serienschritte zerlegt werden. — Zunächst wurde eine schräghorizontale Schnittführung gewählt, wobei darauf Gewicht gelegt wurde, den Schnitt so zu führen, dass derselbe den Traktus in seinem zuhinterst gelegenen Teile und zugleich Vierhügelanteile traf. Man kann ganz gut den Schnitt durch eine geringe Senkung des Messers nach vorne, beziehentlich nach der Horizontalebene des vorderen Traktusstückes, so dirigieren, dass er zugleich durch Traktus und die entsprechenden Bindearme geht, vorerst durch das *Brachium conjunctivum auticum*, welches den Tractus opticus mit dem vorderen Vierhügel verbindet. An Gehirnen Erwachsener sieht man auch eine deutliche Teilung des Bindearms in einen oberflächlichen und einen tiefen Ast. An den Gehirnen unreifer und reifer Früchte ist diese Teilung nicht zu erkennen.

An den wie erwähnt gewonnenen Schnitten lassen sich Faserzüge erkennen, welche in nicht grosser Menge vom Traktus ausgehend, einerseits der Oberfläche des Vierhügels zustreben,

andererseits in die graue Substanz desselben eindringen. Von den oberflächlich verlaufenden Fasern sieht man an diesen Schnitten nicht viel, jedenfalls gelingt es nicht ganze Fasern auf lange Strecken in continuo zu verfolgen. Man sieht immerhin Faserstücke, welche in ziemlich derselben Richtung verlaufend, an der Oberfläche des Vierhügels sich in feines Fasergeflecht auflösen. Dieses Fasergeflecht lässt sich aber nur an schief zur Oberfläche des Vierhügels angelegten Schnitten erkennen. Dieser Faserverlauf hat einige Ähnlichkeit mit jenem, welcher aus dem Stratum zonale des Sehhügels in den Traktus einstrahlt.

Wenn für jene Fasern sowohl der Eintritt in den Sehstiel, als der Ursprung aus den Ganglienzellen der Rindenschicht des Thalamus festgestellt wurde, dieselben demnach anatomisch bestimmt für Wurzelfasern des Optikus angesehen werden konnten, so ist dies für die eben beschriebenen, oberflächlichen Vierhügel-fasern nicht der Fall.

Es ist gewiss schwerwiegend, wenn bei vielen diesbezüglich untersuchten Gehirnteilen niemals an den auf der Oberfläche des Vierhügels spärlich zerstreuten, sich durchkreuzenden Faserteilen eine Verbindung mit Ganglienzellen gefunden wurde, ja sogar vergebens nach Achsencylinderfortsätzen dieser markhaltigen Faserteile gesucht wurde. Wenn bei aufmerksamer Durchsicht lückenloser Serienschritte, welche nach verschiedenen Richtungen angelegt waren, weder Verbindungen mit Zellen noch Achsencylinderfortsätze angetroffen werden, dann hat man allen Grund daran zu zweifeln, dass man es überhaupt mit einer Ursprungsstätte von Fasern zu thun habe. Es muss demnach völlig unentschieden bleiben, woher diese geringe Menge von Fasern kommt, und welche Bedeutung ihnen beigemessen werden soll. Man kann diesen Faserzug auch nicht als bestimmt dem Traktus angehörig anerkennen, wenigstens nicht nach Durchmusterung der verschiedenen Schnittserien. Es hat wohl den Anschein als zögen diese Fasern in den Traktus, sicher ist es aber nicht. Während

wir bis jetzt bei keinem Faserzug darüber im Unklaren waren, ob er dem Traktus angehört oder nicht, lässt sich bei diesen Fasern nur sagen, dass sie dem Traktus zustreben, nicht aber dass sie in denselben einstrahlen. Die Vermutung, dass man es hier mit Fasern zu thun habe, die nur der Gegend des Sehistieles und Vierhügels, nicht aber den beiden selbst angehören, ist gewiss gerechtfertigt und durch weitere Untersuchungen vielleicht auch zu erweisen.

An denselben Schnitten sind, wie schon erwähnt, Faserzüge kenntlich, welche vom Traktus ausgehend den tieferen Schichten der grauen Substanz des Vierhügels zustreben. An diesen Fasern ist deutlich zu sehen, dass sie in den Traktus eintreten, jedoch auch nur an aufeinanderfolgenden Schnitten aus derselben Serie, denn sie liegen nicht alle in einer der Schnittrichtung parallelen Ebene, sondern treten gleich am Traktusanfang nach verschiedenen Richtungen auseinander. Aus diesem Grunde lässt sich auch der Verlauf dieser Fasern nicht durch eine mikroskopische Zeichnung wiedergeben. Man kann an den Schnitten sicher nur Faserteile verfolgen, welche aber alle derselben Richtung zustreben, demnach als Züge von Faserteilen erkannt werden können, die alle demselben Fasergebiet angehören. Kombiniert man diese Einzelbefunde der ganzen Schnittserie, so erhält man einen Faserzug, welcher vom Traktus aus in einem dem *Brachium conjunctivum* entlang gehenden, etwas bogenförmigen Verlauf im oberen Teil des vorderen Vierhügels eintritt, und sich dort in verschiedenen hoch gelegenen Schichten, zwischen den kleinen Ganglienzellen verliert. Die Fasern treten aber in diese Ganglienzellengegend unter Beschreibung eines Bogens ein, so dass man an all' den Schnitten an der Stelle, wo die längs getroffenen Faserteile in die Zellgruppe einzutreten scheinen, Quer- und Schrägschnitte der Fasern sieht. Dieser Thatsache ist es wohl zuzuschreiben, dass es nicht gelingt, an so gewonnenen Serienschnitten mit Sicherheit einen Zusammenhang zwischen Faserteilchen und

Zellen festzustellen. Darnach wäre auch für diese Fasern vorerst die Ursprungsstätte aus dem Vierhügel nicht erwiesen, wenn auch bestätigt werden konnte, dass es sich um wirkliche Traktusfasern handelt.

Um sich mehr Klarheit in die Art des Ursprungs dieser Fasern zu verschaffen, wurde die Gegend des vorderen Vierhügels und gerade jener Teil desselben, wo diese Quer- und Schrägschnitte der Fasern nebst Ganglienzellen gefunden worden waren, in Frontalschnitte zerlegt. Es wurde die äussere hintere konvexe Oberfläche des Vierhügels und des Bindearmes als Richtungsebene für die Schnittführung gewählt und von da ab, indem das Messer die grösste Konvexität des Vierhügels tangential berührte, dieser in Serienschnitte zerlegt. Auf diese Art gelang es, einen, wenn auch kleinen Teil der bogenförmig in die grauen Schichten des Vierhügels eintretenden Fasern so freizulegen, dass längere Teile derselben im Schnitte der Länge nach getroffen wurden. Unter diesen Umständen wird es nicht wundern können, wenn man nur in wenigen Schnitten vereinzelte Faserteile gewährt, an welchen die charakteristischen Merkmale des Ursprungsteiles einer markhaltigen Nervenfasers erkannt werden können. Die Fasern verlaufen zu regellos, als dass man bei der Serienschnittmethode mehr erwarten könnte; und doch stehe ich nicht an, diesen Fasern, mit einiger Wahrscheinlichkeit, die grauen schalenförmig angeordneten Schichten der vorderen Vierhügel, als Ursprungsstätte zuzusprechen. Hierfür kann die Thatsache genügen, dass aus dem Gewirre heraus Fasern, wenn auch nur zwei oder drei, erkannt werden können, welche Achsencylinderfortsätze zeigen. Ein sicherer Zusammenhang der Faser mit einem Ganglienzellenfortsatz selbst wurde nirgend gesehen, was in diesem Falle angesichts des verworrenen Durcheinanders der Faserteile erklärlich ist. Es wäre ein ganz besonderer Zufall, der unter Umständen, bei geduldigem fortgesetztem Suchen, vielleicht auch eintreffen könnte, wenn man

bei den vorliegenden Verlaufs- und Verteilungsverhältnissen gerade solche Stellen im Schnitte treffen würde. Da muss man sich mit dem leichter Erreichbaren begnügen und den Achsen-cylinderfortsätzen jene Bedeutung zuschreiben, welche ihnen, besonders unter den obwaltenden Verhältnissen, zukömmt.

Was die Beurteilung der Menge der Fasern anlangt, welche sonach mit einiger Wahrscheinlichkeit aus den grauen Schichten des vorderen Vierhügels entspringt, so kann man wohl sagen, dass dieselbe sicherlich äusserst gering ist. Während die bis jetzt besprochenen Wurzeln und ganz besonders die aus dem Corpus Luys, aus dem äusseren Kniehöcker und die tiefe Thalamuswurzel, nach ihrer Mächtigkeit aufgeführt, ganz gehörige Fasermengen liefern, ist der Zuzug an Traktusfasern aus dem vorderen Vierhügel ein verschwindend kleiner.

Die Untersuchung der Gegend des hinteren Vierhügels, des zugehörigen Bindearms und Sehstielanteils, zeigt ähnliche Verhältnisse wie sie sich für die gleichwertige vorne gelegene Partie ergeben haben. Betrachtet man dieses Gebiet äusserlich am Gehirne eines Erwachsenen, so scheinen der Zusammenhang und die Zusammengehörigkeit der hinteren Vierhügel, des Bindearms, des Corpus geniculatum mediale und des Traktus ausser Zweifel. „Der hintere Vierhügel steht auch direkt durch das Corpus geniculatum mediale mit dem Tractus opticus in Verbindung — sagt Edinger (9) — es ist aber fraglich ob er Fasern enthält, die zum Seheacte selbst benutzt werden. Sein Arm stammt aus dem Corpus geniculatum mediale und aus einer Querkommissur (Gudden'sche), welche mit dem Tractus opticus zum hinteren Winkel des Chiasma gelangt.“ —

Die technischen Schwierigkeiten bei der Zerlegung dieser Gegend sind nicht minder gross, als die bei Bearbeitung der vorderen Vierhügel überwundenen. Es erschien auch hier am zweckmässigsten vorerst die Schnitte so anzulegen, dass Vierhügel,

Bindearm, innerer Kniehöcker und Traktus zugleich getroffen wurden. Es ist nicht möglich bei dieser Schnittführung in alle Schnitte Teile dieser Gebilde zu bekommen, denn dieselben sind in einer nach hinten ganz schwach konvexen Linie angeordnet, wobei der oberflächliche Ast des Bindearmes in die höchste Konvexität fällt, während der unterste Teil des Vierhügels einerseits, und der Traktusanfang andererseits, am meisten nach vorne liegen. So gering auch diese Abweichung von der geraden Linie sein mag, sie genügt, um die Schnittführung zu erschweren und die Abbildung der Faserzüge nach einem mikroskopischen Präparate unmöglich zu machen. In den Anfangsschnitten sind keine Teile des Traktus enthalten, die tieferen eignen sich besser zur Orientierung des Faserverlaufes. Aber auch an diesen Schnitten sieht man nur Faserteile, welche erst durch Zusammensetzung der einzelnen Schnitte zu einem Faserzuge vereinigt werden können.

Hauptsächlich an jenen Schnitten, welche kaum mehr in das Bereich des Grosshirnschenkelfusses fallen, noch Teile der oberflächlichsten, obersten Schichten des Corpus geniculatum mediale enthalten, sondern ganz in der grauen Substanz des Vierhügels liegen, gewahrt man, in einiger Entfernung von den Randteilen des Schnittes, also innerhalb der Substanz dieses Gebildes, Faserteile, welche sich zu einem Zuge zusammen setzen lassen, welcher vom Traktus über das Corpus geniculatum mediale, vermittels des tiefen Astes des Bindearmes, in die graue Substanz des hinteren Vierhügels einstrahlt. An all' diesen Schnitten lässt sich aber auch weiter nichts feststellen.

Will man sich davon überzeugen, dass diese Faserteile wirklich dem Sehstiele angehören, dann müssen Schnitte in etwas anderer Richtung angelegt werden. Es muss bloss der Traktusanfang mit dem Bindearmstück bis zur Stelle der grössten Konvexität in Schnitte zerlegt werden, welche parallel der Längsrichtung des Traktus und dem ansteigenden Stücke des Bindearmes verlaufen.

An solchen Schnitten kann man sehen, dass wirklich Faserteile, welche der Gegend des Vierhügels zuzustreben scheinen, in den Traktus eintreten. Die Menge ist jedoch eine sehr geringe. Dass die Menge so gering erscheint, hat gewiss nicht seinen Grund darin, dass es nicht gelingt, den ganzen Faserzug, wie früher bei den anderen Wurzeln, in den Schnitten zu treffen. Man kann sicherlich ebenso gut und bestimmt an den Faserteilchen, welche aus der ganzen Schnittserie zusammengefasst werden, einen Eindruck bekommen, von der Menge der Fasern, welche vom Vierhügel aus in den Traktus eingehen.

Um nun festzustellen, wie sich diese Fasern zur grauen Substanz des Vierhügels verhalten, wurden wiederum in verschiedener Richtung Schnitte geführt. Denn bei der ersten Schnittführung sah man auch nicht mehr als schon bei der Beschreibung dieses Teiles im vorderen Vierhügel erwähnt worden ist. Auch hier erscheint der Ursprung dieser Fasern so zu erfolgen, dass dieselben einzeln, nach den verschiedensten Richtungen hin, aus der grauen Substanz des Vierhügels austreten und sich erst dann zu einem mehr oder weniger kompakten Zuge vereinigen. Der hintere Vierhügel mit dem angrenzenden Bindearmstück wurde daher erst in Stücke zerlegt, welche der Längsrichtung des Bindearmes und der des hinzugedachten Traktus parallel liefen, dann in solche, welche der Längsrichtung des Bindearms parallel, zur Längsrichtung des Traktus aber senkrecht verliefen und endlich in solche, welche der Längsrichtung des Traktus wohl parallel, zur Längsrichtung des Bindearmes hingegen senkrecht gerichtet waren.

Aus dieser grossen Menge von Serienschnitten ergab sich in derselben Weise wie beim vorderen Vierhügel, nur mit weit grösserer Wahrscheinlichkeit, die Thatsache, dass die Vierhügelwurzel, welche von den grauen Schichten des hinteren Vierhügels zum Traktus zieht, eine äusserst schwache ist, dass die

Fasern derselben aber alle in den Traktus einstrahlen und, dass dieselben Fasern thatsächlich in den grauen Schichten des Hügels ihren Ursprung finden dürften. Letzteres wurde, wie beim vorderen Vierhügel, daraus entnommen, dass man bei der verschiedenen Schnittführung auf markhaltige Fasern stiess, an welchen Achseneylinderfortsätze zu erkennen waren. Die Menge solcher Fortsätze war entschieden bedeutender, als in der vorderen Vierhügelgegend. Ein eigentlicher Zusammenhang dieser Fasern mit Ganglienzellen und ihren Protoplasmafortsätzen konnte nicht festgestellt werden. Trotzdem ist auch der hintere Vierhügel als Ursprungsstätte einer schwachen Sehnervenwurzel anzusehen.

Von anderen Faserzügen, welche bei der erwähnten mannigfachen Zerlegung des Vierhügels zur Ansicht kommen, sind auch nur Faserteile zu erwähnen, welche gleich wie beim vorderen Vierhügel in den oberen Schichten, im Stratum zonale, oder Tectum cosp. quadrig. liegen. — Besonders an den Flächenschnitten des Vierhügels erkennt man in den äussersten Schichten desselben ein zartes Nervenengeflecht. Vergleicht man diese Schnitte mit jenen, welche gleichsinnig mit der Längsrichtung des Bindearms verlaufen, so scheint es wohl, als hätte man es auch hier, wie bei dem vorderen Vierhügel, mit einer oberflächlichen Wurzel des Sehnerven zu thun. Wie aber auch damals, weder der Ursprung in einem Zellgebiet des Stratum zonale des Vierhügels, noch das Einstrahlen der Fasern in den Traktus, mit Bestimmtheit anatomisch festgestellt werden konnte, so muss auch jetzt bei Besprechung derselben Fasern des hinteren Vierhügels diese wichtige Frage noch offen gelassen werden. — An manchen Schnitten fanden sich wohl Fasern, welche einen besonderen Verlauf einzuhalten schienen, Fasern, welche von der Traktusgegend kommend in gestreckter Richtung über die Vierhügeloberfläche hinweg zogen; dieselben liessen sich aus dem Geflecht heraus verfolgen, ähnlich wie jene Fasern, welche bei der Untersuchung

des Stratum zonale Thalami, über den Bezirk dieses Gebildes hinaus, verfolgt und vermutungsweise als Rindenfasern angesehen wurden. Ob es sich im Stratum zonale der Vierhügel wohl auch um ähnlich verlaufende Fasern handeln mag? —

Was die Entwicklung der Markfasern im Vierhügelgebiet anlangt, so lässt sich dieselbe im Anschlusse an die ausführliche Besprechung der übrigen Wurzelgebiete kurz zusammenfassen, ohne dass die einzelnen Präparate aus den verschiedenen Entwicklungsstadien erst noch ausführlicher besprochen werden. Es wäre doch nur eine Wiederholung der schon genügend besprochenen mikroskopischen Entwicklungsvorgänge.

Auch dieses Gebiet ist an Gehirnen aus der 14.—16. intrauterinen Lebenswoche noch vollkommen marklos; die nackten Achsencylinder sind infolge zerstreuter Anordnung der Faserteile auf den Schnitten nur schwer zu erkennen.

An 20—22 Wochen alten Früchten findet man auch nur bei starker Vergrößerung die allerersten Anfänge der Markbildung; jedoch ausschliesslich in den tiefen Faserzügen aus den grauen Schichten der beiden Vierhügel. In den oberflächlichen Lagen ist auch in der Vierhügelgegend zu dieser Zeit keine Spur von Markentwicklung sichtbar. Die 30.—32. Woche bringt auch für die Fasern des Stratum zonale die ersten Anlagen des Markes und lässt uns die Fasern der tieferen Schichten in ausgeprägterem Markkleide erblicken.

Es scheint sonach, als könnte man für alle Gebiete der Sehnervenwurzeln als Regel aufstellen, dass die Markentwicklung an den Fasern der tiefen Wurzeln derjenigen der oberflächlich verlaufenden Fasern voran ist und zwar im Durchschnitt um etwa 4—8 Wochen. Ganz genau lässt sich dies nicht angeben, da ja die Entwicklungsstadien zwischen der 22. und 30. Woche nicht für alle Gebiete zur Untersuchung kamen. Dazu kommt noch,

dass auch das Alter in diesen Entwicklungsstadien nicht immer ganz genau auf eine Woche bestimmt werden kann. Man muss endlich bedenken, dass die Beständigkeit der Wiederkehr von derartigen Befunden wahrscheinlich auch nur innerhalb bestimmter Grenzen anzunehmen ist. Nach alledem ist es wohl angezeigt, bei den verschiedenen, möglichen Fehlerquellen für die bisher mit solcher Beständigkeit gefundenen Thatsachen, in betreff der Markentwicklung, immerhin eine Variable von 2—3 Wochen in Rechnung zu ziehen.

Die 34.—36. Woche bringt auch für die Fasern des Vierhügelgebietes, wie für nahezu alle übrigen Faserzüge der Sehnervenwurzeln, volle Entwicklung des Markes. Nur jene Fasern des Stratum zonale, an welchen ein etwas gestreckterer Verlauf über die Vierhügelgegend hinaus erkannt wurde, sind an Individuen der genannten Entwicklungsstufe ebensowenig sichtbar, wie die ähnlich verlaufenden Fasern im Stratum zonale thalami Gleichaltriger! Der Frage, ob nicht auch diese Thatsache für die Gleichwertigkeit beider noch wenig definierter Faserzüge gelten kann; ob dadurch die Annahme einer Sonderstellung beider Faserzüge in anatomischer und physiologischer Hinsicht nicht besonders gerechtfertigt sei, mag durch spätere ausschliesslich daraufhin gerichtete Untersuchung näher getreten werden. —

Schlussbemerkungen.

Übersieht man die anatomischen Befunde, welche hier in diesen Blättern niedergelegt wurden, und vergleicht man untereinander und zugleich mit diesen die grosse Menge von Beobachtungen, anatomische und andere, welche in der überaus umfangreichen Litteratur verzeichnet sind, dann muss man wohl sagen, dass die langwierige Bearbeitung des embryologisch-anatomischen Materials gerechtfertigt war.

Es wurde manche allgemein angenommene Thatsache erst bestimmt anatomisch bewiesen, anderes, worüber man noch stritt, klargelegt und festgestellt, noch anderes wahrscheinlich gemacht. Es wurde aber ebenso sehr für manche anscheinend sicher feststehende, nach anderen Methoden gefundene Thatsache vergeblich nach einem anatomischen Nachweis in unserem Sinne gesucht, so dass, was Andere für bestehend angesehen, nach vorliegender Untersuchung gewiss nicht geleugnet, aber doch angezweifelt werden muss.

Aus der Durchsicht der umfangreichen Litteratur lernen wir nicht viel mehr, als schon Stilling bis zum Jahre 1882 in vortrefflicher und übersichtlicher Weise zusammengestellt hat. Die Arbeiten aus den späteren Jahren sind meist experimentelle, oder behandeln hauptsächlich pathologische Fälle. Da wir uns zur Aufgabe gestellt, bloss auf rein anatomischem Wege der Frage des Sehnervenursprungs näher zu treten, so sollen

die Arbeiten, in denen andere Wege eingeschlagen wurden, nur der Vollständigkeit wegen später genannt werden.

Bestimmtere Angaben über die verschiedenen Ursprungsfasern des Sehnerven finden sich in der älteren Litteratur vielfach zerstreut; sie reichen zurück in die zweite Hälfte des 17. und erste Hälfte des 18. Jahrhunderts. So sprechen Willis (10) und Santorini (11) von Ursprüngen des Sehnerven aus dem Thalamus und zwar letzterer von solchen aus den tieferen Schichten desselben, desgleichen Zinn (12) und Vicq d'Azyz (19). In Soemmerings (13) Hirnlehre finden sich zuerst genauere Angaben darüber und über den Zusammenhang mit den Kniehöckern; nach ihm dringt der Sehstiel „. . . . mit seinen Fasern teils in die Gürtelschicht (Stratum zonale), teils in den übrigen Sehhügel, teils in die beiden Kniehöcker und von da vielleicht einerseits in die Haube und andererseits gegen die Vierhügel . . .“ Desgleichen finden sich Angaben darüber und über Ursprünge aus den Vierhügeln bei Stein 1834 (14), Treviranus 1835 (15), Meyer 1794 (16) und Erdl 1843 (17). Eine eingehendere anatomische und mikroskopische Bearbeitung verdanken wir auch J. Wagner 1862 (18). Er leugnet z. B. zuerst den Ursprung des Sehnerven aus dem Vierhügel; er war ihm bei mikroskopischer Durchsicht von Schnittpräparaten nicht kenntlich geworden, „. . . wiewohl er an einem Gehirne einen auf der einen Seite starken, auf der anderen schwachen Streifen vom hinteren Brachium conjunctivum direkt zu dem Teil des Tractus opticus verlaufen sah, der aus dem medialen Corp. geniculatum entspringt. . . .“ Ihm fehlte der mikroskopische Nachweis von Ursprungsfasern. Interessant ist Wagners Angabe über Sehnervenfasern, welche aus gelblich pigmentierten Ganglienzellen ihren Ursprung nehmen sollen, die in der grauen Substanz, zwischen Lamina perforata anterior und Tuber cinereum zerstreut liegen. Meynert (2) ist derselben Ansicht und fasst diese Ganglienzellengruppe unter dem Namen basales Optikusganglion zusammen; er meint,

dass aus diesen Zellen Fasern entspringen, welche ungekreuzt zum gleichsinnigen Sehnerven verlaufen. Ich erwähne diese Ganglienzellen hier besonders, weil ich ihnen schon einmal, bei Bearbeitung des Chiasma, begegnet bin, ohne Meynert's Angabe bestätigen zu können. Dieses Mal wurde dieselbe Gegend ebenfalls genauer untersucht und die Ganglienzellen auch wieder angetroffen; es ist aber niemals gelungen, Fasern des Traktus zu erkennen, welche mit diesen Ganglien in Verbindung ständen. Es will mir doch fast scheinen, als hätte man es hier nicht so sehr mit einem Optikusganglion zu thun, sondern als gehörten diese Ganglien ganz anderen Faserbezirken an.

Auch Arnold (1), Mekel (20), Reil (21) und Andere beschreiben mehr oder weniger eingehend Faserzüge aus dem Polster des Sehhügels und aus den Vierhügeln. So sagt Arnold „... aus dem Sehhügel kommt eine ansehnliche breite und platte Schichte von oberflächlich und tief entspringenden Fasern, welche sich bogenförmig nach unten und vorn wenden und die durch Fasern aus dem hinteren Vierhügelarm verstärkt werden.“ Auch Meynert (2) spricht sich für eine oberflächliche und tiefliegende Thalamuswurzel aus.

Die Arbeiten bis zur Mitte unseres Jahrhunderts wurden beinahe alle mit Hilfe des Messers und der Pinzette vollführt, es war dies die Methode der Faserung entsprechend gehärteter Gehirne, die anatomische Zergliederung. Erst in den vierziger Jahren kam durch B. Stilling (22) die Methode der Untersuchung von Gehirn- beziehentlich Rückenmarksnitten zur Geltung und was das wichtigste daran war, Stilling lehrte die gewonnenen Schnitte serienweise aneinander zu reihen und so die Nervenbahnen im Centralnervensystem zu durchforschen. Dieser Methode und den dazu konstruierten Schneidevorrichtungen verdanken wir die Arbeiten eines Meynert, Henle, Wernicke (23), Schwalbe (24), Forel (25), Huguenin (26), Schnopfhagen (27) und nicht zuletzt eines Gudden (28), durch welchen das Tierexperiment

mit so grossem Vorteile in die Untersuchungsmethoden eingeführt wurde. Von welcher grosser Bedeutung die ausgezeichnete Färbungsmethode Weigerts für die Erforschung des Centralnervensystems geworden, ist auch durch diese Arbeit hinlänglich bewiesen worden.

Trotz alledem sind die Angaben über die Ursprünge des Sehnerven immer noch unklare geblieben, und was besonders hervorgehoben werden muss, es war für keinen Faserzug, durch Verfolgung der Einzelfaser zu ihrem Ursprunge, die Wurzelstätte auch anatomisch, d. h. mikroskopisch festgestellt. „Wie wenig noch die Lehre von den primären Centren des Optikus sagt Schwalbe 1881 zu einem befriedigenden Abschluss gebracht ist, beweisen die zerstreuten, zum Teil einander widersprechenden Angaben über anderweitige accessorische Ursprungsganglien“ Nicht allein die widersprechenden Angaben über accessorische Ursprungsganglien beweisen dies, sondern auch die Angaben über die Hauptfaserzüge und Hauptganglien. Dies zeigt sich hinlänglich, wenn man die Beschreibungen über die Sehnervenursprünge bei Schwalbe, Stilling, Henle und Meynert nachliest und damit noch die auf experimentellem Wege von Gudden, Ganser und Monakow (30) gewonnenen Resultate vergleicht, welche sich auch nicht immer mit den Sektionsbefunden von Türk (29), Monakow (30) und Anderen decken.

Wenn auch durch die vorliegende Untersuchung nicht alle Zweifel behoben sind und noch manches unerwiesen, zweifelhaft und angezweifelt bleibt, so ist doch mancher Faserzug, dessen Existenz man anzunehmen gewohnt war, erst im eigentlichen Sinne des Anatomen bewiesen, und sein Ursprung unumstösslich festgestellt worden.

So steht es denn fest, dass das Corpus geniculatum laterale nur ein wahres Ursprungsganglion des Sehnerven ist und nicht mehr als eingeschobenes Ganglion betrachtet werden soll. Gleich-

falls ist der innere Kniehöcker Ursprungsganglion, liefert aber auch Fasern, die über, um und durch ihn ziehend, in einem Teile (Thalamisches Ende) des Corpus Luys thatsächlich entspringen. Die von Stilling zuerst erforschte aus dem Mandelkern (Corpus Luys) entspringende Sehnervenzwurzel ist in bisher nicht gekannter Weise verfolgt und abgebildet worden. Mag sie als subthalamische oder mit uns als tiefste Sehhügelwurzel aufgeführt werden, jedenfalls steht es fest, dass sie einen ganz bedeutenden, wenn nicht gar den bedeutendsten Faserzug dem Sehnerven zuführt.

Ausserdem wurde mit beinahe derselben Sicherheit die oberflächliche und tiefe Wurzel des Sehhügels erwiesen, und in letzterer lange und kurze Fasern verfolgt. Im Stratum zonale des Sehhügels und vielleicht auch des Vierhügels wurden Fasern erkannt, von denen man sagen konnte, dass sie sich von allen übrigen nach ihrem Verlaufe und ihrer Markbildung unterscheiden. Ob die ausgesprochene Vermutung über ihre Bedeutung auch nur eine solche bleiben soll, müssen weitere spezielle Untersuchungen lehren.

Die Befunde aus der Vierhügelgegend konnten nur mit grösster Wahrscheinlichkeit, nicht wie die vorhergehenden mit Sicherheit, angenommen werden. Die oberflächlich verlaufenden Vierhügelwurzeln des Sehnerven sind nicht erwiesen und könnten wohl ohne weiteres geleugnet werden. Am wahrscheinlichsten bleibt die tiefe Wurzel aus dem hinteren Vierhügel, nur wahrscheinlich die aus dem vorderen Hügel.

Die Existenz eines basalen Optikganglion im Sinne Meynert's konnte nicht nachgewiesen werden, es wurde vielmehr die Ansicht ausgesprochen, dass die so genannten Ganglien ganz anderen Faserbezirken angehören dürften.

Über die übrigen accessorischen Faserzüge des Sehnerven, welche hauptsächlich von Stilling (3) (Kap. 9) beschrieben und vertheidigt werden, über die sogen. Radix descendens, den Ursprung aus dem Oculomotoriuskern und dem Crus

cerebelli ad corpora quadrigemina wurde bisher nichts gesagt. Es geschah dies deswegen, weil es nicht gelungen war, irgendwelche sichere Belege für die Existenz dieser Faserzüge zu erbringen. Dass der Sehnerv mit dem Oculomotoriuskern verbunden sei, ist mir davon allein wahrscheinlich geworden. Ich bin aber, wenn ich so sagen darf, nur für mich von der Wahrscheinlichkeit dieser Verbindung überzeugt. Die gewonnenen mikroskopischen Belege sind noch nicht einwurfsfrei genug, um die Existenz dieses physiologisch gewiss wichtigen und, ich möchte sagen, notwendigen Faserzuges zu beweisen. Ich habe es daher vorgezogen, in diese Frage vorerst nicht weiter einzugehen.

Was die noch übrigen beiden Wurzeln, die Radix descendens Stillings (2) (Kap. 9) und die des Crus cerebelli ad corpora quadrigemina anlangt, so konnte ich mich nicht einmal persönlich von der Wahrscheinlichkeit ihrer Existenz überzeugen. Diese beiden Wurzeln und besonders die Radix descendens rundweg zu leugnen, liegt mir dennoch ferne, der Umstand, dass Stilling dieselbe ausführlich beschreibt und ihre Existenz feststellt, hindert mich daran; ich kann nur sagen, dass ich sie trotz eifrigen Suchens nicht gefunden! —

Es wird an Untersuchern nicht fehlen. Es werden sicherlich auch diese Fragen dereinst bestimmt beantwortet werden. Für heute begnüge ich mich mit dem, was ich aus dieser mühevollen Untersuchung gelernt habe. Mit der Befriedigung desjenigen, der die Überzeugung gewonnen hat, eine schwierige Arbeit vorurteilsfrei begonnen und vollendet zu haben, übergab ich diese Blätter den Fachgenossen. Sie mögen das Wenige, das sie darin gefunden, wohlwollend als anatomische Thatsachen aufnehmen.

Heidelberg, 1. Mai 1891.

Litteratur.

1. ARNOLD, J. — 1. Tabulae anatomicae. Zürich. 1839.
2. Handbuch der Anatomie des Menschen. Freiburg. 1851.
2. MEYNERT — Vom Gehirne der Säugethiere. Stricker's Handbuch der Lehre von den Geweben. 2. Bd., S. 694—808.
3. STILLING, J. — Untersuchungen über den Bau der optischen Centralorgane. 1882.
4. HENLE — Handbuch der Nervenlehre des Menschen. 2. Aufl. 1879.
5. BERNHEIMER, St. — Über die Entwicklung und den Verlauf der Markfasern im Chiasma nervorum opticorum des Menschen. Bergmann. 1889. — Arch. f. Augenhk. Bd. XX. 1.
6. FLECHSIG, P. — Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig. 1876.
7. JASTROVITZ — Studien über Encephalitis und Myelitis im ersten Kindesalter. Archiv f. Psych. Bd. II, 2. Bd. III, 1.
8. LUYS, J. — 1. Recherches sur le système nerveux cérébro-spinal. Paris. 1865.
2. Iconographie photographique des centres nerveux. Paris. 1872.
9. EDINGER, L. — Über den Bau der nervösen Centralorgane. 2. Aufl. Leipzig.
10. WILLIS, Th. — Cerebri anatome. London. 1664.
11. SANTORINI — Observationes anatomicae. Venedig. 1724.
12. ZINN — Descriptio anatomica oculi humani. Göttingen. 1755.
13. SOEMMERING-VALENTIN — Hirn- und Nervenlehre. 1841.
14. STEIN — De thalamo optico et origine nervi optici. Haomae. 1834.
15. TREVIRANUS — Erörterungen und Gesetze des organischen Lebens. 1835.
16. MEYER — Beschreibung des ganzen menschlichen Körpers. Berlin. 1794.
17. ERDL — Neue med.-chir. Zeitung. 1843.

18. WAGNER, J. — Über den Ursprung der menschl. Sehnervenfasern im Gehirn. Dorpat. 1863. (Diss.)
19. VICQ D'AZYZ — 1. Traité d'anatomie. Paris. 1786—90.
2. Recherches sur la structure du cerveau. Paris. 1781—83.
20. MECKEL — Anatomie des Menschen.
21. REIL — Archiv von Reil und Authenrieth. 1807. Bd. VIII, IX . . .
22. STILLING, B. — Über Medulla oblongata, Pons Varolii, Kleinhirn etc. 1843—1878.
23. WERNICKE — Lehrbuch der Gehirnkrankheiten. Bd. 1 u. 2. Kassel. 1881.
24. SCHWALBE — Lehrbuch der Neurologie. Erlangen. 1881.
25. FOREL — 1. Beiträge zur Kenntnis des Thalamus opticus. Sitzungsber. der Wien. kais. Akad. d. Wissensch. Bd. 66. Abt. III. 1872.
2. Untersuchungen über die Haubenregion. Arch. f. Psych. Bd. VII. 1877.
26. HUGUENIN — Beiträge zur Anatomie des Hirns. Arch. f. Psych. Bd. V. 1875.
27. SCHNOPFHAGEN, F. — Beiträge zur Anatomie des Sehhügels und dessen nächster Umgebung. Sitzungsber. d. kais. Akad. d. Wissenschaften. Wien. Bd. 76, III. 1877.
28. GUDDEN — 1. Experimentaluntersuchungen über das periph. u. centrale Nervensystem. Archiv f. Psychiatrie. Bd. II. 1870.
2. Bernh. v. Gudden's gesammelte und nachgelassene Abhandlungen. Bd. XX. Wiesbaden, Bergmann. 1889.
29. TÜRK — Über Compression und Ursprung der Sehnerven. Zeitschr. d. k. k. Ges. d. Ärzte in Wien. 1852. S. 299.
30. MONAKOW — 1. Experimentelle u. path.-anat. Untersuchungen über die Beziehungen der sog. Sehsphäre zu den infracorticalen Opticocentren u. zum Nervus opticus. — Arch. f. Psych. Bd. XVI.
2. Neue Folge. Ebenda. Bd. XX.
31. BELLONCI, G. — Intorno al ganglio ottico degli atropodi superiori. Internat. Monatsschr. f. Anat. u. Phys. Bd. VI. S. 195.
32. TARTUFERI, F. — 1. Sull' anatomia micr. e sulla morfologia cellulare delle eminenze bigemine dell' uomo e degli altri mammiferi. — Gaz. med. Ital.-Lombarda. Serie VIII a. Tom. III. 1877.
2. Sull' anatomia minuta dell' eminenze bigemine anteriori delle scimmie. Rivista sperimentale di frenetria e med. legale. Anno V. 1879.
33. MEYNERT — Neue Untersuch. über Grosshirnganglien u. Gehirnstamm. — Anzeiger d. kais. Akad. d. Wissensch. Wien 1879. No. 18.
34. NOTHNAGEL — Topische Diagnostik der Gehirnkrankheiten. Berlin. 1879.

35. DARKSCHEWITSCH, L. — Über die sog. primären Opticuscentren und ihre Beziehung zur Grosshirnrinde. — Arch. f. Anat. u. Psych. 3 u. 4. 1886.
 36. MARTIUS, Fr. — Die Methoden zur Erforschung des Fasernverlaufes im Centralnervensystem. — Volkmann, Klin. Vorträge No. 276.
 37. MEYNERT — Demonstration sagittaler Hirnschnitte. — Tagelbl. d. 59. Vers. deutsch. N. u. Ä. Berlin. 1886. S. 415.
 38. FLECHSIG, P. — Zur Lehre vom centralen Verlauf der Sinnesnerven. Neur. Centralblatt No. 23, S. 545.
 39. MARCHI — Sulla struttura dei corpi striati e dei talami ottici. Rivista sperim. di frenetria. XII, 4. 1887.
 40. SENHOSSEK, M. — Beobacht. am Gehirn d. Menschen. Anat. Anzeiger. II. S. 450. 1887.
-

Tafel I.

Sagittalschnitt durch den äusseren Kniehöcker und den
Sehstiel einer 36—38 Wochen alten Frucht.

Genaue Angabe der Schnittführung siehe S. 15.

Der obere freie Rand der Zeichnung entspricht der nach unten aussen gelegenen Kante des äusseren Kniehöckers.

Ob. T. F. = Oberflächliche, tangential verlaufende Fasern und Faserstücke am freien, äusseren Rande des Kniehöckers.

Str. v. F. = Strahlenförmig verlaufende Fasern. (In fächerförmigen Strahlenbündeln entspringende Wurzel.)

Ob. F. = Oberflächlich verlaufende Fasern.

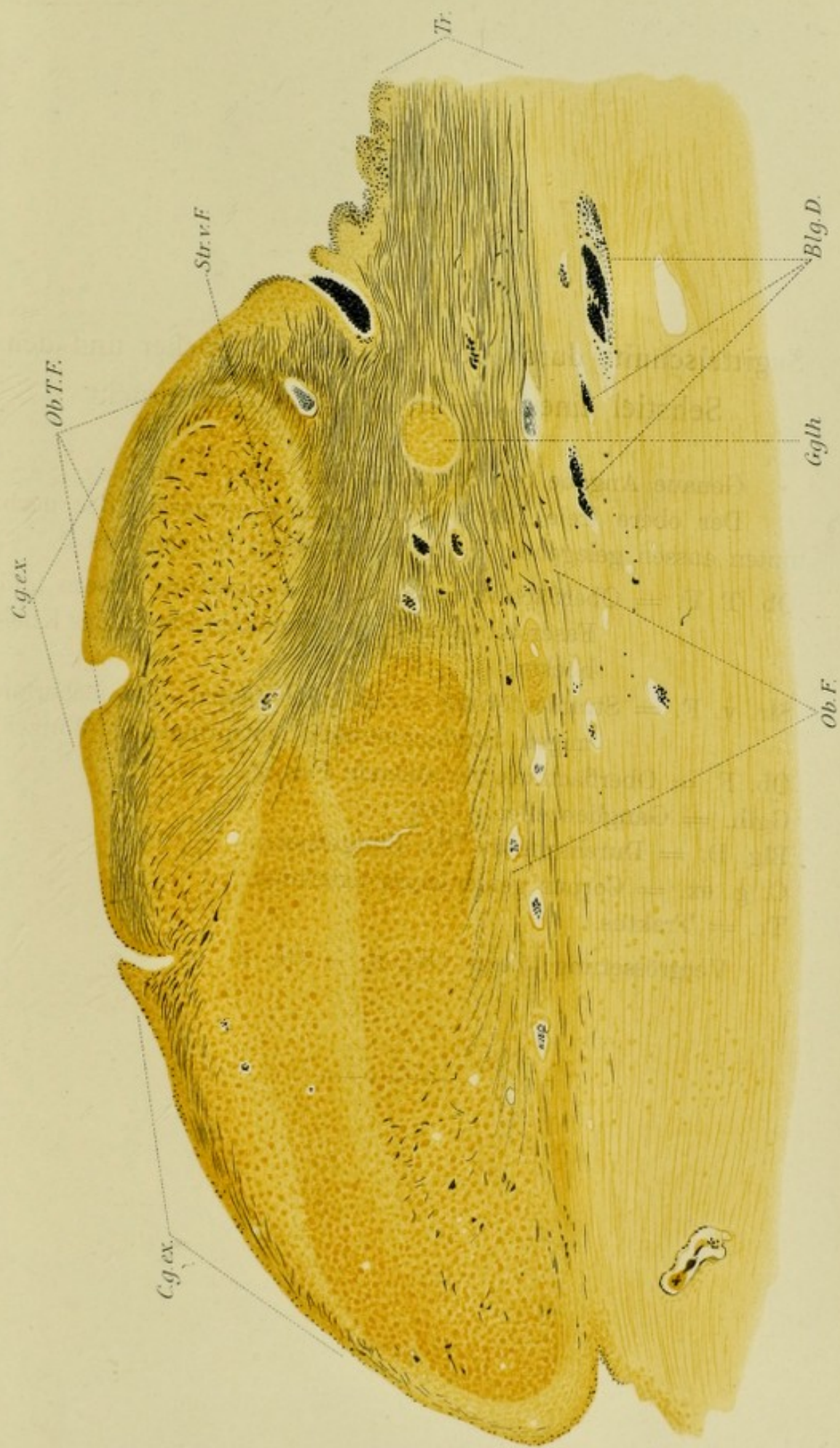
Gglh. = Ganglienzellenhaufen.

Blg. D. = Durchschnitte von Blutgefässen.

C. g. ex. = Corpus geniculatum externum.

Tr. = Traktus.

Vergrösserung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.



THE H.

Tafel II.

Horizontalschnitt durch den Sehhügel und Sehistiel
einer 34—36 Wochen alten Frucht.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 40.

Der Schnitt geht durch Sehhügel, Luys'schen Körper und Sehistiel. Die blauschwarzen Markfäserchen entspringen im Luys'schen Körper und strahlen deutlich in den Sehistiel ein.

Blg. D. = Blutgefässdurchschnitt.

Vergrößerung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.

Tractus

Blg. D.

Thalamus



III. 1967

Tafel III.

Horizontalschnitt durch den Sehhügel, den inneren Kniehöcker und den Sehstiel einer 34—36 Wochen alten Frucht.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 40 und 48.

Der Schnitt geht durch Sehhügel, Luys'schen Körper, inneren Kniehöcker und Sehstiel.

F. d. h. Kw. = Fasern des hinteren Kniehöckerwinkels.

Blg. D. = Blutgefässdurchschnitt.

Vergrößerung: Zeiss, Obj. a_3 — Ok. 2.



Tractus

Blg. D.

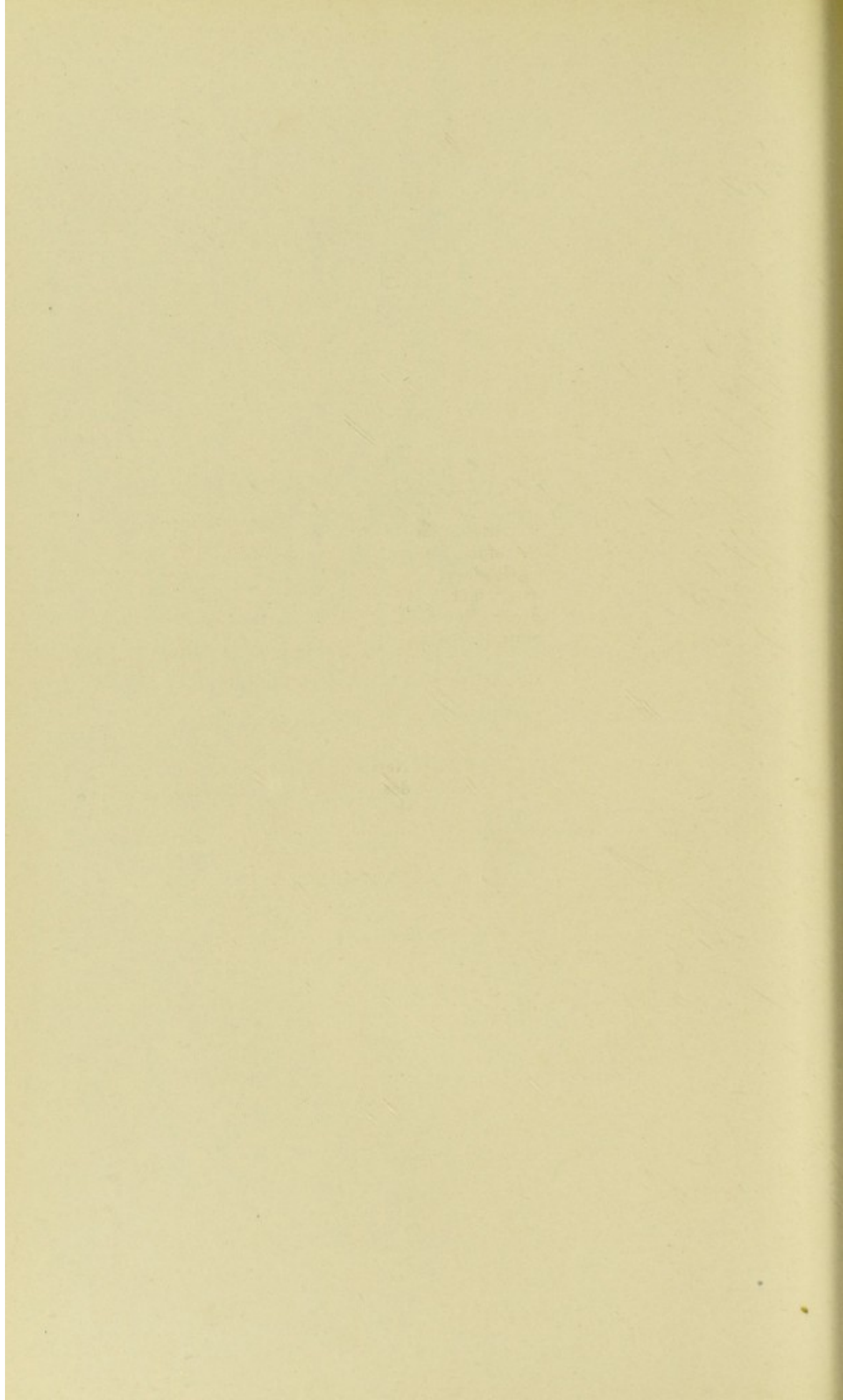
T.

Tractus

Corp. genic. int.

Thalamus

F. d. h. Kw.



DAS
WURZELGEBIET DES OCULOMOTORIUS
BEIM MENSCHEN.

240

WIRTSCHAFTLICHES VERHÄLTNISS

IN DER GEGEND

DAS

WURZELGEBIET DES OCULOMOTORIUS

BEIM MENSCHEN.

VON

DR. STEFAN BERNHEIMER,
DOCENT DER AUGENHEILKUNDE AN DER UNIVERSITÄT WIEN.

MIT 4 FARBIGEN TAFELN.

WIESBADEN.
VERLAG VON J. F. BERGMANN.
1894.

Das Recht der Übersetzung bleibt vorbehalten.

Druck der Kgl. Universitätsdruckerei von H. Stürtz in Würzburg.

I n h a l t.

	Seite
Einleitung	1
Beschreibung und Besprechung der eigenen anatomischen Befunde	7
Ausdehnung des Centrums	7
Schnittführung	8
Lage und Form des distalsten Theiles der Hauptkerne	10
Gekreuzte Fasern	11
Theile der Hauptkerne	13
Lateralzellen	14
Fasern und Zellen im distalsten Theile der Hauptkerne	15
Medianzellen	20
Gekreuzte und ungekreuzte Fasern	22
Ungekreuzte Fasern	23
Paariger, kleinzelliger Mediankern	26
Lateralzellen der kleinzelligen Mediankerne	28
Die Fasern aus den kleinzelligen Mediankernen	29
Der unpaarige, grosszellige Mediankern	31
Vorderer Theil der Hauptkerne — Ungekreuzte Fasern	33
Die Fasern aus dem grosszelligen Mediankern	34
Oberer (vorderer lateraler) Oculomotoriuskern	37
Sagittalschnitte — Hinteres Längsbündel	38
Oberer Oculomotoriuskern — Tiefer Kern der Commissura distalis	42
Fasern der hinteren Commissur	44
Extranucleärer Verlauf der Fasern aus den Hauptkernen	46
Extranucleärer Verlauf der Fasern aus den Nebenkernen	51
Die Markhülle der Oculomotoriusfasern	52
Kurze Zusammenfassung der eigenen anatomischen Befunde . . .	55
Besprechung der anatomischen Befunde anderer Forscher . . .	64

Einleitung.

Während meiner Untersuchungen über die Sehnerven-Wurzeln des Menschen hatte ich des öfteren Gelegenheit, Schnitte aus der Gegend des Oculomotoriusgebietes zu durchmustern; ganz besonders, als ich damit beschäftigt war, die anatomischen Beziehungen dieses zu den Wurzeln des Sehnerven zu prüfen.

Gerade der Wunsch, dieser Frage näher zu treten und eine sichere anatomische Basis für eine physiologisch längst feststehende Zusammengehörigkeit beider Nerven aufzufinden, veranlasste mich, das seltene Material zu sammeln und anatomisch weiter zu verarbeiten.

Es zeigte sich jedoch gar bald die Nothwendigkeit, zunächst das Wurzelgebiet des Oculomotorius eingehender, in ähnlicher Weise wie seiner Zeit jenes der Sehnerven, zu zergliedern, um sich dadurch einen klareren Einblick in dieses und hiemit vielleicht auch in das ziemlich verwickelte anatomische Verhältniss dieser beiden Nervencentren zu verschaffen.

So kam es, dass ich vom Sehnerven ausgehend, mich in das Wurzelgebiet des dritten Gehirnnerven vertiefte und ganz dabei stehen blieb, länger, als ich anfänglich die Absicht hatte.

Trotzdem das Wurzelgebiet des Oculomotorius schon vielfach von kompetenten Forschern, v. Gudden (1), Edinger (2), v. Kölliker (17), Westphal (4), Perlia (3) u. A. untersucht wurde und dadurch viel zur Vervollständigung unserer

Kenntnisse vom Ursprung und Verlauf der Wurzelfasern des Oculomotorius beigetragen wurde, so blieb doch noch mancher wichtige Punkt unklar. Es herrschen noch verschiedene Ansichten über die Art der Gruppierung der einzelnen Centren dieses Nerven; über die Zugehörigkeit einzelner der Hauptgruppe näher und entfernter liegender Zellhaufen; über die Art des Verlaufes der Wurzelfasern und über den gekreuzten Ursprung derselben.

Es wird sich im Verlaufe der Besprechung meiner Untersuchungen Gelegenheit finden, auf alle erwähnten Momente zurückzukommen. Es wird dabei manches ziemlich allgemein Anerkannte bestätigt, anderes, worüber verschiedene Meinungen bestehen, mit mehr oder weniger Sicherheit entschieden werden und endlich werden sich aus der Reihe der Untersuchungen neue anatomische Thatsachen feststellen lassen.

Als Untersuchungsmaterial¹⁾ wurde ausschliesslich das Gehirn von menschlichen Embryonen, unreifen und reifen Früchten und das eines Erwachsenen verwendet.

Es gelangten zwölf Gehirne verschiedener Entwicklungsstadien zur Untersuchung. Dieselben wurden mit Ausnahme von zweien in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und nach Weigert gefärbt und zwar unter Beobachtung aller Vorsichtsmassregeln, wie ich sie seiner Zeit in meinen Arbeiten über das Chiasma nervorum opticom (6) und über die Sehnerven-Wurzeln des Menschen (7) ausführlich beschrieben habe.

Ich unterlasse es diesmal darauf zurückzukommen. Nur das eine möchte ich erwähnen, dass ich ganz davon abgekommen

1) Ich verdanke zum grösseren Theile das seltene Material dem Vorstande des hiesigen pathologisch-anatomischen Institutes. Ich gedenke in Dankbarkeit des leider zu früh verstorbenen Hofrathes Kundrat. — Dem gegenwärtigen Vorstande Herrn Ober-S.-R. Professor Weichselbaum und Herrn Professor E. Fuchs, in dessen Laboratorium ich die Arbeit ausführte, spreche ich hiemit meinen verbindlichsten Dank aus.

bin, die embryonalen oder fötalen Gehirne durch Brutofenwärme der so erwünschten Schnellhärtung zu unterwerfen. Besonders, wenn es sich darum handelt, grössere Gehirnthteile in Serienschritte zu zerlegen, ist die vorhergegangene Schnellhärtung sehr misslich, da das Material dadurch an geschmeidiger Consistenz erheblich einbüsst und einen gewissen Grad von Brüchigkeit erlangt, der sich besonders bei Anfertigung grosser Schritte empfindlich bemerkbar macht.

Sehr wichtig ist es ferner bei Anwendung der Weigert'schen Färbung, die Gehirnstücke vorher nicht zu wässern, sondern die überschüssige Müller'sche Flüssigkeit durch allmählich stärkeren Alkohol (60 %—95 %) im Dunkeln zu entfernen. Dadurch erzielt man nicht allein eine sichere reine Färbung aller, auch der feinsten Markfasern, vom ersten Beginn bis zur vollen Entwicklung der Markbekleidung, sondern es bleiben nach der Differenzirung auch die Ganglienzellen so schön gefärbt und scharf begrenzt, dass die bei Serienschritten so lästige Nachbehandlung mit geeigneten Kernfärbemitteln füglich unterbleiben kann.

Die anderen zwei Gehirne, welche jüngeren Föten angehören, wurden nach der Methode von Golgi behandelt. Die grossen Vorzüge dieser, in den letzten Jahren so vortheilhaft ausgebeuteten Imprägnierungsmethode ist allgemein anerkannt. Mit Hülfe derselben haben Golgi, Roman y Cajal, v. Kölliker, His, Waldeyer, Lenhossék u. v. A. ganz neue, bisher nicht gekannte, kaum geahnte anatomische Verhältnisse aufgedeckt und dadurch in die Kenntnisse vom feineren Aufbau des Centralnervensystems und ganz besonders in die Anschauungen über die Art der Zusammengehörigkeit und Verbindung motorischer und sensibler Nervenfasern verschiedenster Art, einen völligen Umschwung gebracht.

Leider geben die Golgi'schen Methoden, aus bisher nicht sicher erkannten Gründen, nicht immer gleichwerthige, verlässliche Bilder; ein Umstand, der bei Verarbeitung nicht leicht erhält-

lichen menschlichen Materials sehr wohl in Betracht gezogen werden muss. Dazu kommt noch, dass ein befriedigendes Eindringen der Reagentien nur dann erfolgt, wenn man besonders kleine Stückchen in die Härtingsflüssigkeit einlegt. Aeltere als fünf, höchstens sechsmonatliche Embryonen sind zur Erforschung von Nervenbahnen für die Golgi'schen Methoden nicht gut brauchbar. Nur so lange die grössere Menge von Nervenfasern noch marklos verläuft, können Faserzüge erkannt und mit Vortheil verfolgt werden.

Ich kann v. Kölliker (14) — in Hinsicht auf menschliche Embryonen — nicht gut beistimmen, wenn er sagt: . . . „schön gefärbte, gelungene Schnitte (nach Golgi) geben ein ebenso gutes Mittel ab, wie die Methode von Flechsig (15), um die einzelnen Fasersysteme von einander zu differenciren, indem an solchen gelungenen Schnitten die marklosen Fasern schwarz, die markhaltigen ungefärbt erscheinen . . .“ In ähnlicher Weise wie Golgi'sche Präparate sind auch Weigert'sche zu verwerthen, nur dass diese die markhaltigen Fasern färben und die marklosen nicht. . . .“

Ich muss gestehen, dass ich, wenn es sich um die Erforschung von Nervenbahnen handelt, wenn bestimmte längere Faserzüge in ihrem Verlaufe verfolgt werden müssen, die Weigert'sche Methode jeder anderen vorziehe; ganz besonders, wenn menschliche Embryonen zur Untersuchung vorliegen. Die richtig durchgeführte Weigert'sche Färbung lässt niemals im Stiche, die Bilder der Faserzüge, an unreifen oder reifen Früchten gewonnen, sind äusserst klar, deutlich und übersichtlich. Ausserdem können auch sehr grosse Stücke mit Leichtigkeit in Serienschritte zerlegt werden, was bei der anderen Färbung leider nicht der Fall ist.

So vortrefflich sich die Weigert'sche Färbung zur Erforschung von Nervenbahnen eignet, so wenig unbedingt Verlässiges bietet sie, wenn es sich darum handelt, Nervenendigungen und Nervenursprünge, die Beziehungen dieser zu Nervenzellen, zu

studiren. In diesen Fällen ist die Golgi'sche Methode unerlässlich.

Es lassen sich somit beim Menschen, sofern Einem junge Embryonen zur Verfügung stehen, beide Färbungen mit Vortheil nebeneinander und somit ergänzend verwerthen. Von den verschiedenen Modificationen der Golgi'schen Methode wende ich gerne die Schnellfärbung, ähnlich wie sie von Kölliker (16) angegeben wurde, an.

Das ganz frische Gehirn wird sorgfältig herauspräparirt und sofort zerlegt und der zu untersuchende Theil so klein wie möglich zugeschnitten. Es ist vortheilhaft, die Schnittfläche gleich anzulegen; bei der Weichheit des embryonalen Gehirns ist das Zuschneiden des Stückes gar nicht leicht. Diese Stücke kommen durch 48 Stunden in eine Mischung von $3\frac{1}{2}$ Theilen 3 % Kaliumbichromat und $1\frac{1}{2}$ Theilen 1 % Ueberosmiumsäure (frisch). Nach sechs Stunden erneuert man die Lösung. Nach 48 Stunden wäscht man das Gehirnstück eine halbe Stunde in öfters gewechselter $\frac{1}{4}$ % Silberlösung und legt es dann wieder auf 48 Stunden in 0,75 % Höllesteinlösung. Dann wird es in 40 % Alkohol gut ausgewaschen, $\frac{1}{2}$ Stunde in 80 % und $\frac{1}{2}$ Stunde in absoluten Alkohol und dann in dünnes Celloidin eingelegt, nach zwei Stunden kommt es in dickes Celloidin und gleich auf den Holzklotz. Das Erhärten des Celloidin geht dann ziemlich rasch in 40 % Alkohol vor sich. Man soll womöglich am selben Tag (mit 40 % Alk.) schneiden und die Schnitte gleich einlegen, sonst verderben sie leicht. Die Schnitte werden rasch durch absoluten Alkohol gezogen und dann in Carbolxylol aufgehellt und in Canadabalsam, welcher durch Erwärmen flüssig gemacht wurde, eingeschlossen.

Leider vertragen diese Präparate kein Deckgläschen. Damit der Balsam nicht zu sehr auseinander fliesse, kann man vorher zwei Glasleisten auf den Objektträger aufkleben oder Holzrähmchen verwenden.

In dieser Weise wurde das verfügbare Material, zwölf Ge-

hirne von verschieden alten Früchten, in ausgiebiger Weise verwerthet. Zum Theil in Serienschnitten nach verschiedenen noch näher zu bezeichnenden Richtungen zerlegt und nach Weigert gefärbt, zum geringeren Theil, namentlich um die feineren Einzelheiten in den Kernen einzusehen, nach Art der Golgi'schen Methode behandelt.

Ich will nun zunächst meine anatomischen Befunde eingehend beschreiben und besprechen, dabei besonders Rücksicht nehmen auf die Gruppierung und Zusammengehörigkeit der Ganglienzellenhaufen, auf die Anordnung der Fasern im Centrum selbst, auf ihre Art der Endigung, den extranucleären Verlauf derselben und endlich auf bestimmte Verbindungen des Oculomotoriuscentrums mit benachbarten Faserzügen.

In einer gedrängten Uebersicht sollen dann meine eigenen Befunde zusammengefasst und dadurch ein Aufbau des ganzen Centrums versucht werden.

In der folgenden Besprechung der einschlägigen anatomischen Arbeiten und schon früher, wird sich vielfach Gelegenheit bieten, die eigenen Befunde mit jenen Anderer zu vergleichen.

Beschreibung und Besprechung der eigenen anatomischen Befunde.

Bekanntlich liegt die Kernmasse, aus welcher das dritte Nervenpaar entspringt, im Bereiche des vorderen Vierhügels, z. Th. unter dem Aquaeductus Sylvii in einer verschieden starken Ausbuchtung des, ebenda in sagittaler Richtung verlaufenden, dorsalen Längsbündels.

Die beiden grossen rechts und links von der Medianlinie liegenden Hauptkernhaufen bestehen aus mittelgrossen, multipolaren Zellen und haben in sagittaler Richtung beim Erwachsenen eine Maximalausdehnung von fast sechs Millimeter. Die Angabe v. Kölliker's (17) von fünf Millimeter berücksichtigt die Ausdehnung, wie mir scheint, etwas zu knapp. Perlia's Mass von gar zehn Millimeter erklärt sich aus dem Umstande, dass dieser Untersucher einen später ausführlicher zu besprechenden, ganz vorne und vollkommen isolirt liegenden, durch einen verschieden grossen Zwischenraum von der Hauptmasse getrennten Kern (oberer lateraler Kern [Darkschewitsch]) mitgerechnet hat.

Die Oculomotoriuskerne grenzen nach hinten (spinalwärts) unmittelbar an die viel kleineren Trochleariskerne. Der Beginn des Oculomotorius ist aber sofort und unzweideutig am Verlauf der aus dem Kern austretenden Fasern kenntlich. An den Ganglienzellen allein sind keine genügenden Unterschiede zu erkennen. In den Kernen beider Nerven finden sich mittelgrosse etwa 40 μ messende Nervenzellen; dieselben sind, wie schon erwähnt, multipolar. An Golgi'schen Präparaten sieht man sehr schön, wie dichte, äusserst feine Nervenverästelungen, nach Art eines zierlichen Geflechtes, die Zellen umgeben. Diese Art der Nervenverästelung findet sich nach v. Kölliker (17)

in allen motorischen Kernen und ist ... „z. Theil auf Endigungen von Pyramidenfasern, z. Theil auf sensible zuleitende Elemente zu beziehen...“

Um nun die Gruppierung der Ganglienzellen des Oculomotorius und die Art und Weise des Austrittes und des weiteren Verlaufes der Markfasern klarzulegen, wurde die eben gekennzeichnete Vierhügelgegend der verschieden alten Früchte zunächst in bestimmte Frontalschnitte serienweise zerlegt. Je nach dem Alter des Geschöpfes (28 bis 40 Wochen) zählte die Serie 70 bis 100 Schnitte. — Dass v. Kölliker bei Zerlegung seines 32 Wochen alten Geschöpfes bloss 61 Schnitte erhielt, ist vielleicht auf die geringere Dicke der Schnitte meiner Serien zurückzuführen. Meine Schnitte, die ich alle selbst angefertigt, wurden durchwegs bei zehn Theilstrichen des Jung'schen (Heidelberg) Mikrotoms ausgeführt, was einer Dicke von 10 μ entspricht.

Bei der Herstellung der Frontalschnitte wurde so verfahren, dass der Austritt des geformten Oculomotorius im Sulcus nervi oculomotorii an der medialen Seite des Hirnstieles als Richtebene gewählt wurde. Es ging darnach die Schnittebene bei diesen Frontalschnitten durch das cerebrale Vierhügelpaar und zwar an der proximalsten und distalsten Grenze desselben, und andererseits ziemlich parallel zu der Schmalseite des am Hirnstiele austretenden Fächers der Oculomotoriusfasern.

Diese treten nämlich beim Fötus und Neugeborenen in einem breiten Fächer aus dem Hirnstiele aus und vereinigen sich unmittelbar darauf zu dem gemeinschaftlichen, rundlichen Nervenstrang. Der breite Fächer der noch nicht zum Nervenstamm vereinigten Nervenbündel liegt nicht zur Meridianlinie ganz parallel, sondern etwas schräg nach hinten convergirend. Es wurde nun stets darauf gesehen, dass die Schnittebene, gleichviel ob sie wie gewöhnlich von hinten her oder von vorne angelegt wurde, so lag, dass sie den vordersten, beziehentlich hintersten Fasern des austretenden Fächers ganz genau parallel lag.

Diese etwas schräg-frontale Schnittführung hat den Vortheil, dass man neben der Gruppierung und Lage, Form und Ausdehnung der Kerne auch den Verlauf der Wurzelfasern besser als sonst verfolgen kann. Man erhält nämlich so, auf einer weitaus grösseren Anzahl von Schnitten als sonst, ansehnliche Mengen von Wurzelfasern, oft in ihrem ganzen Verlaufe, zur Ansicht.

Bevor ich auf die Beschreibung der Einzelheiten der Serienschnitte eingehe, möchte ich noch erwähnen, dass die Befunde, wie ich sie an den verschiedenen Gehirnen der jungen Geschöpfe im Alter von 28—40 Wochen intrauterinen Lebens erhalten habe, im Grossen und Ganzen vollkommen gut mit einander übereinstimmen, sowohl in Bezug auf die Kernanordnung, als auch auf den Verlauf und die Vertheilung der Markfasern. Verschiedenheiten fanden sich nur, wie begreiflich, in Bezug auf die Menge der markhaltigen Achsencylinder, gegenüber den noch marklosen, oder nur wenig mit Mark bekleideten nackten Nervenfasern.

Ich habe schon in meinen beiden früheren Arbeiten (6. 7.) ausführlich beschrieben, wie die Markbildung allmählich und in einzelnen Wurzeln desselben Nerven nicht auf einmal, sondern zeitlich getrennt auftreten kann; und wie die Markbildung vom Centrum nach der Peripherie fortschreitet. Dies konnte s. Z. für den ganzen Sehnerven auf die bestimmteste Weise genau verfolgt und nachgewiesen werden. Beim Oculomotorius sind die Verhältnisse in Bezug auf die Art der Markumhüllung der nackten Achsencylinder ähnliche wie beim Sehnerven. Leider bin ich nicht in der Lage, in derselben bestimmten Weise wie beim Sehnerven eingehendere Angaben darüber zu machen, denn es stand mir das zu derartigen vergleichenden Studien nöthige Material nicht so reichlich (30 Gehirne) wie damals zur Verfügung. Immerhin liess sich auch an dem beschränkteren Materiale für den Oculomotorius feststellen, dass die Markbildung allmählich und, was unzweifelhaft erschien, ebenfalls vom Centrum zur Peripherie fortschreitend vor sich

geht. Wir werden im Verlaufe der Besprechung Gelegenheit haben, darauf zurück zu kommen. Also nur in so fern wiesen die Schnittserien der einzelnen ungleich entwickelten Geschöpfe Verschiedenheiten auf; sonst waren stets die Verhältnisse, betreffs der Gruppierung und Form der Zellhaufen und des Verlaufes der Fasern, dieselben.

Ich werde mich daher bei Beschreibung der einzelnen für den Aufbau des Wurzelgebietes wichtigen Schnitte zunächst auf ein Geschöpf beschränken und wähle zu diesem Ende ein 32—34 Wochen altes, an welchem die meisten Einzelheiten am besten zu sehen sind. In diesem Alter sind schon fast alle Fasern durch ihre Markbekleidung deutlich sichtbar; andererseits aber sind die Markscheiden gegenüber denjenigen bei älteren Individuen, oder gar Erwachsenen, so dünn und zart, dass es ein Leichtes ist, die Wurzelfasern aus dem oft verwickelten Geflechte herauszusehen. Aus demselben Grunde erscheinen auch die Kernhaufen allenthalben recht distinct, nirgends, wie stellenweise beim Erwachsenen, vom Gewirr fertig entwickelter, stark umhüllter Markfasern fast bis zur Unkenntlichkeit verdeckt.

Das zur Beschreibung gewählte Geschöpf erscheint auch deswegen passend, weil es gut als ziemlich gleichalterig, mit den Befunden v. Kölliker's und Perlia's, den beiden neuesten und gründlichsten rein anatomischen Untersuchungen, verglichen werden kann.

Wenn man demnach in der angegebenen Weise die Schnittserie, nach der bestimmten Ebene von hintenher beginnt, so findet man schon in den allerersten Schnitten, gleich nachdem der Trochlearikern aus dem Gesichtsfelde verschwunden ist, schon bemerkenswerthe Verhältnisse. (Taf. I, Fig. 1.)

Links und rechts von der Medianlinie, z. Theil unter dem Aquaeductus, nach unten und lateralwärts von den Quer- und Schiefschnitten der Nervenfasern des hinteren dorsalen Längsbündels begrenzt, sieht man je eine Ganglienzellenmasse von etwas länglicher Form mit nach oben (dorsalwärts) deutlich ab-

gerundetem Kopfe, nach unten (ventralwärts) etwas verjüngt zugespitzt; am ehesten dem Durchschnitte eines auf der Spitze stehenden Eies vergleichbar. Die beiden Kerne liegen aber hier, in diesem und den nächsten Schnitten, nicht parallel zur Mittellinie und zu einander, sondern ihre Längsachsen sind gegen einander geneigt und zwar mit convergirendem unterem und divergirendem oberem Ende. Darnach berühren sich nahezu die medial gelegenen Ganglienzellen des ventralen Theiles des Kernhaufens, während nach oben zu ein kleiner, aber deutlicher, gegen das obere Ende der Kerne langsam breiter werdender Zwischenraum, erkennbar ist.

Diese beiden Zellhaufen sind nun in sehr charakteristischer Weise mit feinen ganz gut erkennbaren und nicht gerade schwer verfolgbaren Markfasern durchzogen, zum Theil umflochten und zum grössten Theile mit einander verbunden. Die Hauptmenge dieser verbindenden Fasern liegt in den ersten (distalsten) zehn Schnitten mehr in der ventralen Hälfte des Zwischenraumes und verläuft hier anscheinend commissurenartig von einem Kern zum anderen. Von dieser Stelle aus steigen nach beiden Seiten hin fächer- und bogenförmig, nach Art von Büscheln, Faserzüge auf, treten auseinander und dringen in verschiedenen Höhen zwischen den Ganglienzellen ein, indem sie wiederum Bogen beschreiben, und durchsetzen dieselben. In dem dorso-lateralen Antheile des Kernes, dort wo er von den Durchschnitten des hinteren Längsbündels begrenzt wird, sammeln sich nun diese Bogenfasern zu zarten Bündelchen und treten, eben zwischen diesen Längsbündeln hindurch, aus dem Kernhaufen heraus.

Untersucht man nun diesen Theil des Faserncomplexes, welcher anscheinend commissurenartig zwischen den ventralen Enden der beiden Kerne liegt, mit stärkerer Vergrösserung, so erkennt man sofort, dass es sich nirgends um Commissurenfasern, sondern immer nur um deutlich gekreuzte Fasern handelt. Dieselben sammeln sich jeweils im gegenüber liegenden Kern aus verschieden hoch gelegenen Theilen desselben und

senken sich in dorsalwärts concavem Bogen nach unten, gegen die ventrale Spitze des Längsbündels, hier verlaufen sie eine verschwindend kurze Strecke horizontal, um dann sofort wieder in steilem dorsal convexem Bogen an der medialen Seite des Kernes, mehr oder weniger, in die Höhe zu steigen und auf dem ganzen Aufstieg büschelförmig in die Kernmasse auszustrahlen. Hier sammeln sie sich dann, wie schon erwähnt, an der lateralen Seite des Kernes wieder und treten, zu Bündelchen vereinigt, zwischen den Querschnitten der Längsbündel heraus.

Versucht man es, die Fasern an diesen aufeinander folgenden ersten 10 Schnitten noch genauer mit stärkerer Vergrößerung zu verfolgen, so findet man, dass die aus dem ventralen Theile des Kernes kommenden Fasern, auf dem beschriebenen Weg gegen die dorsale Parthie des gegenüberliegenden Kernes zustreben, dort den Kern fast zu Einzelfasern aufgelöst durchsetzen und sich dann zu den lateralsten Bündeln sammeln und als solche den Kern verlassen.

Diejenigen Fasern aber, welche aus höher, dorsaler gelegenen Theilen des Kernes zu stammen scheinen, verlaufen erst eine kurze Strecke auf derselben Seite nach abwärts, treten dann auf die andere Seite hinüber, um gleich wieder, aber viel weniger als die erst beschriebenen Fasern, aufzusteigen und dann allmählich, vereinzelt, in kürzestem Bogen, fast im rechten Winkel in die Kernmasse einzustrahlen, sich wieder zu Bündelchen zu vereinigen und zwischen Längsbündelquerschnitten auszutreten. Diese Fasern, welche wir im Gegensatz zu den früheren, die mit längeren Wurzeln entspringenden, gekreuzten Fasern nennen möchten, liefern mithin Bündeln, welche etwas weniger dorsal als die früheren aus der Kernmasse austreten: sie verlassen aber dieselbe immerhin noch so hoch, dass das unterste ventralste Viertel der Längsbündelquerschnitte freibleibt von Fasern, welche zwischen ihnen hindurchtreten würden.

Untersucht man endlich an diesen Schnitten mit starker Vergrößerung auch den scheinbar freien, verschieden grossen

Raum zwischen dem dorsalen Antheil der beiden Kerne, so findet man ein äusserst feines Gewirr von zarten Muskelfäserchen, welche nach allen Richtungen verlaufend, eng miteinander verfilzt sind; dieselben stehen, wie man ganz deutlich sieht, nicht in Zusammenhang mit den eben beschriebenen Faserzügen, sie sind auch um vieles dünner und zarter, so dass sie schon dadurch deutlich von jenen zu trennen sind. Hingegen lehren Golgi'sche Präparate, dass sie mit den ihnen am nächsten liegenden Kernen in Verbindung treten. Es handelt sich hier jedenfalls um Faserzüge und Nervenfilz, das dem centralen Höhlengrau angehört, anatomisch zunächst streng vom Fasersystem des Oculomotorius zu trennen ist.

Ich möchte gleich hier schon erwähnen, dass bei allen untersuchten Geschöpfen, in dem einen oder dem anderen Schnitt, hauptsächlich im hinteren Anfangstheile des Kernes (beim beschriebenen z. B. im fünften) scheinbare (bis fünf) Abschnitte des Kernes erkennbar sind. Es unterliegt aber gar keinem Zweifel, dass es sich dabei nur um Täuschungen handelt. Dieser Antheil des Kernes und, wie wir später sehen werden, auch alle anderen bestehen aus einem compacten Kernhaufen. Es entstehen nur an vereinzelt Schnitten dadurch scheinbare Abgrenzungen von Kernhäufchen, dass sich die von der gegenüberliegenden Seite kommenden Einzelfasern etwas früher, schon an der medialen Kernseite zu zarten Bündelchen vereinigen und als solche den Kernhaufen durchziehend, denselben scheinbar abtheilen. Ein sicherer Beweis dafür, dass es sich wirklich so verhält, und dass hier keine Unterabtheilungen des Hauptkernes vorhanden sind, liefert die genaue Durchsicht der vorhergehenden und folgenden Schnitte, wo wieder gar keine Abtheilungen sichtbar sind, weil sich die gekreuzten Einzelfasern erst an der lateralen Seite des Hauptkernes, kurz vor ihrem Austritte aus demselben zu Bündeln vereinen. Ich erwähne diesen Befund schon hier, obwohl er auch später an Schnitten anderer Regionen wiederkehrt, er ist aber hier im Anfangsstück des Kernes besonders

markant und bildet einen zum Verständniss der Kerngruppierung wichtigen, mit Nachdruck zu erwähnenden Befund.

So bestimmt sich diese Theilung des Hauptkerns in kleinere Gruppen als Täuschung kundthut, so auffallend und beständig ist ein anderer, die Ganglienzellen betreffender Befund an allen bis jetzt vorliegenden Schnitten. Es wurde schon erwähnt, dass der zu beiden Seiten der Medianlinie liegende Hauptkern lateralwärts von den Quer- und Schrägschnitten des hinteren Längsbündels begrenzt wird. Wenn man nun diese Anfangsschnitte genauer durchsieht, so findet man allenthalben zwischen den Längsbündeln und jenseits derselben, zwischen den schon geformten, austretenden Oculomotoriusbündeln, zu kleineren Gruppen vereinigte Ganglienzellen zerstreut liegen, welche in jeder Beziehung mit jenen des Hauptkerns identisch sind. Ich finde diesen Befund in ähnlicher Weise nur bei v. Kolliker (17) beschrieben und abgebildet. In meinen Präparaten liegen jedoch die Ganglienzellen nicht so vereinzelt, fast bloss jenseits der Längsbündel von dem Hauptkerne getrennt, sondern die jenseits der Längsbündel liegenden Häufchen erscheinen fast überall durch einzelne hinter einander gereihte Zellen mit der Hauptkernmasse in inniger Verbindung. Es macht demnach bei meinen Präparaten schon beim ersten Anblick weit mehr und bestimmter als bei Kolliker den Eindruck, dass es sich hier um Zellen handelt, welche alle zum Oculomotoriuskern gehören und etwa nur durch die dazwischen tretenden Längsbündel, in dem Masse, als sie vermöge ihrer zunehmenden Markumhüllung allmählich breiter und massiger werden, auseinandergedrängt und stellenweise sogar vom Hauptkern abgedrängt werden.

Da ich diesen Befund in der Litteratur nur, wie schon erwähnt, bei Kolliker bei dem einen von ihm untersuchten achtmonatlichen Geschöpf verzeichnet finde, ich ihn aber in der beschriebenen Weise in allen von mir untersuchten Embryonen und Früchten beständig antraf, so möchte ich hier besonders hervorheben, dass ich ihn als einen constanten, hauptsächlich

dem hinteren Abschnitt des paarigen Oculomotoriuskernes eigenthümlichen Befund ansehe und die beschriebenen Zellhaufen bestimmt als dem Hauptkerne zugehörig anspreche.

Als ich die Zellhäufchen zum ersten Male an Weigertpräparaten wahrnahm, glaubte ich zugleich sehen zu können, dass diese Zellen mit Fasern in Verbindung träten, welche sich den ihnen am nächsten, schon aus der Kernmasse ausgetretenen Oculomotoriusbündeln anschlossen und mit diesen weiterzögen. Ich glaubte demnach in diesen Fasern, welche anscheinend den zwischen den Längsbündeln und ventralwärts vor ihnen liegenden Zellen entstammen sollten, Fasern gefunden zu haben, welche an derselben Seite entspringend, mit den Bündeln, welche aus Fasern der anderen Seite zusammengesetzt sind, in gemeinschaftlichem Zuge verliefen. Es wären dies die einzigen in diesem distalsten Kerntheile ungekreuzt verlaufenden Fasern gewesen.

Eine eingehendere Untersuchung mit stärkerer Vergrößerung und ganz besonders Schnitte derselben Gegend nach Golgi gefärbt, lehrten mich bestimmt, dass ich mich einer argen Täuschung hingegeben hatte — wenn auch nur für kurze Zeit. Sogar bei sorgfältiger Untersuchung Weigert'scher Präparate überzeugt man sich ganz bestimmt, dass von diesen Zellen keine Fasern zu den nächstliegenden Oculomotoriusbündeln ziehen. An Golgi'schen Präparaten sieht man ausserdem noch sehr schön wie diese Zellen innig umstrickt sind von den Fasern, welche den gleichseitigen Haufen durchziehen, mithin von Fasern, welche nach der gegenüberliegenden Seite übertreten. Daher ist es nicht allein sicher, dass diese Zellen den Hauptkernen angehören und nur als Ausläufer derselben zu betrachten sind, sondern es steht auch fest, dass sie mit den übrigen Zellen dieser Kernparthie gleichwerthig sind und gleichwie diese nur mit gekreuzten Fasern in Verbindung treten.

Ich möchte noch besonders hervorheben, dass ich in diesen Schnitten niemals Fasern angetroffen habe, von welchen man

bestimmt sagen könnte, dass sie aus dem medialen Theil des Hauptkernes stammend in mehr oder weniger dorso-ventraler Richtung nach unten verliefen und ungekreuzt nahe der Medianlinie, zwischen den ventralsten Längsbündelquerschnitten durchträten. Solche Fasern, wie sie bei v. Kölliker (17, S. 295. Fig. 504) abgebildet sind, in gerader Richtung dorsoventral, und wie es nach der Zeichnung zu sein scheint, ungekreuzt verlaufend, traf ich bei meinen Geschöpfen in den distalsten Schnitten (1—20) niemals an. Ich werde später auf diese Fasern zurückkommen.

Darnach finden sich im distalsten Theile des Oculomotoriuskernes, in den ersten zehn Schnitten sicher ausschliesslich gekreuzte Fasern von jenem eben beschriebenen mehrfach bogenförmigen Verlauf. Die Fasern lassen sich in solche mit kürzerer und längerer Wurzel scheiden, je nachdem sie mehr ventral oder mehr dorsalwärts entspringen. Die Kernmasse selbst ist, wie wir gesehen haben, in diesem Bezirke bestimmt nicht in besondere, etwa ventrale und dorsale, oder laterale und mediale Haufen zu trennen. Es handelt sich immer nur um einen kompakten Kern mit zwischen die begrenzenden Längsbündel hineinreichende Zellausläufer, die ich der Kürze halber „Lateralzellen“ nennen will. In den nächsten zehn Schnitten bleiben die Verhältnisse in Bezug auf die Gruppierung der Kernmasse und den Verlauf der Fasern ziemlich ähnliche. Es treten immerhin allmählich geringe Aenderungen auf, die nicht sofort auffallen, weil sie nur nach und nach zustande kommen.

Zunächst wird der fast zelllose Zwischenraum am dorsalen Ende des Kernes immer schmaler, das heisst die Kerne werden in ihrem dorsalen Antheil breiter, die medialen Ränder treten immer näher aneinander heran. Dementsprechend werden auch die Bogen der sich kreuzenden Fasern etwas flacher, die Kreuzungsstelle zwischen den Kernen ist nicht mehr so in den ventraler gelegenen Theil des Zwischenkernraumes gedrängt, sie macht nicht mehr so sehr den Eindruck einer Commissur. Der Ueber-

tritt der sich kreuzenden Fasern ist in der Medianlinie auf einen grösseren Abschnitt vertheilt, ohne aber den bisherigen Charakter ganz zu verlieren. Die Bündel der gekreuzten Fasern treten immer mehr in grösserer Entfernung von der Medianlinie aus der Kernmasse heraus. Der mediale Spalt fängt aber doch schon an sich etwas, wenn auch kaum merklich, zu beleben; es werden einzelne mehr oder weniger gerade, dorsoventral verlaufende Fasern sichtbar, von denen man schon ziemlich sicher annehmen kann, dass sie ungekreuzt bleiben; wo sie hinziehen ist in diesen Schnitten nicht zu sagen, weil sie verschieden hoch, vor ihrem Austritte aus der Kernmasse wie abgeschnitten enden. Immerhin sind auch in diesen zehn Schnitten nur spärliche Fasern, von denen man vermuthen könnte, dass sie ungekreuzt verlaufen, so dass man wohl sagen kann: die ersten zwanzig Schnitte des distalen Oculomotoriuskerns führen fast nur gekreuzte Fasern. Anders gestaltet sich das Verhältniss dieser beiden Fasergattungen in den folgenden Schnitten.

Bevor ich in der Beschreibung weitergehe, möchte ich mit einigen Worten der Befunde v. Kölliker's und Perlia's derselben Gegend gedenken.

Perlia (3. s. s. Fig. 1 a, 1 b) lässt gleichfalls im distalen Theile des Oculomotoriuskerns gekreuzte Fasern verlaufen, doch nicht in so überwiegender Menge, dass die ungekreuzten fast nur als vereinzelte Fasern angetroffen werden. Bei ihm sind gekreuzte und ungekreuzte Fasern (auf seinen Abbildungen) etwa in gleichem Verhältniss verzeichnet, oder es will mir fast scheinen, dass die ungekreuzten sogar zahlreicher sind. Ausserdem lässt Perlia auffallender Weise diese Fasern nur vom dorsalen Kerne gegen die Medianebene ziehen und dort in verschiedener Höhe sich kreuzen, und als medialste Wurzelfasern das untere Längsbündel durchsetzen. Ausser diesem eigenartigen Verlauf will er an schrägen Frontalschnitten durch das Corpus quadrigeminum eines Neugeborenen gesehen haben, wie ein Theil

der gekreuzten Fasern nach hinten, ventralwärts in die Raphe stieg und in das hintere Längsbündel umbog. Aus den Abbildungen ist dies nicht zu ersehen. v. Kölliker hingegen beschreibt die in Rede stehende Gegend in einer Weise, welche der meinigen ähnlicher ist. Auch er sieht weit zahlreicher gekreuzte Fasern, dieselben betreffen gleichfalls „ . . . die am meisten lateralwärts liegenden Wurzelbündel . . . sie dringen durch die am meisten seitwärts und dorsal gelegenen Bündel des Fasciculus l. dors. durch, biegen dann, die Zellmassen ihrer Seite (fast horizontal) durchziehend, median- und ventralwärts um, und gelangen so zu dem Kerne der anderen Seite, in welchem sie enden. Hiebei beschreiben die sich kreuzenden Wurzelfasern häufig mehr weniger starke S-förmige Biegungen in der Art, dass dieselben in der Nähe der Medianebene erst gegen die Ventralseite, d. h. den Grund der Spalte zwischen den beiden Längsbündeln verlaufen, und dann erst auf die andere Seite umbiegen, um hier wieder dorsalwärts gegen die Hauptmasse des Kernes zu ziehen. An mehreren Präparaten entstanden so in dem engeren Theile der Längsbündelspalte viele aufeinander folgende schlingenförmige Umbiegungen, die bis in den Grund der Spalte reichten . . .“ Gerade dieser Verlauf ist an der beigegebenen Zeichnung nicht sehr gut ersichtlich.

Jedenfalls stimmt der Befund v. Kölliker's, den er einem achtmonatlichen Geschöpf entnommen, in den Hauptsachen mit meinen, unabhängig von ihm, (mein erster Befund datirt aus dem Anfange des Jahres 1892) an allen von mir untersuchten verschiedenen alten Individuen constant angetroffenen Bildern überein.

Meine Befunde weichen nur insofern im Detail von jenen Kölliker's ab, dass ich kürzer und länger verlaufende Fasern unterscheide, wodurch dann die vermeintliche Commissur zwischen den ventralen Theilen der Kerne entsteht; ferner fehlen bei mir die in bemerklicher Anzahl in der Medianlinie dorsoventral verlaufenden, weiter schwer verfolg-

baren Fasern, von denen man annehmen muss, dass sie bei Köl liker ungekreuzt verlaufen, so dass in meinen distalsten Schnitten ausschliesslich gekreuzte Fasern enthalten sind. Endlich konnte das Verhältniss der bei mir zahlreicher vorhandenen Lateralzellen zum Oculomotorius bestimmter charakterisirt werden.

Da endlich das zur Besprechung herangezogene Geschöpf von mir in 80 Schnitte zerlegt wurde und in den ersten 20 Schnitten fast ausschliesslich gekreuzte Fasern verlaufen, in den folgenden 15 Schnitten, wie wir sehen werden, die ungekreuzten Fasern rasch an Uebergewicht gewinnen um bald unvermischt zu verlaufen, so kann man wohl mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass mehr als der vierte, etwas weniger als der dritte Theil aller Oculomotoriusfasern gekreuzt verlaufen.

Diesen zum Theil sich deckenden Befunden von Köl liker und mir stehen die Perlia's gegenüber; sie stimmen in Bezug auf den Verlauf der Fasern nur darin mit den unserigen überein, dass sie auch im distalen Theile des Oculomotorius überhaupt gekreuzte Fasern anatomisch nachweisen, wenn auch diese bei Perlia viel, viel spärlicher sind und sonderbarer Weise ganz anders (median, dorsoventral) verlaufen. Nach Perlia's Bildern (l. c. Fig. 1 a, 1 b, 1 c), würde sich kaum der zehnte Theil aller Fasern kreuzen. Dann fehlen bei Perlia die zuerst von Köl liker an einem Geschöpf, dann von mir constant und zahlreicher angetroffenen Lateralzellen, welche bestimmt dem Hauptkern angehören und mit ihm die gekreuzten Fasern liefern.

In den nun folgenden Schnitten (Taf. I, Fig 2) finden wir ein etwas verändertes Bild, sowohl in Bezug auf die Form und Ausdehnung der Kernmasse, als auch hinsichtlich des Verlaufes der Fasern. Wir sehen auch hier wiederum rechts und links von der Medianlinie je einen grossen dreieckigen Zellhaufen von länglich dorso-ventraler Form mit dorsaler Basis und ventraler Spitze. Die Kerne sind dorso-ventral länger geworden, sie reichen auch mit ihrer Spitze

in den ventralen Winkel des hinteren Längsbündels, der Spalt ist oben breiter geworden und reicht tiefer herab. Die Ausdehnung in der Frontalebene ist dementsprechend auch eine grössere geworden. Die Grösse und Gestalt der einzelnen Ganglienzellen ist dieselbe geblieben. Daraus und aus dem allmählichen Anwachsen der Ausdehnung der Kernmasse, wie es aus der Durchsicht der aufeinander folgenden Schnitte ganz deutlich ersichtlich wird, erkennt man mit Bestimmtheit, dass alle Schnitte durch den ununterbrochenen paarigen Hauptkern des Oculomotorius gehen. Nach aussen, latero-ventralwärts, ist die Kernmasse so ziemlich von den Durchschnitten der Längsbündel begrenzt; man sieht aber auch an allen diesen Schnitten, wie an den bisher besprochenen zwischen den Längsbündeln Ganglienzellen liegen, welche bestimmt als der Hauptmasse zugehörig erkannt wurden. Auch hier sind sie stellenweise zu etwas grösseren Häufchen vereinigt, doch im Ganzen in viel geringerer Anzahl als in den vorhergehenden und ganz besonders als in den ersten zehn bis fünfzehn Schnitten. Wiewohl auch hier an manchen Schnitten gut abgegrenzte, anscheinend isolirte Ganglienzellhäufchen selbst ventralwärts von der natürlichen Grenze der Längsbündel erkennbar sind, so lehrt doch die Durchsicht der aufeinander folgenden Schnitte, dass es sich immer nur um Ausläufer der Hauptkernmasse handelt und nicht um von dieser räumlich abgetrennte selbständige Kerne.

Ebenso wie an der äusseren Begrenzung finden sich auch gegen die Medianlinie zu, besonders im dorsalen Antheile der Hauptkerne zerstreute Zellausläufer, die gleichfalls an manchen Schnitten zu Häufchen vereint zu sein scheinen, bei genauer Durchsicht aber bestimmt mit dem Hauptkern zusammenhängen. Stellenweise reichen diese vom rechten und linken Kerne her- und hinüber ziehenden Ausläufer in der Mittellinie aneinander, so dass zwischen denselben eine Art verbindender Zellbrücke zu Stande kommt. Die Zellen dieser übrigens sehr schütterten Verbindungsbrücke sind in jeder

Beziehung mit jenen der Hauptkerne identisch, sie differiren in den bezeichneten Schnitten in keiner Weise, weder untereinander noch mit jenen der Hauptkerne. Wir wollen diese zerstreuten Zellausläufer zum Unterschied der früher erwähnten Lateralzellen, der Kürze halber in Zukunft „Medianzellen“ nennen. — Auch dadurch machen die dorsalen Antheile der Kerne in dieser Partie einen breiteren Eindruck.

An der Hauptkernmasse selbst innerhalb der begrenzenden Längsbündel erscheinen auf den ersten Blick ebenfalls Unterabtheilungen, wie wir sie schon einmal in den früheren Schnitten erwähnt haben. So konnte man in einem der Schnitte z. B. jederseits drei abgetheilte Herde unterscheiden. Und zwar je einen dorsal, rechts oder links von der Medianlinie, den anderen nach aussen davon angrenzend, den dritten ventralwärts davon. Sieht man jedoch genauer zu, und untersucht man besonders bei stärkerer Vergrößerung alle Schnitte dieser Gruppe, wie sie in der Serie aufeinander folgen, darauf hin, dann erkennt man ganz bestimmt, dass es sich nur um eine zufällige, in jedem Schnitt anders, in manchem gar nicht erkennbare Abtheilung handelt, welche dadurch entstanden erscheint, dass Einzelfasern sich schon innerhalb des Kerns zu zarten Bündelchen vereinigt haben und in geschlossenem Zuge eine Kerngruppe sozusagen umschneiden. Bei starker Vergrößerung und bei geeignetem Gebrauch der Mikrometerschraube wird es aber ganz klar, dass kein Raum zwischen den anscheinend getrennten Kernhaufen vorhanden ist, sondern dass zwischen, unter und über den Nervenfäserchen allenthalben gleich aussehende Ganglienzellen liegen. Es ist mithin auch in dieser Schnittpartie, wie in den zwei vorherigen, nirgend eine Theilung des paarigen Oculomotoriuskernes zu erkennen.

Was nun die Fasernart dieses Kerntheiles anlangt, so finden sich immer noch beiderlei Arten von Fasern vertreten: gekreuzte und ungekreuzte; letztere aber mit jedem weiteren

Schnitte zahlreicher. Während man bisher nach ungekreuzten suchen musste, werden dieselben jetzt schon recht deutlich und zahlreicher. Für die Kreuzung ist noch annähernd derselbe Typus beibehalten, wie ich ihn zu Anfang hervorgehoben. Die gekreuzten Fasern stammen aus allen Theilen des Kernes, treten aber immer noch vorzugsweise dorsolateral zwischen den Längsbündeln aus, sodass wir auch für diese Partie der gekreuzten Fasern sagen können: sie helfen ausschliesslich das laterale Bündel des Oculomotorius aufbauen. Gerade unter diesen Schnitten findet man einzelne, wo es scheint als ob auch unter den in der Medianlinie mehr dorsoventral verlaufenden Fasern Kreuzungen entständen. Bei Durchsicht der aufeinander folgenden Schnitte merkt man jedoch die Täuschung. Die in der Medianlinie ventralwärts commissurenartig verlaufenden, gekreuzten Fasern beschreiben immer noch kleine Bogen, durch welche sie trotz tiefer liegender Kreuzung höher, mithin mehr lateral austreten können. Es ist dies an jedem einzelnen Schnitte schwer zu beurtheilen, erscheint aber bei genauer Durchsicht der Serie als feststehend. Bei etwas mehr geneigter Schnitt-richtung kann es nun sehr wohl möglich werden, dass alle diese sich in der Mittellinie kreuzenden, nicht aber als Medialbündel austretenden Fasern, wie abgeschnitten enden. Dadurch kann ein Bild entstehen, welches den Glauben erweckt, als würden die in der Mittellinie gegeneinander gerichteten Faserstücke auch wirklich in der Richtung ihres nach unten zeigenden Endes austreten. Dies ist aber, wie meine Untersuchungen lehren eine Täuschung — der sich vielleicht Perlia hingeeben. An meinen Schnittserien überzeugt man sich sehr wohl, dass dies nur Theile jener Fasern sein könnten, welche immerhin in der Medianlinie — in etwas spitzerem Bogen als bisher — sich kreuzen, aber an der lateralen Seite der Kernmasse austreten. Das distalste Ende des Oculomotoriuskerns, die eigentliche Stätte der unzähligen gekreuzten Fasern (v. Kolliker, ich) müsste dann für Perlia's

Untersuchung verloren gegangen sein! Wir werden später bei Besprechung des weiteren Verlaufes der Oculomotoriusfasern Gelegenheit haben auf diese Verhältnisse zurückzukommen.

Wie schon erwähnt ist in diesen Schnitten die Medianlinie weit mehr belebt; neben den hier die Kreuzung eingehenden, lateralwärts austretenden Fasern sehen wir eine Menge ungekreuzte, welche in mehr dorsolateraler Richtung verlaufen. Sie entspringen bald mit kurzer, bald mit längerer Wurzel, aus ventraler oder dorsaler gelegenen Theilen des Kernes; nahe der Medianlinie, zwischen den ventralsten Längsbündelquerschnitten, zu kräftigen Bündeln vereinigt, treten sie aus der Kernmasse heraus. In den letzten Schnitten dieser Gruppe finden wir überhaupt zum ersten Male Faserbündel, welche nahe der Medianlinie austretend, auch an die mediale Seite des nun schon nach aussen unten vom Oculomotoriuscentrums sichtbaren rothen Kernes, heraustreten, mithin auch im Hauptstamme des Oculomotorius als mediale Faserbündel verlaufen: dieselben sind bestimmt ungekreuzt.

In der nächsten Gruppe von zehn Schnitten ändert sich insoferne das Bild, als die Kernmassen zu beiden Seiten der Medianlinie etwas langgestreckter und schmaler werden. Die dorsalen Enden sind abgerundet und divergiren ein wenig, die ventralen Enden sind stark spitz zulaufend nahe aneinandergerückt; die innere Begrenzungslinie ist leicht convex mit der Convexität gegen die Medianlinie gerichtet; die äussere Begrenzungslinie im gleichen Sinne gebogen, so dass der Kernhaufen lateralwärts mit einer leichten Concavität abschliesst. In der ganzen Ausdehnung der Medianlinie sind die beiden Hauptkernmassen schärfer als bisher von einander getrennt, dies gilt ganz besonders vom dorsalen Antheile derselben. In der ventralen, sehr schmalen Zwischenkernzone liegen doch zerstreute vereinzelter Ganglienzellen; es handelt sich aber nur um etwa ein halbes Dutzend Zellen.

Wenn man sich etwas Mühe gibt, so kann man auch hier, wie schon öfters zuvor, an manchen Schnitten etwas umschriebene Gruppen von Ganglienzellen aus der Hauptmasse heraussehen. Dies gilt besonders vom dorsalen Antheil des Kernes, wo man am Ende desselben einen dorsalen Herd unterscheiden könnte. Ich sehe mich aber auch hier wiederum veranlasst nachdrücklich hervorzuheben, dass es sich nicht um die Kennzeichnung eines eigenen etwa dorsalen Kernes handeln kann. Die Abtrennung dieses Kernhaufens ist keine durchgängige, sie erstreckt sich nicht auf mehrere aufeinanderfolgende Schnitte. Wir haben es wiederum nur mit einem Befund zu thun, der auf ein oder zwei Schnitte beschränkt bleibt und ganz zuverlässig darauf zurückgeführt werden kann, dass eben an der betreffenden Stelle ein Faserncomplex eigenartig, in schwachem Bogen, compact verläuft und sich dementsprechend zwischen die Kerne schiebt und sie auf einer ganz kurzen Strecke, wenn man so sagen kann, vorübergehend, auseinanderdrängt. Handelte es sich wirklich um ein anatomisch abgetrenntes Zellhäufchen, dann müsste an einer grösseren Reihe aufeinanderfolgender Schnitte ein solch' abgegrenzter Zellhaufe von bestimmter Form und Grösse erkennbar sein. Dies war niemals der Fall! — Darnach haben wir bisher nur einen paarigen ungetheilten Oculomotoriuskern kennen gelernt.

Der Typus des Faserverlaufes wird nunmehr ein ganz anderer; die Markfasern durchziehen den Kern hauptsächlich in mehr oder weniger dorso-ventraler Richtung. Man erkennt Fasern, welche hoch oben im dorsalen Theile des Kernes beginnen und in ganz schwachem nach aussen concavem Bogen nach unten ziehen und zwischen den medialsten Querschnitten des hinteren Längsbündels austreten. Dazwischen erkennt man wieder andere Fasern, welche mit kurzer Wurzel entspringen und an einem ihrem Beginne näheren Punkte, mehr seitlich aus dem Kern, hervorkommen. Die meisten dieser aus

den seitlicher gelegenen Theilen des Kernes stammenden, äusserst zarten, aus wenig Einzelfasern zusammengesetzten Bündelchen ziehen nach ihrem Austritte weiter ventralwärts und schliessen sich zumeist den vorher beschriebenen mächtigen Medianbündeln des Oculomotorius an. Fasern, welche aus dem dorsalen Theile austreten und wie bisher in dorsolateraler Richtung weiter nach unten verlaufen würden, kann man jetzt nirgends mehr bestimmt erkennen. Man sieht wohl Fasern, welche höher oben aus dem Kerne austreten und von denen man nicht sagen kann, dass sie zu den medialen Bündeln herabziehen. Dieselben erscheinen kurz nach ihrem schräg von oben innen nach aussen unten gerichteten Verlauf zwischen den Längsbündeln abgeschnitten; nach einer kurzen Strecke, in derselben schrägen Richtung, treten wieder Fasertheilchen auf, welche ihnen anzugehören scheinen und nur wegen ihres nicht ganz ebenen Verlaufes unterbrochen sind. Für manche Fasern kann man das bei Untersuchung aufeinanderfolgender Schnitte sogar bestimmt sagen. Alle diese Fasertheile liegen wohl im Bereiche des rothen Kernes, aber ausschliesslich nahe der ventro-medianen Begrenzung desselben. In der oberen Hälfte dieses Kernes, der hier schon gut entwickelt ist, sieht man gar keine Fasern verlaufen. Wir haben es demnach besonders in der zweiten Hälfte dieser zehn Schnitte nur mehr mit Fasern zu thun, welche, wiewohl sie aus allen Theilen des Oculomotoriuskernes stammen, doch nur zur Bildung der medialsten und medialen Fasern des gemeinschaftlichen Nerven beitragen.

Von all' diesen so verlaufenden Fasern kann man auch bestimmt angeben, dass sie in und ausserhalb der Kernmasse ungekreuzt verlaufen.

An keinem dieser Schnitte sieht man überhaupt Fasern, von welchen man mit Bestimmtheit sagen könnte, dass sie sich kreuzen. Wir sind demnach allmählich mit dem 50. Schnitte in jenen Theil des Oculomotoriuskernes angelangt, aus welchem,

wie aus dem oben gesagten erhellt, nur ungekreuzte Fasern ihren Ursprung nehmen.

Mit der nun folgenden Schnittserie befinden wir uns schon in der zweiten vorderen Hälfte des Oculomotoriuskernes, sie deckt uns auch Gebilde auf, denen wir bisher nicht begegnet sind (Taf. II, Fig. 3). Der grösste Theil des Feldes wird auch hier zu beiden Seiten der Medianlinie von den Durchschnitten des Hauptkerns eingenommen. Diese Durchschnitte zeigen immer noch eine den früheren ähnliche Form, sie sind aber um etwas wenig schlanker geworden und erscheinen langgestreckt, mit etwas nach oben divergirendem, breitem, abgerundetem Kopfende, nahezu parallelem, nach unten allmählich dünner werdendem Körper und ganz spitzem, nahe an den hier schon spitzeren Winkel des hinteren Längsbündels reichenden, ventralem Fussende; seitlich wie immer von den Querschnitten der Längsbündel begrenzt.

Die Durchschnitte der Hauptkernmasse unterscheiden sich sonst durch nichts von den vorhergehenden. Man ist auch hier an dem einen oder dem anderen Schnitt versucht, wohlcharakterisirte Unterabtheilungen anzunehmen, dieselben sind aber, wie schon früher an anderen Stellen eingehender besprochen wurde, nicht in Wirklichkeit vorhanden, sondern durch eine Täuschung hervorgerufen. Es handelt sich immer noch um zufällige Gruppierung der kleinen Faserbündelchen innerhalb der Kernmasse, welch' letztere demgemäss, nach wie vor, für eine compacte gehalten werden muss.

Zwischen den abgerundeten etwas divergirenden Kopfenden der beiden Hauptkerne hingegen erscheint allmählich, rechts und links von der Medianlinie, eine erst geringe, dann massigere Ansammlung von wohlcharakterisirten, von den bisherigen bestimmt zu unterscheidenden Ganglienzellen. Dem hier befindlichen Raume entsprechend nehmen die beiden neuen Kernhaufen eine langgestreckte Form mit einem nur wenig markirten,

abgerundeten, kaum merklich nach aussen abgebogenen Kopfe und einem ziemlich spitz zulaufenden unteren Ende an. Die beiden medial gelegenen Kernhaufen haben im Kleinen fast die selbe Form wie die Hauptkerne in den vorliegenden Schnitten. In seiner grössten Ausdehnung misst der neue Zellhaufen etwa so viel wie der sechste oder siebente Theil des Hauptkerns; er reicht hier etwas über die Mitte desselben herab. Diese langgestreckten Zellmassen sind allseits von zarten Fäserchen umgeben, welche sie in der Mittellinie von einander trennen; dergleichen werden sie von solchen vielfach durchzogen. Sie bestehen aus einer ziemlich compacten Anhäufung kleiner, gleichmässiger, meist multipolarer Ganglienzellen; dieselben unterscheiden sich sehr auffallend von den bisher angetroffenen; sie messen nur 8—10 μ , sind mithin um den vierten bis fünften Theil kleiner als die Zellen des Hauptkerns; sie erscheinen auch deutlich blasser gefärbt, so dass sich diese paarige Kernmasse in allen Schnitten ganz deutlich von der Hauptkernmasse abhebt.

Es ist wohl kein Zweifel daran, dass wir es hier mit jenem kleinzelligen, medialen, paarigen Kerne zu thun haben, welcher zuerst von Edinger (2) am Fötus und von Westphal (4) am Erwachsenen ausführlich beschrieben wurde. Auch Perlia (3) konnte ihn bei den von ihm Untersuchten wiederfinden. Sonderbarer Weise war an der achtmonatlichen Frucht Kölliker's nichts von dem kleinzelligen Kerne von Edinger-Westphal zu sehen. In den von mir untersuchten Geschöpfen war der paarige kleinzellige mediale Kern immer im proximalen Drittel der Oculomotoriuskerngruppe in gleicher Weise wie an dem zur Beschreibung gewählten Geschöpf zu sehen. Es handelt sich somit jedenfalls um einen constanten Befund.

In wenigen Schnitten dieser Gegend zeigte sich an dem Kopfe der medialen kleinzelligen Kerngruppe eine kleine Anhäufung von ähnlichen, ebenfalls 8—10 Mikren messenden Zellen, welche von der medialen Gruppe ausgehend sich an das

Kopfende der Hauptkerngruppe in schräg dorso-lateraler Richtung anschmiegte.

Nur etwa an fünf Schnitten war diese laterale kleinzellige Kerngruppe deutlich erkennbar; sie fand sich auch nicht constant als scharf umschriebene Kernmasse in allen Geschöpfen vor. Mithin wäre sie zunächst nicht als constanter Befund zu erwähnen. Es soll aber hier schon darauf hingewiesen werden, dass es sich in den positiven Fällen um ein ähnliches Zellhäufchen handelt, wie es Westphal (4) in seinem Falle von Ophthalmoplegia externa als lateralen kleinzelligen Kern beschrieben hat. Auch Perlia (3) findet ihn bei einem Neugeborenen wieder und bildet ihn (Fig. 1 d) auch in auffallender Deutlichkeit ab. Nach seiner Beschreibung erstreckt er sich über ein weit grösseres Areale.

Ich möchte endlich noch erwähnen, dass in allen diesen und in den meisten folgenden Schnitten am oberen seitlichen Rande des Hauptkerns, von diesem durch die Querschnitte der Längsbündel getrennt, in ähnlicher Weise, wie in den meisten Schnitten des distalen Kerntheiles, Ganglienzellen zu einem verschieden grossen Häufchen vereint, bei einanderliegen und gewöhnlich durch einzelne Zellen, die sich zwischen den Längsbündeln befinden, mit der Hauptkernmasse zusammenzuhängen scheinen. Ich habe von ähnlichen Befunden, entlang der ganzen seitlichen Begrenzung des Hauptkernes schon früher ausführlich gesprochen; hier handelt es sich aber um Zellen, die hauptsächlich im und am dorsalen Antheile des Längsbündels liegen und welche sich, bei aufmerksamer Untersuchung mit stärkerer Vergrösserung, als identisch mit den zelligen Elementen des Hauptkerns herausstellen.

Die Lateralzellen dieser Schnitte sind nicht so leicht zu erkennen wie jene aus dem distalen Kerntheile, weil sie hier mit dichtem Faserfilz umgeben sind. Aber gerade an diesem Faserfilz, welcher sich in den Hauptkern hinein fortsetzt, um

sich allmählich in Fäserchen aufzulösen, ist bestimmt zu erkennen, dass auch diese Lateralzellen dem Hauptkern angehören und wie die Ganglienzellen desselben mit Oculomotoriusfasern in Verbindung stehen. Die Golgi'sche Färbung bestätigt diesen Befund.

Der Faserverlauf gestaltet sich in diesem Bezirke weit einfacher als bisher. Es ist deutlich am vorliegenden Schnitte (Fig. 3) zu sehen, wie der ganze Hauptkern von einer grossen Menge von Fasern, hauptsächlich in dorso-ventraler Richtung, durchzogen wird; dieselben verlaufen oft ganz parallel, indem sie einen ganz schwachen gegen die Medianlinie zu convexen Bogen beschreiben. Sie sind besonders dicht nahe dem medialen Rande des Kerns angeordnet. Schon während ihres Zuges durch die Ganglienmassen sieht man sie stellenweise zu kleinen Bündelchen gruppirt, welche zumeist, sich immer näher aneinander drängend, den medialwärts gelegenen Querschnitten des Längsbündels zueilen, um, zu ziemlich starken Bündeln vereint, zwischen diesen aus dem Oculomotoriuscentrum auszutreten. Sie verlaufen hierauf erst etwas gerade nach unten, dann in einem nach innen konvexen Bogen, dem medialen Rande des rothen Kerns entlang, und streben dann, wieder einen schwachen Bogen, jedoch mit der Convexität nach aussen, beschreibend, der Austrittsstelle des gemeinschaftlichen Nervenstammes zu.

Wenn auch die meisten Fasern in der angegebenen Weise durch die ganze Kernmasse hindurchziehen, so giebt es doch auch Fasern in geringerer Anzahl, welche mehr aus den ventralen und mittleren Partien des Kerns zu stammen scheinen und oft schon etwas früher austreten, mithin mit kurzer Wurzel entspringen. Aus dem dorsalen Theile des Kernes treten aber in allen diesen und den folgenden Schnitten keine Fasern aus, wiewohl die meisten derselben gerade in dieser Gegend ihren Ursprung haben.

So wie es für den distalen Theil des Oculomotoriuskerns

charakteristisch war, dass die geformten, meist gekreuzten Bündel vorzüglich aus dem dorsalen Theil des Kernes austraten, beziehentlich zwischen den mehr dorsalwärts gelegenen Querschnitten des Längsbündels hindurchzogen, so ist es im Gegentheil für den ganzen proximalen Kerntheil Regel, dass die bevorzugten Durchlässe für die Faserzüge in den ventraler gelegenen Zwischenlängsbündelräumen zu suchen sind.

Wir haben schon früher gesehen, dass der Raum zwischen den paarigen Durchschnitten der Hauptkerne in seinem oberen Antheile von den beiden medialen kleinzelligen Kernen (Edinger-Westphal) erfüllt ist; der ventralwärts davon liegende, schmälere, etwas langgestrecktere Raum bis in den Winkel des Längsbündels hinab ist in den meisten Schnitten nur von zarten Fäserchen durchzogen, welche sich verschieden weit in die kleinzelligen Kerne verfolgen lassen und wo sie zwischen den Zellen bald früher, bald später ihr Mark verlieren. Leider ist es mir nicht gelungen, gerade diesen Theil des Kernes gut nach Golgi zu färben, um genaueres über den Zusammenhang zwischen Zellen und Nervenfasern angeben zu können. Es scheint, dass die imprägnirten Stücke doch etwas zu gross waren und daher dieser gerade in der Mitte liegende Theil nicht so vollständig gefärbt erschien. Immerhin sind schon die Befunde mit Weigert's Färbung für mich vollkommen beweisend, um sagen zu können, dass die ebenerwähnten zarten Fäserchen den kleinen Ganglienzellen des medialen Kernes von Edinger-Westphal angehören. Diese Fäserchen lassen sich ventralwärts zumeist weiterverfolgen, so dass man deutlich sehen kann, wie sie sich den zunächst der Medianlinie liegenden, geformten Oculomotoriusbündeln anschliessen. Um sich jedoch von diesem anatomischen Verhältniss unbedingt zu überzeugen, muss man die aufeinanderfolgenden Serienschritte genau untersuchen, da es kaum je gelingt, mit absoluter Sicherheit eine Einzel-faser als solche, vom kleinzelligen Kern bis hinab zum Oculo-

motoriusbündel, auf einem Schnitte zu verfolgen. An den Serienschnitten hingegen ist es nie schwer, den Zug der Fasertheile, besonders, wenn man sich darauf eingeübt hat, zu sehen. Diese etwas mühevollen Arbeit wird dadurch erleichtert, dass die zu verfolgenden Fasertheile bei unreifen und reifen Früchten, wie ich sie zu untersuchen Gelegenheit hatte, entschieden zarter sind als alle übrigen bisher im Wurzelgebiete des Oculomotorius besprochenen Markfasern. Bei jüngeren Geschöpfen als das untersuchte sind sie noch so arm an Mark, dass sie viel weniger leicht verfolgbar sind, weil sie immer in grösseren Intervallen auftreten. Die markhaltigen Fasertheile sind dann viel weiter auseinander gerückt, ihre Zusammengehörigkeit ist mithin weniger sicher festzustellen.

An dem bisher beschriebenen Geschöpf kann man aber nicht darüber im Zweifel sein, und ich stehe nicht an, es mit Bestimmtheit auszusprechen, dass die Zugehörigkeit des medialen kleinzelligen Kernes (Edinger-Westphal) zum Oculomotorius beim Menschen anatomisch sichergestellt ist. Nichts derartiges kann für jenen unbeständig angetroffenen Zellcomplex am oberen Ende des medialen kleinzelligen Kernes gesagt werden. Es gelang niemals festzustellen, dass Fasern direct aus dem sogenannten lateralen kleinzelligen Kern (Edinger-Westphal) als bestimmte Oculomotoriusfasern zu recht kämen.

Während die Gestalt der Hauptkerne ziemlich gleich bleibt, ändert sich allmählich im Verlaufe der Durchsicht dieser Schnittserie (Taf. III, Fig. 4) das Bild im Raume zwischen den Hauptkernen. Die Ausdehnung der Westphal'schen Mediankerne ändert sich, indem dieselben merklich kürzer werden; zugleich treten unter ihnen im ventralen Theile des Medialraumes ganz vereinzelt Ganglienzellen auf, welche sich, was Form und Färbung anlangt, kaum von denjenigen der Hauptkerne unterscheiden. Diese zerstreuten Ganglienzellen kann man nur schwer aus dem zartesten netzförmigen Fasergewirr heraussuchen. Das zarte Faser-

netzwerk wird erstens von den dorsallateralwärts verlaufenden, äusserst dünnen Fäserchen aus dem Edinger-Westphal'schen Kern und dann von wirr durcheinander laufenden kleinen Fasertheilchen gebildet, wodurch ein recht zierliches Maschenwerk zu Stande gebracht wird.

In den weiteren Schnitten wird das Maschwerk immer geringer, dafür belebt sich das Feld immer mehr mit Ganglienzellen, welche gleich von Anfang an mehr in der Mitte des Medianraumes zusammengedrängt erscheinen. Sie sind hier und in allen folgenden 10 bis 15 Schnitten ganz deutlich begrenzt; nirgends geht diese Zellmasse in die seitlich liegende des Hauptkerns über; sie ist besonders an den Seiten ganz auffallend durch die aus den Seitenkernen dorsoventralwärts ziehenden Oculomotoriusfasern begrenzt. Oben und unten läuft die Zellmasse in eine mehr oder weniger ausgesprochene Spitze zu. Die Kernmasse nimmt daher eine ziemlich ausgeprägte Mandelform an. Perlia nennt diesen Zellhaufen „Centralkern“. Insofern als er zwischen den beiden Hauptkernen und unter den kleinzelligen Edinger-Westphal'schen Kernen liegt, ist die Bezeichnung ziemlich zutreffend. Man muss aber dabei wohl beachten, dass dieser so wohlcharakterisirte Kern lange nicht im Centrum der ganzen Gruppe liegt, sondern ganz im proximo-ventralen Antheile der Oculomotoriuskerngruppe, er müsste somit nach seiner topographischen Lage richtig heissen „unpaariger, vorderer, grosszelliger Mediankern“ zum Unterschiede von dem „paarigen, kleinzelligen Mediankern von Edinger-Westphal“. Bei Kölliker (l. c. Fig. 506) finde ich diesen Kern nicht so stark entwickelt und lange nicht so scharf begrenzt wie ich ihn abbilde und beständig angetroffen habe (s. Fig. 4).

Während sich nun dieser neue Kern zwischen die ventralen Enden der beiden Hauptkerne einschiebt, werden diese naturgemäss ein wenig auseinander gedrängt; ausserdem nimmt ihr Längsdurchmesser zusehends ab. In gleicher Weise nehmen

sowohl Längs- als auch Querdurchmesser der paarigen kleinzelligen Mediankerne ab und bald sind dieselben ganz aus dem Gesichtsfelde verschwunden. Unterdessen hat der unpaarige, ventrale Mediankern seine grösste Ausdehnung erlangt, so dass er hier fast den Querdurchmesser der beiden kleinzelligen zusammengenommen, erreicht. Die Längsachse bleibt in allen Schnitten so ziemlich dieselbe. Ausser der Abnahme des Längsdurchmessers der seitlichen Hauptkerne ist an diesen keine Veränderung wahrzunehmen. Sie bilden immer noch eine compacte Zellmasse, welche sich nach wie vor nicht in abgetrennte Zellhaufen abscheidet, hier noch weniger als in den früheren Abschnitten, wo man ja von einer vorübergehenden, auf vereinzelte Schnitte beschränkte und darum nicht thatsächlich anatomisch feststehende Unterabtheilung sprechen konnte.

Die vielen Fasern aus den Seitenhauptkernen, verlaufen nach wie vor durch die ganze Kernmasse mit langen und kurzen Wurzeln, manchmal auch schräg hindurchziehend und treten ausschliesslich ventral und medial zwischen den Längsbündeln aus; es entstehen auch hier aus den Hauptkernen nur medial verlaufende Faserbündel. Die vorher erwähnten zarteren Fäserchen, welche mit Bestimmtheit den kleinzelligen Mediankernen entstammen, ziehen ganz deutlich längs der seitlichen Begrenzung der Hauptkerne zu beiden Seiten dem grosszelligen Mediankern entlang, gegen die Querschnitte der Längsbündel hin und vereinigen sich hier mit den Faserbündeln, welche aus den Seitenhauptkernen stammen und zwar mit den medialsten. Man sieht an manchen Schnitten ganz hervorragend gut, wie das dünne Fäserchen, welches sich bis in den kleinzelligen Mediankern verfolgen lässt, ganz nahe an einem Längsbündelquerschnitt um wenig von seiner fast vertikalen Verlaufsrichtung abbiegt und in das zunächst liegende fertig gebildete Oculomotoriusbündel eingeht. Ich erwähne diese anatomische Thatsache mit Nachdruck, weil bisher eigentlich nur Westphal, auf Grund

seiner pathologisch-anatomischen Untersuchung jenes Falles von Ophthalmoplegia externa, diese kleinzellige mediale (und die laterale) Kerngruppe als zum Oculomotorius gehörig und sogar als Centrum für die Binnenmuskeln des Auges angesprochen — aber nur aus dem Grunde, weil sie allein noch gut erhalten, während alle anderen Zellen des Centrum pathologisch verändert waren. Die diesbezüglichen anatomischen Untersuchungen (Edinger, Perlia) konnten nur die Existenz beider Kerngruppen feststellen, nicht aber, dass sie Oculomotoriusfasern liefern. Nach meinen wiederholten Befunden ist es anatomisch bewiesen, dass der paarige mediale kleinzellige Kern Edinger-Westphal (aber nur dieser, nicht auch der laterale) einen integrierenden Bestandtheil der Oculomotoriuskerngruppe bildet, und dass bestimmt Fasern aus ihm zu Recht bestehen, welche mit den Oculomotoriusbündeln austreten, darnach voraussichtlich auch physiologisch denselben angehören. Es lässt sich ferner noch feststellen, dass diese zarten Fäserchen aus dem kleinzelligen medialen Kern ebenso sicher nur Faserbündeln derselben Seite zustreben, mithin ungekreuzt verlaufen. —

Es erübrigt noch von jenen Fasern zu sprechen, welche dem unpaarigen grosszelligen Mediankern (Centralkern Perlia's) anatomisch anzugehören scheinen. Es wurde schon früher erwähnt, dass bevor die Zellen dieses Kerns im Gesichtsfelde auftreten, an derselben Stelle, im ventralen Theile des Medianraumes, ein äusserst zartes Netzwerk von Markfasern zu sehen ist, und dass in dem Maasse als in folgenden Schnitten Zellen erkennbar werden, das Maschwerk an Ausdehnung abnimmt, bis das ganze Feld von Zellen beherrscht wird. Es sind aber auch dann noch bei starker Vergrösserung kreuz und quer verlaufende markhaltige und marklose Fäserchen zu sehen, welch' letztere die Ganglienzellen umspinnen.

An diesem Faser- und Zellgewirr kann man in günstigen

(dünnen) Schnitten vollkommen klar heraussehen, dass markhaltige Fasern am ventralen Ende des Mediankerns austreten und in ähnlicher Weise, wie die Fäserchen aus den beiden kleinzelligen Kernen, zu rechts oder links liegenden Oculomotoriusfaserbündeln abbiegen und mit ihnen zwischen den Längsbündelquerschnitten hindurchtreten. Auch diese Fasern erscheinen, selbstverständlich an gleichaltrigen Geschöpfen, etwas zarter als die Markfasern aus den Seitenhauptkernen. Aber nicht alle Fasern kann man an einem und demselben Schnitt so leicht über die Längsbündel hinaus verfolgen. Eine ansehnliche Menge derselben endet im Medianspalt abgeschnitten. Erst durch die sorgfältige Untersuchung der aufeinanderfolgenden Serienschnitte, gewinnt man gar bald die Ueberzeugung, dass alle aus dem grosszelligen Mediankern stammenden Fasern, dem Oculomotorius angehören, und dass eine grosse Anzahl derselben nur deswegen am Einzelschnitt nicht als solche erkannt werden können, und wie abgeschnitten erscheinen, weil sie nicht nur nach rechts oder links, in derselben Frontalebene zu einem Oculomotoriusbündel abbiegen, sondern auch nach vorne und hinten zu, in verschiedenen Frontalebene, so dass man auf einem Schnitte nicht dies ganze Endstück der Faser sehen kann. So sieht Perlia (3. S. 292) nur „die an ihm (Centralkern) vorbeistreichenden! Fasern nach unten fächerförmig auseinanderfahren und abgeschnitten enden“ Darnach scheint Perlia gar keine Fasern gesehen zu haben, welche aus dem grosszelligen Mediankern austreten.

Die Fasern, welche man aus diesem unpaarigen Mediankern austreten sieht, mischen sich natürlicher Weise sowohl den rechts als auch links von der Medianlinie nach abwärts ziehenden Oculomotoriusbündeln bei. Insofern enthalten diese medialsten und vordersten Züge des dritten Gehirnnerven auch Fasern, welche mit gekreuzten, in gewissem Sinne, gleichwerthig sind. Eine Zerstörung des unpaarigen, grosszelligen Mediankerns müsste so-

mit Schwund einzelner Fasern in beiden Stämmen des Oculomotorius nach sich ziehen.

Mit der nun folgenden Serie von fünfzehn Schnitten treten wir in den vordersten Theil der Oculomotoriuskerngruppe. Dieser zeigt uns vor allem eine rasche und ständige Abnahme in der Ausdehnung der einzelnen Kerne. Zuerst verschwindet als solcher der paarige kleinzellige Kern, dann der grosszellige unpaarige Mediankern, zuletzt verschwinden die paarigen Seitenhauptkerne. In jenen Schnitten, in welchen vom grosszelligen Mediankern keine, oder nur noch vereinzelte Ganglienzellen zu sehen sind, tritt wiederum in derselben Weise, wie zu Anfang des Erscheinens des Kernes, jenes äusserst zarte Fasergeflecht auf, welches vorher genauer beschrieben wurde. Es scheint somit, dass der grosszellige Mediankern, wie auch sonst andere, grössere Ganglien von einem zarten Nervenfilz, markhaltiger und markloser Fasern umgeben ist, wobei besonders letztere sich vielfach im Inneren des Ganglion zwischen den Einzelzellen verfilzen; aus diesem Filzwerk treten dann die Einzelfasern aus, was an manchen Schnitten unserer Serien sehr schön zu sehen war.

Nachdem der grosszellige Mediankern völlig verschwunden ist, gewahrt man in den letzten Schnitten dieser Serie eine neue Kernmasse, zunächst nur durch wenige Zellen angedeutet, welche in einem ziemlich dichten Nervenengeflechte eingebettet liegen; sie sind daher auch nicht gleich erkennbar, sondern müssen erst aus der Nervenmasse herausgesucht werden. Diese neue Zellmasse liegt zunächst durch einen kleinen Zwischenraum vom dorso-lateralen Ende des Seitenhauptkerns getrennt in schräger Richtung nach aussen oben. Je mehr wir nun weiter vordringen, desto rascher nimmt der Hauptkern des Oculomotorius an Ausdehnung ab, während der neue dorso-lateralste Kern dieser Gegend sichtbar an Mächtigkeit zunimmt. Der Oculomotorius-hauptkern verschwindet ganz allmählich; mit dem 80. Schnitt ist er bei vorliegendem Geschöpf als solcher nicht mehr vor-

handen, es zeigen sich in den nächsten drei Schnitten höchstens noch ein paar vereinzelte Zellen. An der Medianspalte austretende Wurzeln sind schon vorher keine mehr zu sehen.

Der neu hinzugekommene obere, laterale Kern vergrößert sich indessen zusehends. Seine Lage und seine Gestalt kennzeichnet ihn zur Genüge als den von Darkschewitsch ausführlich beschriebenen, übrigens schon früher von v. Gudden (1) und Edinger (18) hervorgehobenen, und später von Perlia abgebildeten: vorderen lateralen Oculomotoriuskern (Darkschewitsch).

Ich konnte in keinem meiner Schnitte bei keinem der zwölf untersuchten Gehirne finden, dass dieser Kern irgendwie anatomisch mit dem Oculomotorius zusammenhänge, geschweige denn, dass er Fasern liefere, welche sicher — wie Darkschewitsch und Perlia anzunehmen scheinen — in den Oculomotorius eintreten. Ich stimme vollkommen mit v. Kölliker überein, indem ich diesen „oberen Oculomotoriuskern“ als mit dem Oculomotorius in gar keiner anatomischen Verbindung stehend, mithin als der Oculomotoriuskerngruppe nicht zugehörig erkläre. Hingegen konnte auch ich feststellen, dass dieser Kern in innige Verbindung tritt zur hinteren Commissur. Es erscheint zweifelsohne, dass in diesem Kerne keine Oculomotoriusfasern, sondern vielmehr „ . . . alle Elemente des tiefen Abschnittes der hinteren Commissur entspringen . . . “. v. Kölliker nennt ihn daher auch mit vollem Recht: „Tiefen Kern der Commissura distalis“. An vielen Schnitten zeigt sich ferner, dass ausser der hinteren Commissur auch Fasern aus dem hinteren Längsbündel mit diesem vermeintlichen „oberen Oculomotoriuskern“ in sehr ausgesprochene Verbindung treten. Es scheinen zahlreiche Bündel dieses merkwürdigen Faserzuges in demselben zu enden. Es wird sich weiter unten dies Verhältniss bestimmt feststellen lassen.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich nicht unerwähnt lassen,

dass es mir weder an den eben beschriebenen, noch an den anderen in derselben Weise zerlegten Geschöpfen gelungen ist in so auffälliger Weise, wie ich es bei *Perlia* abgebildet finde (l. c. Fig. 3), Fasern aus dem hinteren Längsbündel in den Oculomotoriuskern (Hauptkern) übertreten zu sehen. Es ist mir auch nicht recht erklärlich wie man dies an Querschnitten des Längsbündels, um die es sich bei Frontalschnitten nur handeln kann, so deutlich sehen soll.

Gerade um hauptsächlich das Verhalten des hinteren Längsbündels beziehentlich seine Beziehungen zum Oculomotorius genauer als an Frontalschnitten, welche mir dazu ungeeignet erschienen, einsehen zu können, habe ich auch Sagittalschnitte angelegt und zwar so, dass ich die Vierhügelpaare mitsammt der Brücke durch einen genau sagittal gerichteten Schnitt in zwei Hälften theilte und dann jede Hälfte, von der Schnittebene ausgehend, in Sagittal-Serienschnitte zerlegte.

Ich hatte anfangs gedacht solche Schnitte auch zur Controlle für die an den Horizontalschnitten gewonnenen Befunde verwerthen zu können. Es zeigte sich aber bald, dass gerade das hintere Längsbündel dabei hinderlich ist; es gestattet nämlich nicht immer einen freien Einblick in die der Länge nach durchschnittene Kerngruppe, da über ein Drittel und zwar das untere, von den schon bei unreifen Früchten recht derben Markfasern der Längsbündel bedeckt ist. So viel lässt sich aber bestimmt erkennen, dass, solange die Schnitte durch die grösste Ausdehnung der Seitenhauptkerne ziehen, an diesen auch in sagittaler Richtung, gleichwie in frontaler keine bestimmten von einander zu trennenden Kerngruppen wahrnehmbar sind. So bestätigen diese Schnitte unsere Annahme, dass die Seitenhauptkerne des Oculomotorius aus einer anatomisch compacten Zellmasse bestehen und dass die von Anderen hervorgehobenen, gleichwerthigen Nebkerne nur die Folge willkürlicher Abtrennung bestimmter Kernhaufen sein können.

An jenen Schnitten, welche der Medianlinie am nächsten sind, ist die Menge der Fasern aus dem Längsbündel eine viel geringere, desgleichen der Ganglienzellenhaufen ein sehr niedriger und zellarmer; an manchen der mediansten Schnitten fehlt der Zellhaufendurchschnitt natürlich ganz mit Ausnahme des proximalsten Theiles des Oculomotoriusgebietes, wo gerade der grosszellige Mediankern (Centralkern Perlia's) getroffen ist.

Während ich an Frontalschnitten den von Perlia (l. c. Fig. 3) abgebildeten Uebergang von Längsbündelfasern zum Oculomotoriuskern niemals sehen konnte, so fand ich hingegen an manchen Sagittalschnitten die anatomische Verbindung zwischen Längsbündelfasern und Oculomotoriuszellen der Seitenhauptkerne, wie sie auch schon von Anderen nachgewiesen wurde, recht gut ausgebildet.

An günstigen Schnitten (Taf. IV Fig. 5) sieht man sehr wohl eine Anzahl Fasern des hinteren Längsbündels zwischen den Oculomotoriuskernen enden und zwar jedenfalls in den Seitenkernen, so dass man wohl berechtigt ist, anzunehmen, dass dieselben mit diesen Kernen in anatomische Beziehung treten. Eine ziemlich beschränkte Anzahl von Fasern thut dies, gewiss nicht alle. — Ich habe zur Untersuchung dieser Verhältnisse eine nahezu ausgetragene Frucht gewählt, weil die Annahme berechtigt war, dass beim Fötus die Markumhüllung der Längsfaserbündel in proximaler Richtung nicht ihr Ende erreicht haben dürfte. In der That ist dem so, während Perlia in seiner Abbildung (Fig. 6 [Fötus]) alle Markfasern in der Oculomotoriuskerngruppe enden lässt, bieten sich uns in den vorliegenden Schnitten einer nahezu ausgetragenen Frucht andere Bilder dar, die nur zum Theile jener Figur entsprechen.

Wir sehen zunächst (Taf. IV, Fig. 5) unter dem Vierhügeldach und dem Aquaeductus Sylvii die Oculomotoriuskernmasse liegen, sich dicht an den kleinen Trochleariskern anschliessend. Die Kernmasse hat die Form eines liegenden Eies

ihr unteres Drittel liegt zum Theil auf einem schwach concaven Zuge schwarzer, ziemlich stark mit Mark umhüllter Nervenbündel, zum Theil überdecken kleinere Bündelchen angrenzende Partien der Kernmasse. Beobachtet man diese Stelle genauer, am besten mit stärkerer Vergrößerung, so sieht man ganz deutlich, wie einzelne Bündelchen in kurzem Bogen gegen die höher gelegenen Theile der Kernmasse abbiegen und hier sich in Einzelfäserchen, die als Markfasern nicht mehr weiter verfolgbar sind, auflösen. Dies sind jene Fasern des hinteren Längsbündels, von welchen man sagen kann, dass sie im Oculomotoriuscentrum enden. Unter dieser Stelle sieht man einige kräftige, grössere und kleinere Faserbündel aus der Oculomotoriuskernmasse austreten und in dorsoventraler Richtung hinunter ziehen: Oculomotoriusfasern, welche ihrer Austrittsstelle zueilen.

Während nun ein Theil der Fasern aus dem hinteren Längsbündel im Oculomotoriuskern endet, so sieht man fast ebenso viele, in geschlossenem Bündel und in schwach nach unten concavem Bogen nach vorne und unten ziehen. Die Concavität des Bogens liegt parallel zur Begrenzungslinie des darunter liegenden fast kreisrunden rothen Kerns. Auf dem Wege nach vorne und unten wird das geschlossene Längsbündel zusehends schmaler und auffallend blässer.

Bei stärkerer Vergrößerung kann man ganz genau sehen, wie die Einzelfasern dieses Bündels, je weiter sie sich vom Oculomotoriuskern entfernen, desto dünner und zarter werden; die Markhülle nimmt zusehends an Mächtigkeit ab, bis sich etwa kurz vor der Höhe der unteren Begrenzungslinie des rothen Kerns alle Fasern als nackte Achseneylinder im Grundgewebe verlieren, oder besser gesagt, in Folge des Verlustes ihrer Markumhüllung sich den Blicken des Untersuchers entziehen. Es lässt sich somit keineswegs sagen, ob die Fasern hier aufhören. Hingegen ist es sehr wahrscheinlich, dass die Markbekleidung der Fasern in diesem Entwicklungsstadium (nahezu ausgetragene Frucht) nur

bis hierher gediehen ist. Jedenfalls beweist dieser Befund, dass nur ein Theil und zwar ein kleiner Theil der hinteren Längsbündel im Oculomotorius endet, während die übrigen Bündeln, nach vorne unten, weiter ziehen. Wo sie enden, müssen weitere Untersuchungen feststellen. Ich werde darauf später noch zurückkommen.

Durchmustert man all' diese Schnitte genauer, so muss Einem auffallen, dass obwohl nur eine beschränkte Zahl von Fasern des Längsbündels sicher im Oculomotoriushauptkern endet, dennoch das Bündel, welches über diesen Kern hinaus markhaltig verfolgbar ist, viel schwächtiger ist, als es durch die bisher erlittene Einbusse an Fasern sein sollte. Schon daraus lässt sich mit ziemlicher Sicherheit die Vermuthung aussprechen, dass das Längsbündel nach Abgabe einer Anzahl von Fasern an den Oculomotoriushauptkern noch eine weitere Einbusse an Fasern erleiden muss.

Wenn man in der Serie dieser Sagittalschnitte jene Präparate genauer untersucht, in welchen der Kernhügel über dem Längsbündel schon ansehnlich zusammengeschmolzen ist, oder gar bis auf einzelne zerstreute Ganglienzellen ganz geschwunden ist, dann tritt in den Bereich des Gesichtsfeldes und zwar etwas nach vorne und oben von der Stelle, wo die Durchschnitte der Oculomotoriuszellmasse gelegen waren, eine neue in den einzelnen Schnitten verschieden grosse Zellanhäufung auf, welche uns ganz besonders interessirt, weil sie zum grösseren Theil im Zuge des Längsbündels eingebettet liegt; sie ist auch aus diesem Grunde in den meisten Schnitten bei schwacher Vergrösserung nur schwer erkennbar. Untersucht man diese Stelle mit stärkeren Objectiven, dann sieht man gar bald, dass es sich hier um ähnliche Verhältnisse handelt, wie wir sie eben an den Oculomotoriuskernen kennen gelernt haben.

Eine bestimmte, mir will fast scheinen grössere Anzahl von Fasern des hinteren Längsbündels, als im Oculomotoriuscentrum hört hier auf markhaltig zu sein. Die Bündelchen lösen sich

in Einzelfasern auf, welche sich zwischen den Zellen als marklose Fäserchen verlieren. Es handelt sich demnach zweifelsohne um die Endigung einer Anzahl von Fasern aus dem hinteren Längsbündel in dieser Ganglienzellengruppe, welche nach ihrer Lage bestimmt als sogenannter „oberer Oculomotoriuskern von Darkschewitsch“ oder „lateraler, vorderer Oculomotoriuskern von Perlia“ erkannt werden muss.

Wir sind diesem Kernhaufen schon früher bei Besprechung der letzten Frontalschnitte der unreifen Frucht begegnet. Er fand sich nach oben und aussen vom oberen Ende des vordersten Antheiles des Hauptkernes. Es wurde dabei hervorgehoben, dass er mit dem Oculomotorius in gar keinem anatomischen Zusammenhang steht, hingegen mit dem tiefen Abschnitte der hinteren Commissur in innige anatomische Verbindung tritt, und dass zahlreiche Bündel des hinteren Längsbündels in demselben zu enden scheinen.

Wenn wir nun Sagittalschnitte anlegen, so stoßen wir auch nur dann auf diese Zellmasse, von der wir sagen konnten, dass eine Menge Längsbündel in ihr enden, wenn wir in der Serie schon ziemlich weit ab von der Medianlinie angelangt sind, so zwar, dass von den eigentlichen Oculomotoriuskernen gar nichts mehr oder nur wenige laterale und vordere Zellen angetroffen werden. Wir haben demnach in unseren lateralen Sagittalschnitten nichts anderes vor uns als den schon früher, auf den vordersten Frontalschnitten aufgedeckten sog. oberen Oculomotoriuskern (Darkschewitsch). An allen Sagittalschnitten welche diesen Kern enthalten, sieht man auch sehr gut, vielleicht noch viel besser als an den Frontalschnitten, dass derselbe, wie schon ausdrücklich erwähnt wurde, in keiner Weise in anatomischer Verbindung mit den Oculomotoriuskernen steht. Die gegentheilige Ansicht Darkschewitsch's und Perlia's beruht gewiss auf einem Irrthum.

Nehmen wir nun noch andere Präparate aus dieser Sagittal-

schnittserie zur Hand, und zwar gleichfalls weiter weg von der Medianlinie gelegene, das heisst laterale, so finden wir auch die hauptsächlich von Köl liker (p. 303), Obersteiner hervor gehobene Thatsache, dass der Kern Darkschewitsch's, wie dieser selbst und Perlia auch hervorheben, in Verbindung mit der hinteren Commissur tritt, auf das Allerklarste ausgeprägt, so dass ich v. Köl liker nur beistimme, wenn er, wie schon einmal erwähnt, alle Elemente des tiefen Abschnittes der hinteren Commissur darin entspringen lässt.

An den betreffenden Sagittalschnitten (Taf. II, Fig. 6) sieht man gleich wie an den früheren das Längsbündel in horizontaler Richtung verlaufen, aber nicht mehr an der Oculomotoriusgruppe vorbei, denn diese ist in den lateralen Sagittalschnitten nicht mehr vorhanden. Dafür zieht das Längsbündel in den „tiefen Kern der Commissura distalis“ (Köl liker) ein und tritt aus demselben, nachdem er eine Anzahl Fasern daselbst hat enden lassen, sichtlich verjüngt heraus und zieht in schwach convexem Bogen, wie an allen früheren Schnitten, nach vorne und unten. Auf diesem Zuge verlieren die Fasern allmählich ihr Mark und entziehen sich so, wie wir schon früher gesehen, unseren Blicken.

Etwas schräg nach vorne über diesem Kerne, unter dem Vierhügeldache, bemerkt man einen Zug quer und schräg geschnittener markhaltiger Nervenfasern; derselbe findet sich in verschiedener Form und Ausdehnung in allen Sagittalschnitten vor. Dieser verschieden gestaltete Zug besteht aus Quer- und Schrägschnitten der ventralen Fasern der hinteren Commissur. Bei dem in Rede stehenden Schnitt sind gerade eine Anzahl absteigender Fasern auch der Länge nach getroffen. Eben diese Fasern sieht man in geradem Verlaufe von den Quer- und Längsschnitten der Commissur zu Köl liker's tiefen Kern ziehen und daselbst in Einzelfasern sich auflösen. Es treffen hier Commissurenfasern mit solchen des hinteren Längsbündels zusammen und enden daselbst; desgleichen sieht man die hier nicht endenden

Fasern der letzteren in der beschriebenen Weise weiterziehen. Neben diesen gerade vom Kern zur Commissur verlaufenden Fasern sieht man vom Kerne ganz kurze Fasertheile parallel zu den langen, eben beschriebenen, nach oben austreten. Sie enden sehr bald mehr oder weniger hoch abgeschnitten. Auch dies sind Fasern der hinteren Commissur, welche aber nicht in ihrem ganzen Verlaufe in der Ebene des Schnittes liegen, mithin nur zum Theil getroffen sind. Selbstverständlich sieht man nur in wenigen Schnitten ununterbrochen Fasern von der hinteren Commissur zum tiefen Kern Kölliker's verlaufen. Ein Umstand, der im bogenförmigen Verlauf aller Commissurenfasern seine ungezwungene Erklärung findet. Aber gerade weil an Sagittalschnitten nur immer wenige Commissurenfasern in ihrem ganzen Verlaufe getroffen werden, eignen sich gerade diese Schnitte gut zur Darstellung dieses anatomischen Verhältnisses.

In diesem und allen ähnlichen Sagittalschnitten sieht man begreiflicher Weise auch mehr oder weniger ununterbrochen Theile der austretenden Oculomotoriuswurzeln, dieselben sind auch dann noch sichtbar, wenn von den Kernen selbst die letzten Spuren am Verschwinden sind; es erklärt sich dies aus ihrem noch näher zu kennzeichnenden vielfach bogenförmigen extranucleären Verlauf. Sie streichen meist entlang der hinteren und unteren Begrenzung des rothen Kerns herab. Im vorderen, oberen Antheil des rothen Kerns selbst gewahrt man in vielen dieser Schnitte kurze Stücke eines einfachen oder gedoppelten Faserzuges, welcher vermuthlich dem retroflexen Bündel Meynert's angehören dürfte.

Nach alledem können wir die eben besprochenen Befunde dahin zusammenfassen, dass das hintere Längsbündel, nachdem es Fasern an den Trochlearis abgegeben, in den Oculomotoriuskern eintritt und wie an Sagittalschnitten zu sehen ist, eine beschränkte Zahl von Fasern hier enden lässt; darauf in den

fälschlich sogenannten oberen Oculomotoriuskern eintritt, wieder eine Anzahl Fasern abgibt und dann sichtlich verschmälert, in bogenförmigem Zuge, nach vorne unten dem rothen Kern entlang herabsteigt. Wegen der immer mehr abnehmenden Markhülle kann dies Bündel am vorliegenden Material nicht sicher weiter verfolgt werden. Wir sind jedenfalls auch hier noch nicht an seinem wirklichen Ende angelangt.

Diese Sagittalschnitte lehren auch, dass der oft genannte obere Oculomotoriuskern von Darkschewitsch mit der Oculomotoriuskerngruppe gar nichts zu thun hat, mithin nicht dazu gehört; hingegen führt er eine ganze Anzahl von Fasern aus dem hinteren Längsbündel und in hervorragender Weise alle Elemente des tiefen Abschnittes der distalen Commissur. Er sollte nurmehr nach v. Kölliker „tiefer Kern der distalen Commissur“ genannt werden. —

Es wurde schon zu Beginn der Beschreibung der Serienschnitte hervorgehoben, dass in der angegebenen Weise angelegte Frontalschnitte, nach Weigert gefärbt, geeignet sind, auch den weiteren Verlauf der Wurzelfasern des Oculomotorius klarzulegen, das heisst jener Wurzelfasern, welche nach Austritt aus der Kernmasse in verschiedener Weise der Ursprungsstelle des gemeinsamen Oculomotoriusstammes zustreben. Ganz besonders klar wird der Verlauf, wenn man auch noch die Serie der Sagittalschnitte zu Hülfe nimmt. Wir haben gesehen, dass die Fasern, welche im distalen Theile des Oculomotoriushauptkernes entspringen, ausschliesslich an der dorsolateralen Seite zu Bündel vereint austreten. An der ventralen Seite des Längsbündels sieht man in den ersten zwanzig Schnitten gar keine Fasern austreten; erst später, gegen Ende der nächsten fünfzehn bis zwanzig Schnitte, fangen auch die etwas medialer gelegenen Räume zwischen den Längsbündeldurchschnitten an lebendig zu werden. Alle diese dorsolateral austretenden Fasern sind gekreuzt.

Untersucht man nun an den Serienschnitten den weiteren Verlauf dieser Fasern, so gelingt es sehr wohl, dieselben an allen Schnitten eine Strecke weit in der Richtung ihres Austrittes zu verfolgen. Die meisten halten auf dieser kurzen Strecke meist einen fast geradlinigen Lauf ein (Taf. I, Fig. 2). Plötzlich enden sie aber an allen Präparaten wie abgeschnitten; doch nicht alle auf derselben Höhe. Die dorsalsten zuletzt, die ventralsten zuerst. Gerade an den dorsalen, welche demnach ein Stück weit ziemlich geradlinig nach aussen unten verlaufen, sieht man an einzelnen Schnitten, dass sie kurz vor der Stelle, wo sie wie abgeschnitten aufhören, in einem nahezu rechten oder stumpfen Winkel fast direkt nach unten abbiegen. Man sieht aber immer nur gerade den Winkel; der absteigende Arm des winklig gebogenen Bündels endet auch schon, sozusagen im selben Moment, abgeschnitten. Auf demselben Präparat und den darauffolgenden proximaleren Schnitten ist von diesen Bündeln, sowohl den gerade aufhörenden, als auch von den erst winklig abgebogenen und dann erst abgeschnittenen, keine Fortsetzung zu sehen. Es fehlt somit auf allen diesen Schnitten jede Andeutung von im Medianspalt, vor der Brücke zu Tage tretenden geformten Oculomotoriusbündeln. Erst in den späteren, in welchen neben den gekreuzten Fasern schon eine grosse Menge von ungekreuzten auftreten, ändert sich das Bild des weiteren „extranucleären“ Faserverlaufes.

Alle diese Schnitte sind sofort daran erkennbar, dass im dorsalsten Theile des Hauptkerns nur entspringende Einzel-fäserchen, aber nirgends an der Seite austretende Faserbündel sichtbar sind. Alle Faserbündelchen treten an den ventraler gelegenen Theilen des Kernes aus. Von diesen Bündeln sind die dorsaler gelegenen immer noch gekreuzt; sie ziehen auch noch in ziemlich geradem, manchmal leicht bogenförmigen, sogar etwas geschlängelterm Verlaufe nach abwärts, gelangen aber auch noch nicht bis an die Austrittsstelle des Oculomotorius, sondern

enden wiederum abgeschnitten, doch nicht so hoch oben wie die vorher beschriebenen.

Doch wo diese Faserbündel abgeschnitten enden, treten jetzt zum ersten Male einzelne, bei schwacher Vergrößerung inselförmig aussehende Faserbündelchen auf. Sie sind sofort kenntlich, weil wir bis jetzt auf allen Schnitten immer nur mehr oder weniger vollständigen, streifenförmigen Faserbündeln — Längsschnitten — begegnet sind; hier treten zum ersten Male Schräg- und Querschnitte von Faserbündeln auf; denn als solche erkennt man bei stärkerer Vergrößerung die am Ende der Längsschnitte befindlichen inselförmigen Faserbündelchen.

An diesem Fasercomplex, nach unten von ihm, sieht man diejenigen Bündel vorbeiziehen, welche in den medial gelegenen Zwischenräumen der Längsbündelquerschnitte den Hauptkern verlassen. Dies sind die ersten starken, ungekreuzten Bündel dieser Gegend, welche wie alle sicher ungekreuzten Oculomotoriusfasern medial entspringen und am nächsten dem Medialspalte verlaufend, den Hauptstamm des Oculomotorius erreichen.

Es ist wohl ohne weiteres klar, dass jene Schräg- und Querschnitte, welche in diesen Schnitten angetroffen wurden und nicht weiter nach unten verfolgbar sind, von Bündeln herrühren müssen, welche in einer Richtung verlaufen, die zu derjenigen aller bisher angetroffenen Faserbündel nahezu senkrecht oder zum mindestens in einem nicht allzu spitzen Winkel liegt. Das können nur Fasertheile von Bündeln sein, welche in einer Richtung von hinten und etwas oben, nach vorne und etwas unten verlaufen. Da es sich, wie man bei stärkerer Vergrößerung sieht, nirgends um ganz reine Querschnitte handelt, so ist eine genau von hinten nach vorn verlaufende Richtung nicht anzunehmen, sondern nur eine etwas schräge.

Wenn wir uns nun daran erinnern, dass die Faserbündel, welche in den distalsten Schnitten aus dem dorsalen Antheil des

Kernes austreten, nur eine kurze Strecke mehr oder weniger gerade verlaufen, dann abgeschnitten enden, oder nach unten, oder unten aussen abbiegen, und dass dann etwa nach den nächsten fünfzehn Schnitten mehr nach unten aussen Schräg- und Querschnitte von gleichdicken Bündeln auftreten: dann müssen wir wohl annehmen, dass die dorsal austretenden, gekreuzten Faserbündel auf der Höhe die etwa der Mitte des Hauptkerns entspricht, aus der Schnittebene verschwinden, weil sie eine kurze Strecke nach hinten, dann wohl zur Schnittebene parallel und endlich wieder nach vorn verlaufen. Dies ist die Stelle, wo zum ersten Male Schräg- und Querschnitte der Faserbündel auftreten und zwar finden sich dieselben, wie an den meisten Schnitten deutlich erkennbar ist, an der unteren äusseren Begrenzung des rothen Kerns. Bei allmählichem Vordringen in den proximalen Theil des Oculomotoriuskerns wird die Topographie des Faserverlaufes ganz klar.

Mit jedem Schnitte gehen die quergetroffenen Bündel (Taf. III, Fig. 4) mehr und mehr in erst schräg dann der Länge nach durchschnittene Bündel über, dieselben verlängern sich auch immer mehr und streben der Austrittsstelle des Oculomotorius zu, indem sie einen nach der Medianlinie zugekehrten schwach convexen Bogen beschreiben und sich, noch bevor sie die Gehirnmasse verlassen, an die medianverlaufenden Bündeln, als lateralstverlaufende Oculomotoriusfasern anlehnen, und mit ihnen zum gemeinschaftlichen Stamm vereint austreten. Alle übrigen Fasern, welche auf diesem Schnitte und auf allen anderen aus derselben proximalen Gegend sichtbar sind, treten nur aus den ganz medial gelegenen Zwischenräumen der Längsbündelquerschnitte aus und ziehen längs der medialen Begrenzung des rothen Kerns in dreimal convexem Bogen, mithin in einer Verlaufsrichtung, welche einem stark ausgezogenen **S** nicht unähnlich, zur Austrittsstelle des Oculomotoriusstammes. Diese

medial verlaufenden Bündel liegen demnach so ziemlich in einer Ebene und enthalten ausschliesslich ungekreuzte Fasern.

Wie wohl es aus der successiven Durchsicht der frontalen Serienschnitte keinem Zweifel unterliegen kann, dass die gekreuzten Fasern den eben beschriebenen gewundenen Verlauf einhalten, wobei sie erst in der frontalen Ebene nach aussen unten, dann in der sagittalen nach hinten unten und vorne verlaufen, um allmählich wieder in der Frontalebene bis zur Austrittsstelle an der Brücke, vereint mit den medialen ungekreuzten Fasern, vorzudringen: so gewinnt man doch erst die volle Ueberzeugung davon, wenn man in derselben Weise die Schnitte der sagittalen Serie durchmustert.

Da sieht man denn ganz deutlich in den vom Medianspalt entfernteren Schnitten Faserbündel verlaufen, welche man nicht ganz bis zu ihrem Ursprunge in der Kernmasse und auch nicht bis zu ihrer Austrittsstelle an der Brücke verfolgen kann, weil sie vorher oben und unten abgeschnitten enden. Es sind dies kürzere und längere Längsfaserdurchschnitte, welche in einem nach hinten schwach convexen Bogen an der hinteren Begrenzung des rothen Kerns verlaufen. Wir haben mithin an diesen lateralen Sagittalschnitten gerade jenen nach hinten convexen Bogen im Verlaufe der gekreuzten Fasern aufgedeckt, welcher an den frontalen Schnitten stets fehlte; er musste fehlen, weil er in der Sagittalebene nach abwärts zieht. Dieser Verlauf der ungekreuzten Fasern hat etwas Aehnlichkeit mit einem stark ausgezogenen unvollständigen Schraubengang.

Es lässt sich wohl nicht leugnen, dass dieser „extranucleäre“ Verlauf der Oculomotoriusfasern von besonderer Wichtigkeit ist, einmal, weil er mir in allen untersuchten Fällen constant begegnete und dann, weil er vielleicht geeignet sein könnte, bei etwaigen pathologisch-anatomischen Untersuchungen mit Vortheil verwerthet zu werden. Jedenfalls möchte ich mit besonderem

Nachdrucke darauf hingewiesen haben, umsomehr es in dieser Weise bisher von Anderen, soweit mir bekannt, nicht geschehen ist.

Der Umstand, dass die beiden Faserarten des Oculomotoriuskerns, die gekreuzten und nicht gekreuzten, sich nicht allein durch die Art ihres Ursprungs, sondern auch durch den jeder Faserart eigenthümlichen Verlauf auf der ganzen Strecke, von der Stelle des jeweiligen Ursprungs bis zu ihrem Austritte an der Gehirnbrücke mit Leichtigkeit und Bestimmtheit auseinanderhalten lassen, ist gewiss von Bedeutung. Wenn auch durch diese anatomische Thatsache unsere Kenntniss über die Art der Innervation der einzelnen vom Oculomotorius versorgten Muskeln in keiner Weise direkt gefördert wird und darüber nach wie vor ein dichter, undurchdringlicher Schleier der Ungewissheit gezogen bleibt, — so scheint es mir andererseits doch sehr wahrscheinlich, dass man in Zukunft an der Hand der gefundenen anatomischen Thatsachen bei genauer Untersuchung pathologischer Fälle viel eher zu einem befriedigenden Resultate wird kommen können.

Es unterliegt wohl keinem Zweifel, dass die gekreuzten Fasern sowohl wie die ungekreuzten immer nur die Innervation bestimmter Muskeln besorgen. Der als constant erwiesene Befund ihres Ursprunges und ihres ganzen extranucleären Verlaufes berechtigt uns wohl zu dieser Annahme. So wird man denn schon an der Lage der atrophischen Bündel im extranucleären Theile des Nerven einen Fingerzeig dafür haben, welche Hälfte der Kerngruppe mit besonderer Sorgfalt nach Veränderungen durchforscht werden muss. Endlich wird man bedenken müssen, dass auch extranucleäre Veränderungen sehr leicht nur einzelne vom Oculomotorius versorgte Muskeln ausser Funktion setzen können. Es wäre wohl denkbar, dass aus irgend einem Grunde nur einer der beiden scharf getrennten verschieden werthigen Faserzüge erkrankte, ohne dass nach-

weisbare secundäre Veränderungen im Centrum vorhanden wären; die sorgfältige Untersuchung der extranucleären Faserzüge, besonders in der Nähe ihrer Austrittsstelle, würde dann leichter zu einem befriedigenden positiven Resultate führen können. —

Von den Fasern, welche den Nebenkernen, nämlich den paarigen, kleinzelligen Mediankernen (Edinger-Westphal) und dem unpaarigen, grosszelligen Mediankern (Centralkern Perlia's) entstammen, ist eigentlich in Bezug auf ihren extranucleären Verlauf nicht viel mehr zu sagen. Es wurde schon früher bei der Beschreibung dieser Fasern erwähnt, dass dieselben mit Bestimmtheit aus ihren Kernen heraus verfolgt werden können, und dass man an vielen Schnitten sehen kann, wie sie sich den zwischen den medialen Längsbündelquerschnitten durchtretenden Oculomotoriusfasern, mithin ausschliesslich den ungekreuzten, anschliessen. Es konnte niemals festgestellt werden, dass Fasern aus den genannten Nebenkernen für sich in isolirten Bündeln die Kerngruppe verlassen. Wohl aber besteht der constante Befund, dass sowohl die Fasern aus dem kleinzelligen wie auch jene aus dem unpaarigen grosszelligen Mediankern entschieden zarter sind als alle anderen Oculomotoriusfasern. Wenigstens gilt dies für alle von mir untersuchten unreifen und reifen Früchte.

Ob diese Fasern bei älteren Individuen, oder bei Erwachsenen dicker sind, dass es sich also in unseren Fällen nur um noch nicht fertiggebildete Markscheiden gehandelt habe, liess sich durch den Vergleich mit denselben Schnitten eines erwachsenen Gehirns nicht sicher feststellen, weil diese Fasern bei Erwachsenen nicht mit Bestimmtheit von ihren Kernen aus weiter verfolgt werden können — wenigstens ist es mir nicht gelungen. — Ich glaube aber wohl annehmen zu dürfen, dass besagte Fasern dauernd zarter bleiben und dass es sich bei meinen Befunden nicht um etwa unfertige Markscheiden gehandelt habe. Für diese Annahme spricht wohl der Umstand, dass ich diese

Fasern in unreifen und reifen Früchten stets gleich stark entwickelt angetroffen habe. Nur bei dem jüngsten Geschöpfe, welches nach der Weigert'schen Färbungsmethode untersucht wurde (26—28 Wochen), zeigte sich an den Fasern aus den Nebenkernen eine unverkennbare Unvollständigkeit in der Entwicklung der Markscheide; so zwar, dass es gar nicht möglich war, bei diesem Individuum die Markfasern aus den Kernen heraus weiter zu verfolgen. Die übrigen gekreuzten und ungekreuzten Fasern aus den paarigen Seitenhauptkernen wurden hingegen schon in ihrer vollen, etwas zarten Markbekleidung angetroffen. — Wenn auch ein einmaliger Befund im Allgemeinen nicht dazu berechtigen sollte, etwas als sicher constant anzuführen, so bin ich doch geneigt anzunehmen, dass die Fasern aus den Edinger-Westphal'schen kleinzelligen Mediankernen und aus dem unpaarigen grosszelligen Mediankern zu einer Zeit (26—28 Wochen), wo alle anderen Fasern aus den Hauptkernen schon in ihrer vollständigen Markumhüllung prangen, dieselbe noch nicht vollständig besitzen. Ich schliesse dies nicht daraus, dass diese Fäserchen in dem einen Fötus im ganzen viel zarter, dünner und schwerer kenntlich als in älteren Individuen angetroffen wurden, denn das könnte ja allenfalls die Folge einer etwas zu schwachen Färbung sein; sondern weil ich an diesen Präparaten alle Merkmale unvollständiger Markumhüllung wiedergefunden, wie ich sie seiner Zeit in meiner Arbeit über das Chiasma (6.) erschöpfend beschrieben habe. Es sind dies feine Einzelheiten, die man nur bei starker Vergrösserung (Zeiss F.) gut wahrnehmen kann. Man sieht aber dann ganz genau, wie die zarten Fäserchen nur stellenweise mit Mark umgeben sind. Man erkennt zarte Anschwellungen, welche schwärzlich gefärbt sind und sich nach beiden Richtungen der Faser rasch verjüngen, während die dazwischen liegenden Faserstücke, heller glänzend, gelblich gefärbt, scharf conturirt, als nackte Achsencylinder erkennbar sind.

Ueber den ersten Beginn der Markumhüllung der anderen aus den Hauptkernen stammenden Fasern lässt sich aus meinen Präparaten nicht viel mehr entnehmen. Es standen mir für die Weigert'sche Färbung jüngere als 26—28 Wochen alte Geschöpfe leider nicht zur Verfügung, sodass ich über die ersten Anfänge der Markbekleidung nichts aussagen kann. Bei diesem jüngsten Embryo war die Markhülle im Bereiche der Hauptkerne und nach ihrem Austritte aus denselben wohl eine sehr zarte aber immerhin vollständige. Im weiteren Verlaufe des extranucleären Zuges zeigte sich aber besonders bei diesen jungen Geschöpfen gegen die Peripherie zu eine Abnahme in der Dicke der Markhülle; ja ich fand sogar nahe dem Austritte des gemeinschaftlichen Oculomotoriusstammes noch ganz unvollständig mit Mark bekleidete Fäserchen. Dieser Befund, der bei älteren Geschöpfen und Neugeborenen nicht angetroffen wurde, weist darauf hin, dass auch für den Oculomotorius das Gesetz, welches ich seiner Zeit für den intra- und extracerebralen Theil des Sehnerven feststellen konnte, Giltigkeit hat: Die Markbekleidung der nackten Achsencylinder dieser beiden Nerven nimmt beim Fötus allmählich vom Centrum gegen die Peripherie zu.

Wenn wir endlich noch die eben besprochenen Verhältnisse bezüglich der Markumhüllung der Oculomotoriusfasern mit jenen Befunden vergleichen, welche seiner Zeit für den Sehnerven und seine verschiedenen Wurzeln festgestellt werden konnten (siehe [7] Seite: 38, 72, 82), so finden wir die auffallende Erscheinung, dass die Fasern aus den Hauptkernen des Oculomotorius früher und vollständiger mit Mark umhüllt sind, als alle Fasern der einzelnen Sehnervenzwurzeln.

Der Umstand, dass diese den Sehnerven betreffenden Verhältnisse an einer weit grösseren Menge von Geschöpfen untersucht werden konnte, scheint mir zur Beurtheilung dieses zeitlichen Unterschiedes belanglos zu sein. Es ist gewiss nicht an-

zunehmen, dass in den untersuchten Gehirnen, an welchen dies festgestellt werden konnte, ausnahmsweise eine frühzeitigere Markumhüllung der Oculomotoriusfasern vor sich gegangen sei. Wenn überhaupt derartige Unregelmässigkeiten vorkommen, so ist eine Verzögerung dieses Vorganges wahrscheinlicher als das Gegentheil.

Man kann demnach wohl mit Sicherheit den Satz aufstellen, dass die Markumhüllung der Oculomotoriusfasern in der Regel früher vor sich geht, als jene der Sehnervenwurzeln.

Kurze Zusammenfassung der eigenen anatomischen Befunde.

Wenn wir nun die ausführliche Beschreibung der Frontal- und Sagittalschnitte der Vierhügelgegend des 32—34 Wochen alten Geschöpfes, welche in bestimmter Weise angelegt wurden, im Anschluss an die übrigen untersuchten jüngeren und älteren Individuen, durchsehen, so lassen sich die gewonnenen anatomischen Befunde wie folgt kurz zusammenfassen. Es sollen dabei, zum besseren Verständniss zunächst die einzelnen Kernhaufen selbst und dann die ihnen entstammenden Faserzüge angeführt werden.

Das Oculomotoriuscentrum besteht zunächst aus einem paarigen, beim Erwachsenen höchstens sechs Millimeter langen Kern, welcher rechts und links von der Medianlinie, im Bereiche des vorderen Vierhügelpaares in der starken ventralen Ausbuchtung des hinteren Längsbündels liegt.

Dieser laterale Hauptkern ist eine fast direkte, aber doch wohl abgegrenzte Fortsetzung des distalwärts gelegenen Trochleariskerns. Er nimmt von da nach vorne bis etwa zur Mitte seiner sagittalen Achse in verticaler und horizontaler Ausdehnung zu, indem er stets, mehr oder weniger, eine dreieckige Form mit der Spitze nach unten beibehält.

Der Zwischenraum, welcher von beiden Seitenkernen begrenzt wird, hat auch die Form eines Dreiecks, weil die Kernmassen in ihrer ganzen Länge mit ihrem ventralen Ende näher

aneinander herantreten als mit dem dorsalen Kopfende. Der dreieckige Zwischenraum ist im Bereiche des distalen Anfanges der Kerne am grössten, nimmt bis zur Mitte der Kerne etwas ab, um dann wieder bis zu ihrem proximalen Ende zuzunehmen. Die Masse der lateralen Hauptkerne ist demnach in einem nach aussen schwach concaven Bogen, mit convergirendem Fuss- und divergirendem Kopfende längs der Medianlinie angordnet.

An Frontal- und Sagittalschnitten erweist sich diese laterale Hauptkernmasse als eine vollkommen compacte. Es ergiebt sich da keine anatomisch begründete Sonderung in wohl-begrenzte Nebenkerne. Die Untersuchung lückenloser Frontalserien beweist, dass es sich nirgends um eine durchgreifende Gliederung der Kernmasse handelt. Die auf einzelnen Schnitten erkennbare Abtrennung eines dorsalen Kernhaufens, ja manchmal sogar dreier derartiger Abtheilungen ist bestimmt nichts anderes, als eine auf ein oder zwei Schnitte beschränkte vermeintliche Abgrenzung, welche durch quer durch den Kernhaufen ziehende zarte Nervenbündelchen hervorgerufen ist. Handelte es sich wirklich um Nebenkerne, so müsste sich eine auf grössere Strecken verfolgbare derartige Abtrennung vorfinden. Dies ist bestimmt nicht der Fall. — Die paarigen lateralen Hauptkerne sind ungetheilte, compacte Einzelkerne.

Nur in Hinsicht auf die verschiedene Gattung von Fasern, welche aus diesen Kernen aus gut zu trennenden Bezirken stammen, würde sich eine empirische Theilung in einen distalen (gekreuzte Fasern) und einen etwas grösseren proximalen (ungekreuzte Fasern) Abschnitt empfehlen.

An Präparaten, welche nach Golgi gefärbt wurden, erwiesen sich die Zellen als multipolare, mittelgrosse, etwa 40 μ . messende Ganglienzellen, welche von dichten, äusserst

feinen, schwer entwirrbaren Nervenverästelungen, nach Art eines zierlichen Geflechtes umgeben sind. In diesem Geflechte sind jedenfalls Endigungen von Pyramidenfasern (v. Kölliker) und zuleitende, sensible Elemente enthalten.

Besonders im distalen, viel weniger im proximalen Theile des Hauptkerns finden sich zwischen den Querschnitten des Längsbündels, welche die Kerne auf ihrer ganzen Länge begrenzen, und auch jenseits der Querschnitte, ventralwärts davon, eine bemerkenswerthe Anzahl von einzelnen und zu Gruppen vereinigten Ganglienzellen, welche in jeder Beziehung mit den Zellen der Hauptgruppe identisch sind; sie gehören sicher den Hauptkernen an, sie stehen durch Faserzüge mit jenen in Verbindung. Sie wurden im Verlaufe dieser Abhandlung „Lateralzellen“ genannt. (Taf. I Fig. 1).

Gleichwie sich an der lateralen Seite der beiden Hauptkerne Zellgruppen, die „Lateralzellen“, als Ausläufer der Hauptkerngruppe vorfinden, so sieht man auch im Raume zwischen diesen besonders nach dem ersten distalen Viertel, sowohl einzelne, als auch zu kleineren Gruppen vereinte Zellen liegen, welche stellenweise gleichsam eine verbindende, freilich sehr schütterte Zellbrücke, zwischen den beiden Hauptkernen bilden. Diese Zellen sind als unregelmässig nicht ganz constante Ausläufer der Hauptkerne anzusehen und könnten als „Medianzellen“ derselben geführt werden.

Zu Anfang der vorderen Hälfte der beiden seitlichen Hauptkerne beginnt der Raum zwischen ihnen grösser zu werden. Es treten rechts und links von der Medianlinie von den Kopfenden der Hauptkerne begrenzt, je ein kleiner, lateralwärts concav begrenzter Kern, mit dickerem dorsalem und ganz spitzem ventralem Ende, auf. Dieser Kern von geringer Ausdehnung ist vollkommen geschieden von den Hauptkernen. Er enthält ganz kleine 8—10 Mikren messende, auffallend blass gefärbte, multi-

polare Ganglienzellen, welche bei Golgi'scher Färbung gleichfalls in dickem, äusserst feinem Nervenengeflecht eingebettet liegen. Dieser Kern ist identisch mit dem von Edinger und Westphal beschriebenen paarigen „kleinzelligen Mediankern“. Er ist als wohlbegrenzter zum Oculomotorius gehöriger Nebenkern aufzufassen (Taf. II Fig. 3).

Der von den genannten und anderen Autoren dorsolateralwärts von diesem beschriebene sogenannte „kleinzellige Lateralkern“ ist kein beständiger Befund. In den Fällen, in welchen er angetroffen wird, ist er als dorsolaterale Ausbuchtung des eben beschriebenen medianen Kernes zu betrachten. — Der sogenannte „Kleinzellige Lateralkern“ ist demnach bestimmt nicht als gesonderter, beständiger Nebenkern des Oculomotoriuscentrums anzuführen. —

Unter diesen kleinzelligen Mediankernen tritt nunmehr ein neuer unpaariger Kern auf, welcher eine ausgesprochene Spindelform besitzt und sich von dem Seitenhauptkern beiderseits sehr wohl abgrenzen lässt, indem er allenthalben von einem zarten Nervenengeflecht umgeben ist. Seine Zellen sind gleich gross und gleich gefärbt wie jene der Hauptkerne. Er endet proximalwärts vor den Seitenhauptkernen, nimmt daher höchstens den vierten bis fünften Theil des Kerngebietes des Oculomotorius ein.

Dieser unpaarige, grosszellige Mediankern ist gleichfalls ein wohlcharakterisirter beständiger Nebenkern des Oculomotorius und ist identisch mit dem „Centralkerne“ Perlia's. (Taf. III Fig. 4).

Bevor die vordersten Antheile der Hauptkerne aus den Frontalschnitten verschwinden, tritt dorsolateralwärts von diesen ein neuer, schräg von oben aussen nach innen unten, mithin mehr nach vorn und weiter von der Hauptgruppe entfernt, ziemlich in gleicher Linie mit dem Aqueductus sylvii liegender

Kern auf. Es ist dies der sogenannte „obere laterale Oculomotoriuskern von Darktschewitsch“. Sicherlich steht dieser Kern in gar keiner anatomischen Verbindung mit dem Oculomotorius — er ist somit nicht als ein Kern desselben aufzufassen.

In diesem Kerne enden einzelne Fasern des hinteren Längsbündels, es entspringen ferner aus seinen kleinen Ganglienzellen alle Fasern des tiefen Abschnittes der distalen Commissur; ich bezeichne ihn daher mit v. Köl liker als „tiefen Kern der Commissura distalis“. —

Somit besteht das Oculomotoriuscentrum aus je einem paarigen lateralen Hauptkern mit einem kleineren distalen und einem grösseren proximalen Abschnitte, mit den besonders in ersterem vorhandenen Lateralzellen und den spärlichen verbindenden Medianzellen; dann aus einem vorderen, paarigen kleinzelligen Mediankern und endlich aus einem vorderen, unpaarigen grosszelligen Mediankern. —

Den Faserverlauf betreffend lässt sich Folgendes kurz zusammenfassen:

Der distale Theil der Hauptkerne führt fast nur gekreuzte Fasern. Und zwar finden sich im ersten hintersten Achtel (10 Schnitte) ausschliesslich gekreuzte Fasern, gegen Ende des zweiten Achtels sieht man nahe dem Medianspalt die ersten spärlichen, ungekreuzten Fasern, im dritten Achtel sind sie schon zahlreicher und gegen die Hälfte der Kernmasse zu sind die ungekreuzten Fasern weitaus zahlreicher, in der vorderen Hälfte der lateralen Hauptkerne verlaufen bestimmt nur ungekreuzte Fasern. Darnach dürfte mindestens der vierte Theil aller aus diesen Kernen stammenden Fasern gekreuzt verlaufen.

Die Kreuzung geht so vor sich, dass aus allen Theilen des einen (z. B. linken) Kerns Fasern entstehen, welche sich mehr

weniger an der medialen Seite desselben Kerns zusammendrängen und zugleich gegen den Medianspalt hinabsteigen, hier commissurenartig auf die jenseitige rechte Kernmasse übertreten, um gleich wieder fächerförmig in dieselbe einzustrahlen, sie zu durchziehen und sie dann zwischen den Querschnitten des Längsbündels, zu Büscheln vereint, zu verlassen. Derselbe Faserzug lässt sich in umgekehrter Weise von rechts nach links verfolgen.

Die am meisten dorsalwärts entspringenden Fasern treten am weitesten ventralwärts aus der gegenüberliegenden Kernmasse; die ventraler entspringenden am weitesten dorsalwärts. — Es lassen sich daher gekreuzte Fasern mit längerer und kürzerer Wurzel unterscheiden.

Niemals verlassen gekreuzte Fasern die Hauptkerne in der Nähe der Medianlinie. Die gekreuzten Fasern treten vielmehr nur durch die mehr dorsalwärts gelegenen Zwischenräume der Längsbündelquerschnitte hindurch. Sie verlaufen eine Strecke weit ziemlich gerade nach aussen unten, wenden sich dann in schwach nach hinten convexen Bogen nach hinten und unten, um dann wieder nach vorne an die äussere und untere Begrenzung des rothen Kernes in die frühere Ebene vorzudringen und sich dann in einem nach der Medianlinie schwach convexen Bogen an die Austrittsstelle des gemeinschaftlichen Stammes zu begeben (Taf. I u. III, Fig. 1, 2, 4).

Die ungekreuzten Fasern aus den Hauptkernen stammen unvermischt nur aus der proximalen Hälfte derselben. Sie durchziehen die Hauptkerne hauptsächlich der Länge nach, doch auch kreuz und quer und sammeln sich kurz vor ihrem Austritte zu kräftigen Bündeln. Sie verlassen die Kernmasse ausschliesslich zwischen den Längsbündelfasern, welche ganz nahe der Medianlinie liegen, also zwischen den ventralsten. Sie ziehen in äusserst schwach nach innen

convexem Bogen nach unten, ein Stück weit der inneren und unteren Begrenzung des rothen Kerns entlang, dann den von aussen herkommenden gekreuzten Fasern parallel, in einem zweiten schwach convexen Bogen bis zur Austrittsstelle hin.

In den distalsten Schnitten giebt es keine dorso-ventral verlaufende Fasern, welche eine Art Raphe bilden würden. Solche Fasern treten erst später weiter vorne in beschränkter Anzahl auf. Sie bilden gewiss nicht einen besonderen, nicht zum Oculomotorius gehörigen Faserzug, sondern stammen als echte Oculomotoriusfasern zumeist aus den sogenannten Medianzellen. Sie verlaufen immer nur ungekreuzt.

Sowie der Ursprung der beiden Faserarten aus den lateralen Hauptkernen ein getrennter ist, so verlaufen auch die gekreuzten und ungekreuzten Fasern auf ihrem ganzen, langen extranucleären Wege getrennt.

Diese constante anatomische Thatsache könnte bei mikroskopischer Untersuchung pathologischer Fälle, vielleicht mit Vortheil verwerthet werden.

Es liess sich bestimmt feststellen, dass dem paarigen kleinzelligen Mediankern Fasern entstammen, welche viel zarter und dünner sind als alle bisher besprochenen. Sie ziehen in dorsoventraler Richtung längs der medianen Begrenzung der Hauptkerne herab und schliessen sich da den medialsten ungekreuzten Faserbündeln aus den Hauptkernen an. Man sieht oft ganz deutlich, wie sie kurz vor dem nächsten Längsbündelquerschnitt von der dorsoventralen Richtung abbiegen und dem etwas weiter weg liegenden, aber immerhin nächsten Faserbündel zueilen (Taf. II, Fig. 3).

Auch der unpaarige grosszellige Mediankern liefert eine ziemliche Anzahl von Fasern, welche bestimmt dem Oculomotorius angehören. Auch diese Fasern sind zarter

und dünner als jene der Hauptkerne. Die Fasern dieses Kernes sammeln sich aus einem äusserst zierlichen, besonders feinen Fasernetz, welches hauptsächlich an der Oberfläche des Kernes ausgeprägt ist. Der Kern erscheint wie von einer fein gestrickten Hülle umgeben (Taf. II, Fig. 3). Das umgebende Fasergeflecht wird durch den Kern durchziehende, markhaltige und marklose Fäserchen zusammengehalten. Die geformten Fasern verlassen den Kern meist am unteren Ende desselben. Es ist ganz unzweideutig zu erkennen, wie diese Fasern den zunächst liegenden fertig gebildeten Bündeln aus den Hauptkernen zueilen und mit ihnen weiter nach unten verlaufen.

Dieser grosszellige Mediankern giebt als unpaariger Ganglienzellenhaufen begreiflicher Weise Fasern für den rechten und linken Oculomotorius ab. Bei Zerstörung desselben wird man in beiden Nerven atrophische Fasern antreffen.

Die Fasern dieses grosszelligen, sowie des paarigen kleinzelligen Mediankerns sind äusserst zart und dünn, sie heben sich mithin auffallend von allen anderen Oculomotoriusfasern ab. Sie sind aber auch dadurch wohl charakterisirt, dass sie die Markhülle später als die übrigen Fasern erhalten. Die 26—28 Wochen alte Frucht zeigt alle Fasern des Hauptkerns in vollsändiger, wenn auch zarter Markbekleidung, während die Fasern der Nebenkerne eine unverkennbare Unvollständigkeit in der Entwicklung der Markscheide aufweisen.

Was die Markbekleidung der Oculomotoriusfasern überhaupt anlangt, so liess sich geradeso wie s. Z. beim Sehnerven und seinen Wurzeln feststellen, dass dieselbe allmählich vom Centrum gegen die Peripherie zunimmt.

Ein die Zeit betreffender Vergleich der Markentwicklung der Wurzeln des Sehnerven mit jenen

des Oculomotorius lehrt, dass im Allgemeinen diese viel früher eine vollständige embryonale Markhülle aufweisen als jene.

Das hintere Längsbündel, welches bekanntlich das ganze Oculomotoriuscentrum latero-ventralwärts umgiebt, lässt einige Faserbündel daselbst enden, wie es sehr deutlich an Sagittalschnitten zu sehen ist (Taf. IV, Fig. 5). Desgleichen giebt dieses dem tiefen Kern der Commissura distalis (fälschlich oberer lateraler Oculomotoriuskern genannt) eine beschränkte Anzahl von Fasern ab.

Im tiefen Kern der Commissura distalis wurzeln unzweifelhaft alle Faserelemente des tiefen Abschnittes derselben (Taf. II, Fig. 6).

Wie an Sagittalschnitten vom Neugeborenen unzweideutig erkennbar, zieht das hintere Längsbündel, nachdem es aus dem tiefen Kern der Commissur ausgetreten ist, etwas verjüngt weiter, im schwachen dorsalwärts convexen Bogen nach vorne und unten. Dabei wird die Markhülle der Fasern stets zarter, bis nurmehr Achsencylinder eben noch erkennbar sind. Es ist dies ein Beweis dafür, dass das hintere Längsbündel auch an dieser Stelle sein wahres Ende noch nicht erreicht hat (Taf. IV u. II, Fig. 5 u. 6).

Besprechung der anatomischen Befunde anderer Forscher.

Es wurde schon während der Besprechung der Serienschnitte des öfteren auf die Befunde, wie sie von verschiedenen Forschern verzeichnet sind, hingewiesen. Der Vollständigkeit halber möchte ich es aber dennoch nicht unterlassen, in der einschlägigen Litteratur Umschau zu halten und in möglichster Kürze wenigstens jene Arbeiten hervorheben, welche die Kenntniss des Wurzelgebietes des dritten Hirnnerven in rein anatomischer Hinsicht gefördert haben. Selbstverständlich kann dabei die grosse Menge von klinischen Beobachtungen und negativen pathologisch - anatomischen Befunden keine Berücksichtigung finden.

Wiewohl v. Gudden als erster im Jahre 1881 auf der Naturforscherversammlung von Salzburg den gekreuzten Ursprung des Oculomotorius durch einen experimentellen Versuch am Kaninchen erwiesen hat, so findet man doch schon viel früher in anatomischen Werken älterer Forscher die Ansicht ausgesprochen, dass der dritte Gehirnnerv mit zum Theil gekreuzten Fasern entspringen müsse. So finden wir diese wohl nur vermuthete, nicht an anatomischen Präparaten sicher bewiesene Ansicht schon in den vierziger Jahren von Valentin (12), Vulpian (13) ausgesprochen. Merkel (14) hat etwa dreissig Jahre später sich auch nur unbestimmt dahin ausgesprochen, seine Präparate machten es ihm wahrscheinlich, dass die den Kern umziehenden Bündelchen und noch andere aus der Mitte des Kerns in die Raphe eintretenden Fasern, welche in grosser

Menge zu beobachten sind, auf die entgegengesetzte Seite übertreten. Auch Henle (15) spricht sich in ähnlicher Weise aus.

Im Jahre 1879 und 1880 traten Duval (16) und später Laborde (17) und Graux mit der gewiss eigenthümlichen Ansicht hervor, dass ein Theil der Fasern des Oculomotorius und zwar die innersten sich kreuzten, aber nicht, indem sie dem Oculomotoriuskern der entgegengesetzten Seite entsprängen, sondern indem sie ihren Ursprung dem Abduceuskern der anderen Seite verdankten.

So stand die Angelegenheit, als v. Gudden (1) auf experimentellem Wege mit Hilfe seiner Degenerationsmethode beim Kaninchen unumstösslich (1881) die theilweise Kreuzung des Oculomotorius erwies und dabei den Ursprung der gekreuzten Fasern in den dorsalen Kern verlegte. Durch weitere Versuche aus den Jahren 1882 und 1883, wobei er am neugeborenen Kaninchen bestimmte Augenmuskelnerven exstirpirte und dann nach einigen Wochen die secundären atrophischen Veränderungen studirte, überzeugte er sich wiederholt von der Thatsache der theilweisen Kreuzung und konnte feststellen, dass der eine Oculomotorius seine Fasern aus dem ventralen Kerne derselben Seite und dem dorsalen der entgegengesetzten Seite bezieht. Die grössere Hälfte der Oculomotoriuswurzeln verliere sich darnach im ventralen Kerne. Die kleinere Hälfte liege mehr nach hinten und gehe ein Theil derselben in dorsaler Richtung durch den ventralen Kern, biege sich dann an seiner dorsalen Grenze in mehr oder weniger rechtem Winkel um, setze quer durch die Raphe und verliere sich lateral im dorsalen Kerne der anderen Seite. Der andere Theil der kleineren Hälfte gehe ohne den ventralen Kern zu durchsetzen, längs der Raphe dorsalwärts, kreuze sich unter spitzem Winkel und verliere sich dann ebenfalls lateral in dem dorsalen Kern der anderen Seite.

Wenn auch die Befunde, wie sie v. Gudden für das Kaninchen feststellte, nicht ohne weiteres in ihren Einzelheiten

auf den Menschen übertragen werden können, so kann man doch sagen, dass, sobald die Kreuzung beim höheren Säugethier überhaupt erwiesen war, dieselbe gewiss auch beim Menschen vorhanden sein musste.

Trotz dieses experimentellen Beweises der theilweisen Kreuzung des Oculomotorius, wobei er auch die vollständige Kreuzung des Trochlearis bestätigte, vertritt Mauthner (18) noch wenige Jahre darauf, 1885, in seinem bekannten Buche über die Nucleärlähmungen die Ansicht, „. . . dass auf Grund der klinischen Beobachtung die Nerven für die Augenmuskulatur jedes Auges sämmtlich ihre Kerne auf der gleichnamigen Seite haben und dass daher einseitige totale Ophthalmoplegie einfach durch die reihenweise Erkrankung der gleichzeitigen Nervenkerne bedingt wird . . .“

Im selben Jahre demonstrierte Edinger (19) auf der X. Wanderversammlung südwestdeutscher Neurologen und Irrenärzte in Baden-Baden Präparate von unreifen menschlichen Früchten, an welchen er mit der Weigert'schen Färbung den Nervus Trochlearis betreffend, die vollständige Kreuzung beweisen konnte. — Bezüglich des gekreuzten Verlaufes von Oculomotoriusfasern macht er keine Erwähnung, hingegen zeigen ihm seine Präparate, was den Nervus oculomotorius selbst betrifft, dass dessen Kerne aus einer Anzahl von Zellgruppen bestehen, die jede einzeln ihre Fäserchen zum Nerv sendet. „Dorsal und ventral von jedem Oculomotoriuskern liegen, medial zum Hauptkern, je ein kleiner Kern spindelförmiger Zellen, dessen Beziehungen zum Nerv nicht sicher sind.“ Es ist dies der später nach ihm benannte und auch von Westphal (4) beim Erwachsenen ausführlich beschriebene kleinzellige Mediankern (Edinger-Westphal), von dem ich nachweisen konnte, dass er Fasern liefert, welche bestimmt dem Oculomotorius angehören. Ebenso finden wir hier zum ersten Male einen in

der Mittellinie liegenden Kern erwähnt, „ . . . der zum Nerv jeder Seite Fasern entsendet . . .“

Endlich zeigt derselbe Autor an seinen Präparaten, nach vorn und dorsal vom Hauptkern, unter den vorderen Vierhügeln eine weitere nicht immer scharf vom Oculomotoriuskern trennbare Ansammlung von Ganglienzellen „ . . . der Lage nach vielleicht der dorsale Oculomotoriuskern von Gudden . . .“ Dieser Kern scheint jedenfalls identisch mit dem früher des öfteren genannten „oberen Oculomotoriuskern“ von Darktschewitsch, von dem ich, gleichwie vorher von Köl liker, feststellen konnte, dass er in keiner anatomischen Verbindung mit dem Oculomotoriuskern steht, sondern hauptsächlich der hinteren Commissur angehört.

Bestimmteres über diesen Kern hat Darkschewitsch (20) angegeben, vielleicht wird auch darum dessen Entdeckung ihm zugeschrieben, obwohl, wie wir eben gesehen, schon vor ihm Gudden und Edinger diesen Zellhaufen erwähnen. Darkschewitsch lässt diesen Kern ganz richtig mit der hinteren Commissur in Verbindung treten, doch nur nebenher, wichtiger erscheint ihm die Rolle, die er als „oberer Oculomotoriuskern“ spielen soll. Er lässt aus ihm Oculomotoriusfasern entspringen und rechnet ihn mithin dem Oculomotorius zu. In denselben Irrthum verfällt Perlia (3), der im Jahre 1889 die erste ausführlichere Beschreibung des Oculomotoriuscentrums beim Menschen liefert. Ihm gebührt das grosse Verdienst, zum ersten Male den anatomischen Nachweis der theilweisen Kreuzung des Oculomotorius beim Menschen erbracht zu haben — wenn auch in etwas anderer Weise als v. Köl liker und ich.

Perlia untersuchte zur Klarlegung der in Rede stehenden anatomischen Verhältnisse eine Reihe von Neugeborenen und Embryonen. Er beschreibt 7 paarige Kerne: 1. die Nuclei ventrales posterior und anterior; 2. die Nuclei dorsales anterior und posterior; 3. die Nuclei mediani anteriores; 4. die Nuclei late-

rales anteriores (oberer Oculomotoriuskern von Darkschewitsch [Gudden-Edinger]) und die kleinzelligen Edinger-Westphal'schen Kerne und einen unpaarigen, den Nucleus centralis.

Aus diesem auffallend zahlreichen Kerncomplex lässt Perlia Fasern entstehen, die zum Theile eine Kreuzung eingehen, zum andern Theil ungekreuzt verlaufen. Die ersteren sah Perlia im Bereiche des distalen, dorsalen und ventralen Kernes. Die Fasern, welche hauptsächlich vom dorsalen Kerne stammen, lässt er ventralwärts und nach der Medianlinie verlaufen und dort sich kreuzen. Als medialste Wurzelfasern durchsetzen sie hierauf das hintere Längsbündel und ziehen ebenfalls als medialste Fasern nach abwärts. — Diese Art des Verlaufes der gekreuzten Fasern entspricht den von mir beschriebenen nur insofern, dass Perlia den Ursprung derselben gleichfalls in das distale Ende des Kernes verlegt. Die merkwürdige Verschiedenheit aber, dass bei ihm sich nur die medialsten Fasern kreuzen, während ich und, wie wir sehen werden, auch v. Köl liker eben nur dorsolaterale Fasern als gekreuzt gefunden, beruht vielleicht auf einer etwas anderen Schnittrichtung, wodurch die in der Mittellinie von mir beschriebenen, scheinbar commissurenartig verlaufenden Fasern schräg abgeschnitten angetroffen und irrthümlich als in der Medianlinie sich kreuzende Fasern gedeutet wurden. — Perlia will auch Fasern gesehen haben, welche nach der Kreuzung in der Raphe nach hinten und ventralwärts ziehen und in das hintere Längsbündel umbiegen. Diesen Verlauf konnte er an schrägen Frontalschnitten durch die Vierhügel eines Neugeborenen „auf das Bestimmteste“ sehen. — Ohne Perlia's Befund leugnen zu wollen, muss ich ausdrücklich hervorheben, dass ich mich in keiner Weise von derartig verlaufenden Fasern überzeugen konnte. — Solche Kreuzungen findet Perlia bis zum Auftreten des Edinger-Westphal'schen Kernes; diesen findet er überhaupt weit stärker entwickelt und grösser als ich ihn je angetroffen; vielleicht weil er den sogenannten

kleinzelligen Lateralkern (Edinger-Westphal) als constanten Bestandtheil zurechnet. — Wie ich gezeigt, ist dieser Lateralkern unbeständig und wenn vorhanden wohl nur als Ausbuchtung des medialen beständigen Edinger-Westphal'schen Kerns zu betrachten.

Den vielfach besprochenen oberen lateralen Kern (Darkschewitsch) zeichnet Perlia ganz richtig mitten im Längsbündel in der Gegend des proximalsten Endes des kleinzelligen Mediankerns. Perlia lässt gleich wie Darkschewitsch aus diesem Kerne Oculomotoriusfasern entspringen. Bei Perlia sind solche Fasern in den etwas schematischen Abbildungen nicht zu erkennen; er verzeichnet sie aber auf seinem Schema (s. l. c. Seite 297) in ansehnlicher Menge. — Ich habe schon hervorgehoben, dass dies ein Irrthum sein muss.

Sonderbarer Weise finden sich in Perlia's Abbildungen weder aus den kleinzelligen Kernen noch aus dem Centralkern stammende Oculomotoriusfasern verzeichnet. In seinem Schema lässt er dennoch aus dem Centralkern (mein grosszelliger Mediankern) Fasern entstehen.

In erfreulicher Vereinfachung sehen wir bei Edinger 1892 (22) die Kerne und die ihnen entstammenden Fasern schematisch dargestellt. Dieser Forscher unterscheidet „...ganz vorne, z. Th. noch in der Seitenwand des Ventr. tertins, einen schmalen, kleinzelligen Kern (oberer Kern, Darkschewitsch-Perlia). Er sendet seine spärlichen Fasern etwas caudal gerichtet zum Hauptstamme des Nerven. Hinter ihm liegt, sich fast über die ganze Länge des Aquaeductus erstreckend, „...der Nucleus posterior (unser Hauptkern), an dem man eine Anordnung der Zellen zu Gruppen erkennt. Namentlich deutlich abgrenzbar ist eine dorsaler gelegene Zellansammlung. Während nämlich alle anderen Oculomotoriusfasern auf der Ursprungsseite austräten, ziehen.... die Fasern aus dieser Gruppe nach der Mittellinie, tauchen dort ventralwärts und kreuzen

sich dabei. Ausser der dorsalen lässt sich noch eine mediale Abtheilung wohl abgrenzen. Sie liegt genau in der Mittellinie und sendet nach rechts und nach links Wurzelfasern aus...“ Ausserdem verzeichnet er jederseits zwei kleinere Kerne, die vorn unter sich verbunden sind. „...Diese zuerst von mir bei Föten gesehenen, dann von Westphal an Erwachsenen genauer untersuchten Kerne liegen in einem dichten Netz von Nervenfasern. Es ist noch nicht sicher, ob und in welcher Weise sie mit dem Oculomotorius in Verbindung stehen...“

In Siemerling's (5) bekannter Arbeit über die chronische progressive Lähmung der Augenmuskeln finden sich auch einzelne rein anatomische Angaben. Im Grossen und Ganzen kommt er zu ähnlichen Resultaten wie Edinger und Perlia. Hervorheben möchte ich, dass auch er an der Zugehörigkeit des vorderen lateralen Kernes von Darkschewitsch zum Oculomotorius zweifelt. — Während, wie wir früher gesehen, Edinger in seinem Schema (l. c. p. 98) aus diesem Kerne Oculomotoriusfasern entspringen lässt, so findet sich erfreulicher Weise in seinem später (1893) erschienenen Bericht in Schmidt's Jahrbüchern (23), gelegentlich der Besprechung der Siemerling'schen Untersuchungen, dass er (Edinger), gleich wie Siemerling, schon Zweifel an der Zugehörigkeit des oberen lateralen Kernes (Darkschewitsch) zum Oculomotorius geäussert hat. Ob Edinger in seiner neuesten, kürzlich erschienenen Auflage seiner ausgezeichneten Vorlesungen über die nervösen Centralorgane, das Oculomotoriusschema in diesem Sinne modificirt hat, weiss ich nicht, da mir diese Auflage eben nicht vorliegt. — Es wäre zu wünschen und es ist aus obiger Aeusserung zu vermuthen.

Wiewohl v. Gehuchten (24) seine interessanten Untersuchungen nicht an Menschen angestellt, so möchte ich sie doch erwähnen, weil er, wenn ich nicht irre, zuerst die Kreuzung mittelst der Methode Golgi's nachgewiesen. Er hatte Gelegen-

heit, einen 14 Tage alten Embryo der Ente zu untersuchen und fand unter Anderem, dass die gekreuzten Fasern sowohl von der dorsalen, als auch von der ventralen Abtheilung des Kernes herkommen und hauptsächlich den medialen Theil des Nervenstammes aufbauen.

Diesen neueren rein anatomischen Befunden, welche alle darin übereinstimmen, dass sie überhaupt eine theilweise Kreuzung der Fasern beweisen, steht eine Darstellung Bruce's (25) aus dem Jahre 1889 gegenüber, wornach er nicht im Stande war Kreuzungen von Wurzelfasern aufzufinden, obschon er dieselben für wahrscheinlich hält. Er meint selbst, dass die zahlreichen von ihm sogenannten Commissurenfasern der vorderen Kerne für solche sprechen.

Es erübrigt noch die schon früher vielfach erwähnten, neuesten Untersuchungen v. Kölliker's (8, 11) aus den Jahren 1892 und 1893 zu besprechen. Sie decken sich zum Theil mit meinen Befunden, welche die Kreuzung betreffend, unabhängig davon, schon vor zwei Jahren gewonnen worden waren.

v. Kölliker's Untersuchungen betreffen das Gehirn, beziehentlich die Vierhügelgegend einer acht monatlichen menschlichen Frucht, welche er, wie schon erwähnt, in eine Serie von 61 Schnitte zerlegte. Er konnte an diesem Geschöpfe feststellen, dass die ungekreuzten Wurzelfasern vor allem aus den proximalen, medialen Wurzelbündeln bestehen; sie verlaufen zumeist an der medialen Seite des dorsalen und ventralen Hauptkerns, zum Theil dicht an diesem Kern entlang, zum Theil in der Medianebene zwischen denselben. Die in dorso-ventraler Richtung verlaufenden Fasern gehören auch zum Oculomotorius; ventralwärts sieht Kölliker viele derselben unter starken zum Theil rechtwinkligen Umbeugungen lateralwärts den medialsten Wurzeln sich anschliessen, ebenso verhält es sich an der dorsalen Seite. Hier biegen sich die meisten der erwähnten *Fibrae rectae* sichelförmig nach den Seiten zu den hier befindlichen Kernen um

und diejenigen, welche ihre gerade Richtung beibehalten, könnten wohl von den stets in der Medianebene befindlichen Nervenzellen herkommen. — Ich konnte mich auch davon überzeugen, dass es in der Medianlinie keinen, nicht zum Oculomotorius gehörigen dorso-ventralen Faserzug giebt, der wie Perlia, Edinger meinen, eine Art Raphe bilde. Nur fand ich unter diesen Fasern auch solche, welche bestimmt aus den kleinzelligen Mediankernen und aus dem grosszelligen Mediankern stammen, es sind nicht alle wie v. Kolliker meint den Hauptkernen und ihren in der Medianlinie liegenden Ausläufern zuzurechnen.

Von den gekreuzten Fasern sagt v. Kolliker wörtlich „ während bei Perlia die medialsten Wurzelfasern in der Medianlinie sich kreuzen lehren meine Präparate (von einer achtmonatlichen Frucht), dass es gerade die am meisten lateralwärts liegenden Wurzelbündel (aus dem distalen Kerntheile) sind, die eine Decussation erleiden. Diese Bündel dringen durch die am meisten seitwärts und dorsal gelegenen Bündel des hinteren Längsbündels durch, biegen sich dann, die Zellenmassen ihrer Seite durchziehend, medial- und ventralwärts um und gelangen so zu dem Kerne der anderen Seite, um in demselben zu enden. Hierbei beschreiben die sich kreuzenden Wurzelfasern häufig mehr weniger starke S-förmige Biegungen in der Art, dass dieselben in der Nähe der Medianebene erst gegen . . . , den Grund der Spalte zwischen den beiden Längsbündeln verlaufen und dann erst auf die andere Seite umbiegen, um hier wieder dorsalwärts gegen die Hauptmasse des Kernes zu ziehen“ — Dieser Verlauf der gekreuzten Fasern, wie ihn v. Kolliker an dem einen Geschöpf gesehen, ist dem von mir als constant angenommenen — weil mehrmals wiedergesehen — in manchen Punkten ähnlich. Jedenfalls decken sich unsere Befunde, wenn auch nicht in allen Einzelheiten, so doch in der Hauptsache darin, dass die am meisten lateralwärts liegenden Wurzelfasern sich kreuzen.

Was die Kerne des Oculomotorius betrifft, fasst v. Kölliker seine Ergebnisse dahin zusammen, dass er nur einen paarigen Hauptkern unterscheidet, an dessen cerebralem Ende sich je ein rundlicher dorsaler Kern abzweige. Allerwärts dringen vom Hauptkern Ausläufer desselben zwischen die Bündel des hinteren Längsbündels. Die Annahme eines paarigen, dorsalen, medialen Kernes habe wenig Berechtigung, dagegen finde sich ein unpaarer centraler Kern (Fig. 506). Den kleinzelligen Kern von Edinger-Westphal konnte er in seinen embryonalen Präparaten nicht vorfinden, dagegen sah er ihn beim Erwachsenen. Es scheint ihm vorläufig nicht erwiesen, ob dieser Kern eine solche Bedeutung besitzt wie Westphal annimmt, dass er den Nerven der inneren Augenmuskeln den Ursprung gebe, gestützt auf einen Fall von Ophthalmoplegia externa, in welchem alle grosszelligen Kernmassen zerstört, die kleinzelligen erhalten waren.

Ob ihm gerade diese Bedeutung beizumessen ist, kann freilich aus der anatomischen Untersuchung nicht erschlossen werden. Das eine steht aber fest: dass der paarige kleinzellige Mediankern ein echter Oculomotoriuskern ist.

Wie es nun kommen mag, dass v. Kölliker in seinem Embryo diesen Kern nicht vorgefunden hat, ist mir nicht recht erklärlich. Vielleicht handelt es sich um einen angeborenen Defect, da man ja bestimmt annehmen muss, dass er nicht übersehen wurde. Ein Defect in der Kernmasse wäre ja wohl denkbar, wenn eine angeborene Paralyse eines vom Oculomotorius innervierten Muskels vorhanden gewesen wäre, wie z. B. die schon öfters beobachtete angeborene Ptosis. — Wie dem auch sein mag, meine positiven oft wiederkehrenden Befunde den Kern und die aus ihm entspringenden Fasern betreffend, berechtigen mich sicherlich ihn dennoch bestimmt dem Oculomotorius zuzurechnen.

Dass auch v. Kölliker den oberen, lateralen Kern von

Darkschewitsch nicht zum Oculomotorius, sondern zur tiefen hinteren Commissur rechnet, wurde schon früher erwähnt.

Verbindungen des Oculomotoriuskerns mit dem hinteren Längsbündel hat v. Kolliker (26) schon im Jahre 1881 nachgewiesen; sie wurden von Held (27) und v. Gehuchten (24) für die Ente bestätigt. Perlia's und mein diesbezüglicher Befund wurde schon früher erwähnt. „..... Um zu bestimmen, was diese Verbindung für eine physiologische Bedeutung habe, — sagt v. Kolliker (11) S. — ist daran zu erinnern, dass das dorsale Längsbündel die unmittelbare Fortsetzung der Vorderstranggrundbündel des Rückenmarks ist und somit von Hause aus centripetal leitende Bahnen II. Ordnung enthält Somit würden durch die genannten Collateralen Einwirkungen sensibler Nerven des Rückenmarks und der Medulla oblongata auf die Augenmuskelcentren zur Vermittlung gelangen und möglicherweise auch, wenn gewisse Nervenfaservercomplexe Collateralen an alle drei oder an zwei Kerne derselben oder beider Seiten abgäben, bestimmte Synergien derselben sich erklären“.

Endlich verzeichnet v. Kolliker noch die Thatsache, dass sich beim acht Monate alten Fötus das dorsale Längsbündel im Kerne der distalen Commissur verliert. [S. auch Obersteiner (28)] und zwar oberhalb der Stelle, wo der letzte Oculomotoriuskern sich findet „..... Ob dieses scheinbare Ende ein wirkliches ist, oder nur die Stelle bedeutet, bis zu welcher in diesem Alter die Fasern des Längsbündels markhaltig sind, ist weiter zu untersuchen“ — Mein Befund am neunmonatlichen Geschöpf hat gezeigt, dass nur ein Theil der Längsbündelfasern daselbst endet, ein ansehnliches Bündel zieht weiter nach vorne unten, wo sich die Markscheiden nur allmählich verlieren; das Bündel hat somit sein wahres Ende auch da noch nicht erreicht.

Auch Bechterew (29) hat das dorsale Längsbündel,

welches er gleichfalls aus den Vorderstranggrundbündeln ableitet, in seinem cerebralen Verlauf weiter verfolgt. Man findet bei ihm die merkwürdige Ansicht ausgesprochen, dass dieses Bündel auf seinem Wege nach vorne alle Rückenmarksfasern verliere und alle seine Elemente aus den Augenmuskelnerven beziehe. Es sollen darnach die Fasern dieses Bündels nur bis zum Oculomotoriuskern verfolgbar sein: hier sollen sie zum Theil in Oculomotoriusfasern übergehen zum Theil zwischen dessen Kernen verschwinden, zum Theil endlich in die Commissura distalis umbiegen. Gegen diese merkwürdige Ansicht sprechen alle bisher verzeichneten, das hintere Längsbündel betreffenden anatomischen Befunde.

Darkschewitsch (l. c.) lässt das hintere Längsbündel sich theils im Hauptkerne, theils, wie wir schon gesehen, in seinem oberen Oculomotoriuskern verlieren. Aus diesem lässt er ausserdem eine neue Fasermasse entspringen, welche ventralwärts verlaufe, um den Körper von Luys sich herum-biege, der Linsenkernschlinge sich anschliesse und sich noch zum Theil mit jener der anderen Seite kreuze. —

Die physiologisch wohlbegründete Ansicht einer Verbindung des Opticus mit den Kernen der Augenmuskeln und besonders des Oculomotorius ist bis jetzt anatomisch noch nicht bestätigt worden. Wie ich einleitend schon erwähnte, veranlasste mich gerade diese Frage das Wurzelgebiet des dritten Gehirnnerven einer eingehenden Untersuchung zu unterwerfen. — Die Vollständigkeit der Uebersicht verlangt eine kurze Erwähnung der bisher verzeichneten diesbezüglichen anatomischen Befunde. Meine eigenen Untersuchungen will ich für diesmal unberührt lassen, denn sie sind nicht ganz abgeschlossen. Es erscheinen noch einige vergleichende Untersuchungen mit der Golgi'schen Methode unerlässlich; leider mangelt es mir eben am geeigneten Materiale (menschliche Embryonen). Ich ziehe es daher vor,

hoffentlich recht bald, in einer besonderen Abhandlung diese Frage zu behandeln.

Wenn ich nicht irre, findet sich die erste anatomische Angabe über eine Verbindung zwischen Opticus und Oculomotorius bei J. Stilling (30, S. 73). Unter den Fasern, des Tractus opticus, welche sich vor dem äusseren Kniehöcker abzweigen, um sich, wie Stilling meint, auf die innere Fläche des inneren Kniehöckers zu schlagen und theils als Fasern des Brachium conjunctivum, theils als Schleifenwurzel weiter ziehen, glaubt er Fasern verfolgen zu können, welche an der oberen Kante der Radix Laquearis, noch etwas weiter medianwärts verlaufen und in den Oculomotoriuskern von oben und von innen her übergehen sollen. Ueber die Beziehungen dieses Faserzuges zu den Zellen des Oculomotorius weiss er nichts anzugeben.

Meynert (31) hat hingegen Radiärfasern dafür verantwortlich gemacht, welche aus dem Kerne des proximalen Vierhügels in das centrale Höhlengrau dringen und so zu den Kernen des Oculomotorius und Trochlearis gelangen könnten.

Darkschewitsch (l. c.) lässt aus seinem oberen Oculomotoriuskern Fasern entstehen, welche zum ventralen Theil der hinteren Commissur ziehen und in der Gegend des äusseren Kniehöckers über die Glandula pinealis den Tractus erreichen sollen. Demgemäss hält er seinen vorderen Oculomotoriuskern für das Centrum der Pupillarreaction!

Perlia (3) sah beim Kaninchen, dem er eine Orbita exenterirt hatte, nach vier Wochen (Methode Marchi-Algeri) einen Zweig des Tractus peduncularis transvasus von Gudden, der im proximalen Vierhügel vom Tractus opticus abgeht, mit den Oculomotoriuswurzeln zu deren Kernen aufsteigen. Er bildet ihn auch ab. (l. c. Taf. IX, Fig. 3.)

v. Köl liker (11) endlich vermuthet, „dass die Opticusfasern, welche im cerebralen Vierhügelpaare enden, auf die Zellen dieses Hügels einwirken und dass diese mit ihren nervösen Fortsätzen,

die nachweislich die Bogenfasern am Rande des centralen Höhlengraues bilden helfen, theils direkt, theils durch zahlreiche in das centrale Grau eindringende Collateralen auf die betreffenden motorischen Kerne einwirken.“ v. Kölliker hat seine Erfahrungen an Golgi'schen Präparaten gesammelt. —

Es ist nicht meine Absicht, hier auch in physiologischer Beziehung das Oculomotoriuscentrum eingehender zu besprechen. Ich will nur hervorheben, dass es bis jetzt nicht gelungen ist, die Centren für die einzelnen Muskeln, welche vom Oculomotorius innervirt werden, sicher aufzudecken. Wir verfügen noch über zu sehr widersprechende Befunde. Die bekannten experimentellen Reizversuche von Hensen und Völkers (32) und von Adam ück (33) decken sich in vielen Punkten nicht, und die wenigen positiven, genauer untersuchten pathologischen Fälle von Kahler und Pick (34), Staar (35), Leube (36) u. v. A. sind auch lange nicht geeignet, die Frage endgiltig zu entscheiden. Erst die genaue Kenntniss der anatomischen Verhältnisse gestattet die Analyse pathologischer Fälle mit Erfolg vornehmen zu können; ich glaube wohl, dass man auf dieser Basis in Verbindung mit bestimmten experimentellen Versuchen in die Lage kommen wird, auch in physiologischer Beziehung mit feststehenden That-sachen zu rechnen.

Die hier niedergelegten eigenen anatomischen Befunde und die Anderer sind daher nicht geeignet, in dieser Richtung sichere Aufschlüsse zu geben. Wir müssen uns zunächst damit begnügen über die Fasern festgestellt zu haben: Woher sie stammen, wie sie sich unter einander verhalten, und wie sie im Gehirne verlaufen.

Der erste Schritt zur Sonderung von Fasergattungen auf rein anatomischem Wege ist aber dennoch auch mit dieser Arbeit gethan worden, indem festgestellt wurde, dass alle wirklich gekreuzten Fasern nur in einem bestimmten Theile des Kernes entspringen und dass sie während ihres ganzen, langen extra-

nucleären Verlaufes von den übrigen nicht gekreuzten Fasern bis zu einem gewissen Grade auch räumlich getrennt bleiben. Freilich enthalten auch die ungekreuzten, medialen Bündeln eine geringe Anzahl von Fasern beigemischt, welche in gewissem Sinne auch als gekreuzte aufzufassen sind: nämlich jene zarten Fäserchen, welche, der unpaarige, grosszellige Mediankern nach beiden Seiten hin entsendet.

Wien, Mai 1894.

L i t t e r a t u r.

1. von Gudden. — Tageblatt d. Vers. deutsch. Naturf. in Salzburg 1881, S. 186 und Gesammelte und hinterlassene Abhandl. Herausg. v. Prof. Grashey 1889. Verlag von J. F. Bergmann, Wiesbaden. (Nr. 23 u. 32.)
2. Edinger. — Archiv für Psychiatrie. Bd. 16.
3. Perlia. — Gräfe's Archiv für Ophthalmologie Bd. 35 Ab. 4, S. 287.
4. Westphal. — Archiv f. Psychiatrie XVIII. Bd. — Neurol. Centralbl. 1888.
5. Siemerling. — Archiv für Psychiatrie, Supplementband 1891 (S. 35).
6. Bernheimer, St. — Ueber Chiasma nervorum opticorum des Menschen. Habilitationsschrift. J. F. Bergmann Wiesbaden 1889 und Archiv f. Augenheilk. Bd. XX, Ab. 1.
7. Bernheimer, St. — Ueber die Sehnerven-Wurzeln des Menschen. J. F. Bergmann. Wiesbaden 1891.
8. v. Kölliker. — Sitzungsber. der physik.-med. Gesellsch. zu Würzburg. Jahrg. 1890, S. 126.
9. Flechsig. — Die Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark des Menschen. Leipzig 1876.
10. v. Kölliker. — Zeitschr. für Zoologie. Bd. 41, Ab. 1.
11. v. Kölliker. — Handb. d. Gewebelehre d. Menschen. II. Bd., 1. H., sechste Aufl. 1893, S. 294 u. ff.
12. Valentin. — Hirn- und Nervenlehre 1841.
13. Vulpian. — S. v. Kölliker's Gewebelehre S. 300.
14. Merkel. — Graefe-Sämisch Bd. I, S. 135.
15. Henle. — Handbuch der Nervenlehre des Menschen. II. Aufl. 1879, S. 280.
16. Duval. — Recherches sur l'origine réelle des nerfs cran. Journ. de l'anat. 1888.
17. Graux, De la paralysie du moteur externe. Paris 1878.
18. Mauthner. — Die Nuclearlähmung. (12. Heft seiner Vorträge). J. F. Bergmann. 1885. S. 368.
19. Edinger. — X. Wanderv. südwestdeutscher Neurologen und Irrenärzte in Baden-Baden Juni 1885. Neurol. Centralblatt 1885, S. 309.
20. Darkschewitsch. — Ueber den oberen Oculomotoriuskern. — Arch. für Anatom. und Phys. Anatom. Abth. 1889.
21. Darkschewitsch. — Neurologisches Centralblatt Jahrg. 1885 u. 1886.
22. Edinger. — Zwölf Vorlesungen über d. Bau der nervösen Centralorgane. 3. Aufl. Vogel, Leipzig. S. 98 ff.

23. Edinger. — Bericht über die Leistungen u. s. w. Schmidt's Jahrbücher, Bd. 236, S. 182.
 24. v. Gehuchten. — Bull. de l'academie d. sc. de Belgique 1892. Nr. 11.
 25. Bruce. — Proceed of the R. Soc. of Edinburgh. Vol. XVII, 1889/90.
 26. v. Kölliker. — Anatom. Anzeiger, Bd. VI, 1881.
 27. Held. — Arch. von His und Braune 1892, S. 38.
 28. Obersteiner. — Anzeiger d. k. k. Gesellsch. d. Aerzte in Wien 1880.
 29. Obersteiner. — Anleitung zum Stud. d. Baues der nervösen Centralorgane. II. Aufl. 1892. S. 363.
 30. Bechterew. — Neurol. Centralblatt 1885, S. 343.
 31. Stilling. — Untersuchungen üb. d. Bau d. optischen Centralorgane 1882.
 32. Meynert. — Vergl. v. Kölliker's Gewebelehre S. 300.
 33. Hensen und Völkers. — v. Graefe's Archiv für Ophthalmologie. Bd. 24.
 34. Adamück. — Graefe-Sämisch Handb. d. Augenheilk. Bd. II, S. 668.
 35. Kahler und Pick. — Zur Localisation central bedingter part. Oculomotoriuslähmung. Arch. f. Psychiatrie Bd. X.
 36. Staar. — The Journ. of Nervous and Mental Diseases. May 1888.
 37. Leube. — Deutsch. Arch. für klin. Medicin Bd. XL, S. 221.
 38. Schwalbe. — Lehrbuch der Neurologie. Erlangen 1881.
 39. Spitzka. — The oculo-motor centres. The journ. of nerv. and ment. Des. 1888.
 40. Nussbaum. — Ueber die wechselseitigen Beziehungen zwischen den Augenmuskelnerven. Wien. med. Jahrbücher 1887.
-

Tafel I.

Tafel-Erklärung.

Figur 1.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend einer 32—34 Wochen alten Frucht. Aus dem distalsten Gebiete der Oculomotorius-Wurzeln.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 8.

Weigert'sche Färbung — Schwache Vergrößerung.

G. F. = Gekreuzte Fasern.

G. Ca. F. = Gekreuzte, commissurenartig verlaufende Fasern.

D. L. = Dorsales Längsbündel.

B F = Zu Bündeln vereinigte Fasern.

T H K = Scheinbare Theile des Hauptkerns.

L Z. = Lateralzellen.

Blg. = Blutgefässdurchschnitte.

Figur 2.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend derselben 32—34 Wochen alten Frucht. Aus dem distalen Gebiete der Oculomotorius-Wurzeln.

Behandlung — Vergrößerung wie oben.

G F. = Gekreuzte Fasern.

W. G. F. = Winkelig abgebogene, gekreuzte Fasern.

G. Ca. F. = Gekreuzte, commissurenartig verlaufende Fasern.

D. v. F. = Dorsoventral verlaufende, ungekreuzte Fasern.

M. Z. = Medianzellen.

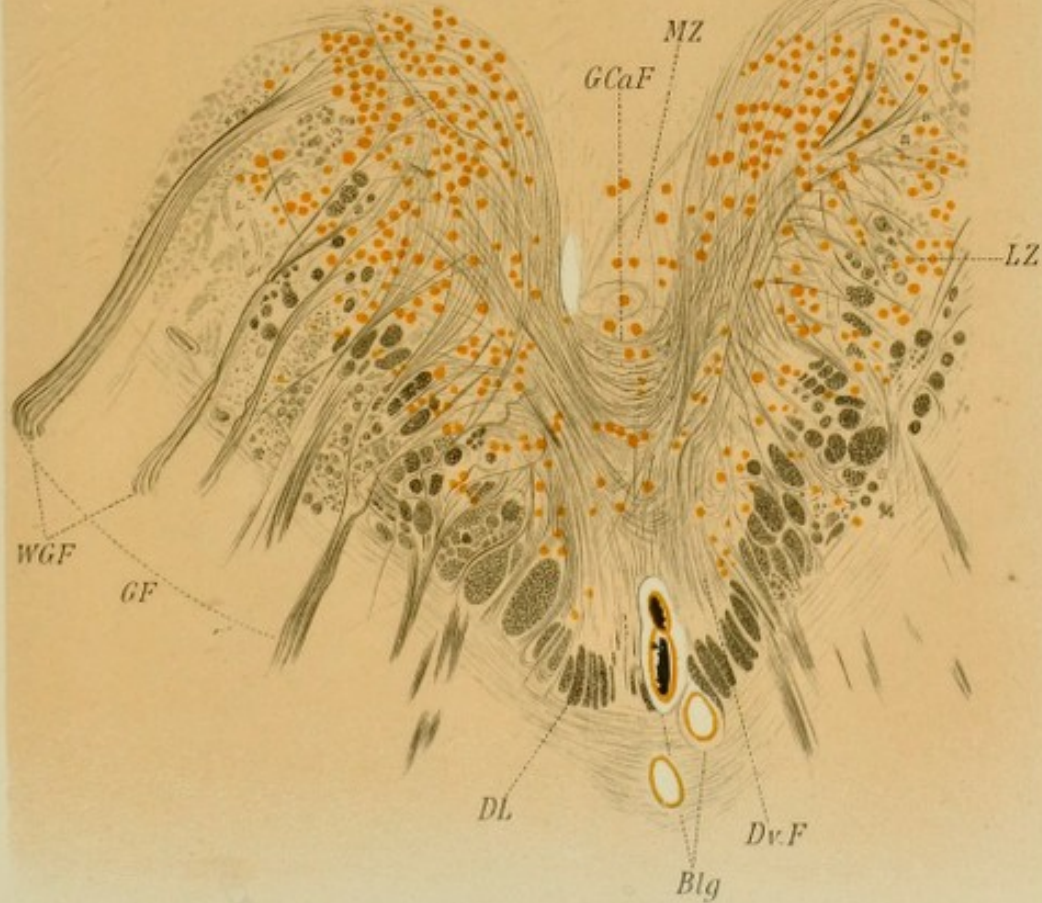
Blg. = Blutgefässdurchschnitte.



Fig. 1.



Fig. 2.



Tafel II.

Tafel-Erklärung.

Figur 3.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend derselben 32—34 Wochen alten Frucht. Aus dem Anfange der proximalen Hälfte des Wurzelgebietes.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 8.

Weigert'sche Färbung — schwache Vergröss. (Obj. Reichert Nr. 1).

H K. = Hauptkern.

Kl M. = Kleinzelliger Mediankern.

Ug F = Ungekreuzte Fasern aus dem Hauptkern.

f. F Kl. M = Feine Fasern aus dem kleinzelligen Mediankern (ungekreuzt).

f. F. = Feine Fasern der klein- und grosszelligen Mediankerne.

Fg M. = Fasergeflecht des grosszelligen Mediankerns.

D. L. = Dorsales Längsbündel.

Figur 6.

Sagittalschnitt durch die Vierhügelgegend einer nahezu ausgetragenen Frucht. Aus dem lateralen Grenzgebiet des Oculomotorius-Centrums.

Schnittführung siehe S. 38. — Behandlung. Vergr. wie oben.

H C. = Hintere Commissur.

F H C = Absteigende Fasern der hinteren Commissur. Rechts, abgeschnittene Fasern.

T. K. C = Tiefer Kern der hinteren Commissur (oberer, lateraler Oculomotoriuskern, Darkschewitsch, Perlia).

D L. = Dorsales Längsbündel.

Fig. 6.

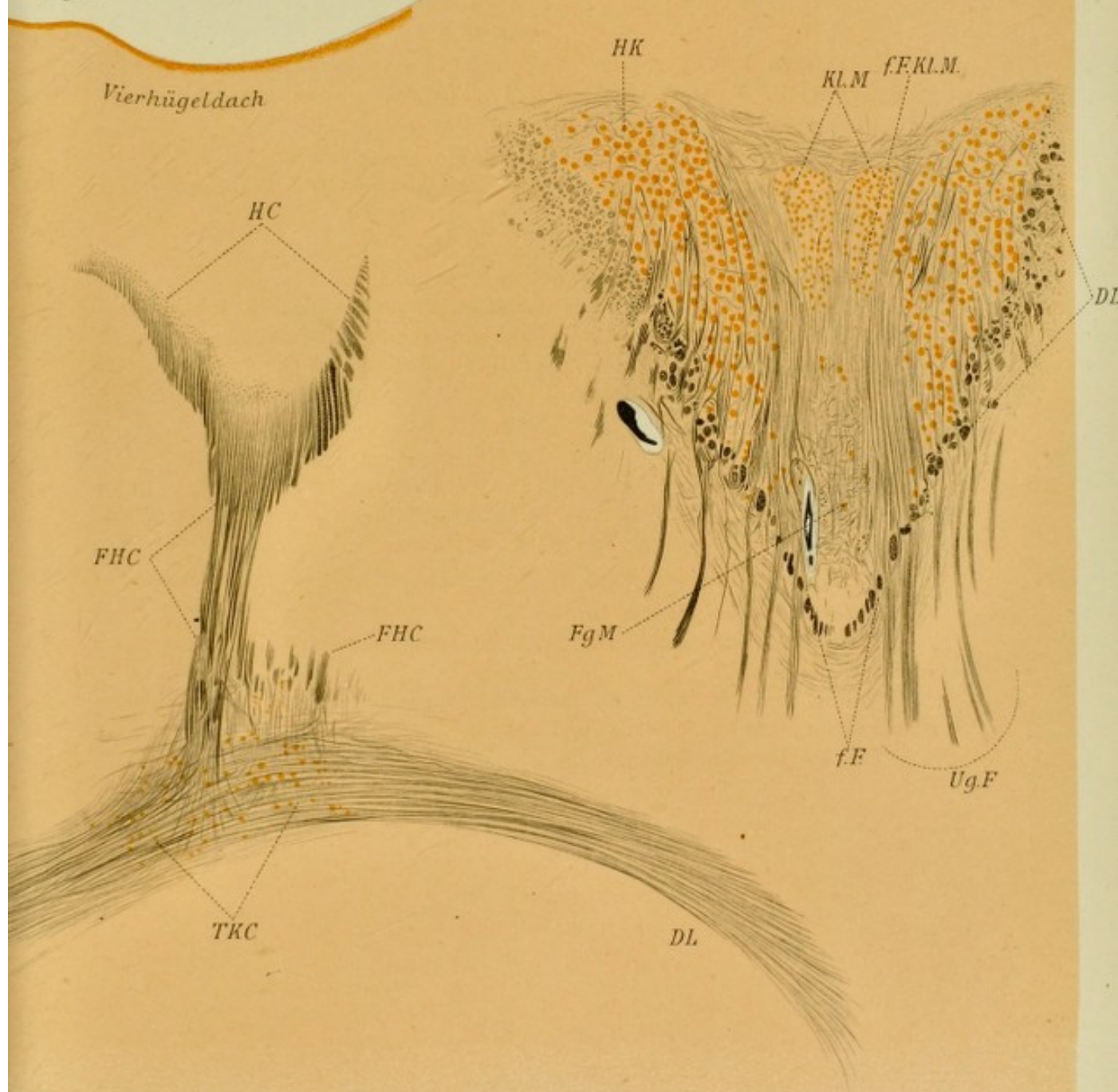
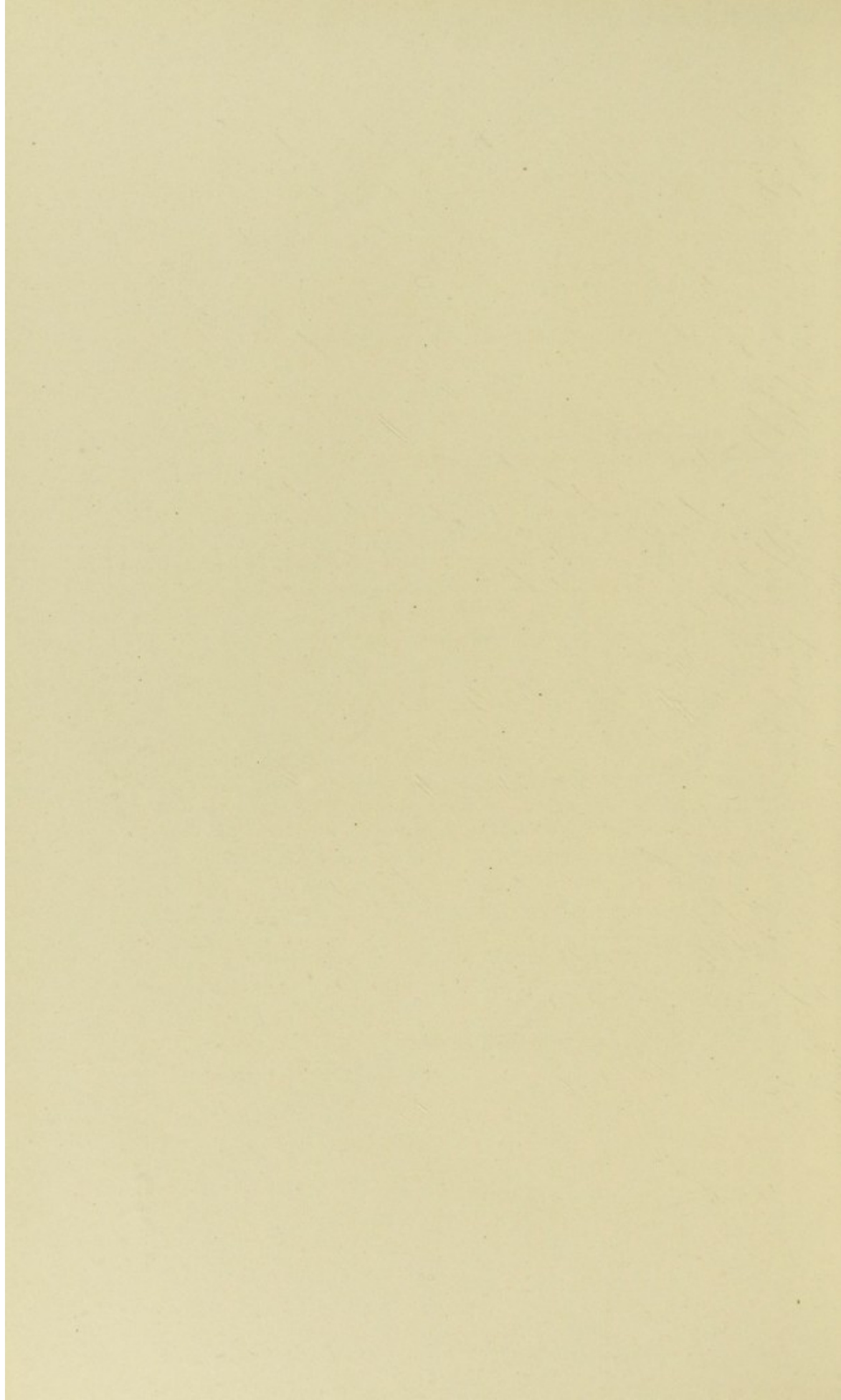


Fig. 3.



Tafel III.

Tafel-Erklärung.

Figur 4.

Frontalschnitt durch die Vierhügelgegend einer 32—34 Wochen alten Frucht. Aus dem proximalsten Gebiete der Oculomotorius-Wurzeln.

Genauere Angabe der Schnittführung siehe S. 8.

Weigert'sche Färbung — Schwache Vergröss. (Obj. Reichert Nr. 0).

Rechts und links die Durchschnitte des proximalen Theiles der Hauptkerne.

Kl. M. = Kleinzellige Mediankerne.

Gr. Mk. = Unpaariger, grosszelliger Mediankern.

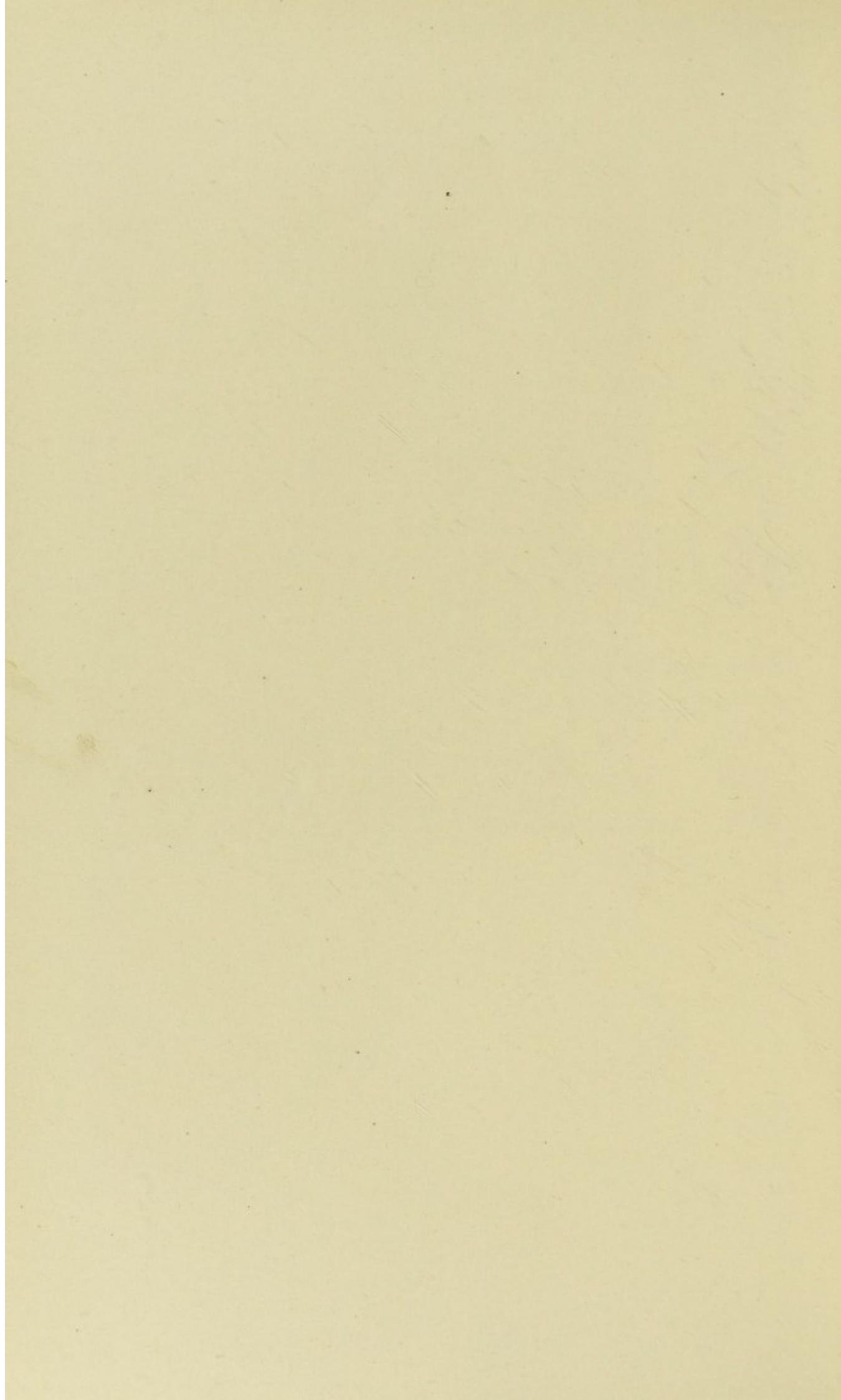
Ung. F. = Ungekreuzte Fasern.

G. F. = Gekreuzte Fasern (peripherster Theil).

Q. G. F. = Quer- und Schrägschnitte der gekreuzten Fasern.

Ug. F. = Ungekreuzte Fasern.





Tafel IV.

Tafel-Erklärung.

Figur 5.

Sagittalschnitt durch die Vierhügelgegend einer nahezu ausgetragenen Frucht. Aus der Mitte zwischen Medianlinie und lateralem Grenzgebiete (Fig. 6) des Oculomotorius-Centrums.

Schnittführung siehe S. 38.

Weigert'sche Färbung — Vergrößerung: Obj. Reichert Nr. 1.

H. K. = Sagittalschnitt durch den Hauptkern.

D. L. = Dorsales Längsbündel.

F. D. L. = Fasern des dors. Längsbündels, welche in den Oculomotorius-Kern einstrahlen.

O. F. = Oculomotoriusfasern.

R. = Rother Kern.

R. B. = Retroflexes Bündel.

Vierhügel

Fig. 5.

