

d

Ueber

den Ursprung der Sehnervenfasern im menschlichen Gehirn.

Eine zur Erlangung

der

V e n i a l e g e n d i

verfasste und mit Genehmigung einer Hochverordneten

medizinischen Facultät der Kaiserlichen Universität zu

DORPAT

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmte

ABHANDLUNG

von

Johann Wagner, Dr. med.



DORPAT.

Gedruckt bei E. J. Karow, Universitäts-Buchhändler.

1862.

Der Druck ist unter den gesetzlichen Bedingungen gestattet.
Dorpat, den 8. Decbr. 1862.

(Nr. 243.)

*Dr. **Rud. Buchheim,***
d. Z. Decan der med. Facultat.

Ø 29062

Zögernd und halb widerstrebend übergebe ich der Oeffentlichkeit die Resultate von fast durch ein Jahr hin angestellten Beobachtungen über den Ursprung des Sehnerven im menschlichen Gehirn. Die Resultate sind gering im Vergleich mit der dazu verwendeten Zeit, indess viel bedauernswerther muss es sein, dass sie nicht nach allen Seiten genügende Aufklärung zu bringen vermochten in Betreff selbst dieser einen Frage. Es ist nämlich das Verhältniss des Sehnerven zu der Vierhügelregion, das einer erneuten, auf eine weit grössere Anzahl von Präparaten gestützten Untersuchung bedarf. Die vielen Complicationen eben dieser Verhältnisse mögen mir zur Entschuldigung dienen, und hoffe ich nächstens eine mehr vollständige Darstellung derselben folgen lassen zu können. Ein viel schwerer zu beseitigender Uebelstand liegt aber in unserer mangelhaften Kenntniss von den feineren Strukturverhältnissen der Hirntheile, aus welchen sich der Tractus opticus entwickelt. Hierüber ins Klare zu kommen bedarf einer weit grösseren Zeit, als mir zu Gebote stand. Es muss somit der folgenden Darstellung das Aphoristische, das Herausgerissene ankleben, womit jede Detailuntersuchung einer bestimmten Localität verbunden ist, ehe man sich genau über alle umgebenden Theile unterrichtet hat, es muss die Uebersichtlichkeit des Ganzen beeinträchtigt sein. Indessen glaube ich, dass die gewonnenen Resultate einen kleinen, aber gesicherten Beitrag zur Lehre von dem Ursprung der Nerven im Gehirn liefern dürften.

Ich habe endlich eine Anzahl von Thatsachen, die sich bei der Untersuchung dieser Hirntheile herausgestellt haben, die aber nicht direct auf den Vorwurf der Arbeit zielen, nicht zu erwähnen gewagt, weil sie noch ohne Zusammenhang dastehen und wiederum eine Menge offener Fragen nach sich ziehen, zu deren Beantwortung mir nicht die gehörigen Mittel zu Gebote stehen. — Ebenso wenig dürfte ich Angaben darüber aufführen, wie sich der Sehnerv an seiner Ursprungsstätte bei verschiedenen Säugethieren verhält. Die gröberen anatomischen Verhältnisse sind allein hinreichend Jeden zu überzeugen, dass hier bedeutende Verschiedenheiten obwalten; ich halte dafür, dass eine voreilige Publication sich hier von selbst strafen würde.

Nachdem man durch operative Fälle beim Menschen und durch Experimente an Thieren festgestellt hatte, dass die Fasern im Sehnervenstamme selbst gegen den Lichtreiz unempfindlich sind, wurde man sofort auf die Frage gedrängt, liegt der Sitz der specifischen Lichtempfindung in der Endausbreitung des Sehnerven oder in den Hirntheilen, in welchen derselbe seinen Ursprung nimmt. Vor allen Dingen war die Structur dieser beiden Gebilde daher auf's Sorgfältigste zu erforschen. Der Bau der Nervenhaut des Auges hat viele gewiegte Forscher seitdem gefunden, deren zahlreiche Beobachtungen auf diesem Gebiete der mikroskopischen Anatomie mit zu den glänzendsten und zugleich auch gesichertesten Errungenschaften gehören. Nicht das Gleiche lässt sich in Bezug auf die Erforschung der Ursprungsstelle des Sehnerven sagen. Zwar an Angaben, an welchen Orten der Nerv entspringe, ist kein Mangel, eher weiss man sich kaum zu bergen vor der Unmasse Autoren, von Galens Zeiten her bis zu denen der jüngsten Jahre, die den Quell der Nerven im Gehirne aufgespürt haben wollen. Trotzdem ist der Schleier noch keineswegs gelüftet, und ich bin der Ueberzeugung, dass Kölliker¹⁾ noch heute, wie früher, vollkommen im Recht ist zu behaupten, es wäre unbekannt, wo die Fasern desselben beim Menschen entspringen und auch bei Thieren bloss aus Experimenten auf die Vierhügel geschlossen werden könnte.

Es kann hier kaum der Ort sein, die vielfachen Angaben der Autoren der Reihe nach einzeln aufzuzählen. Wer wollte es unternehmen noch jetzt den gründlichen Forscher auf diesem Gebiete, von dem flinken Compiler, von dem gedankenlosen Nachschreiber, von dem leichtfertigen Beobachter zu unterscheiden.

Ebenso wenig würde hier das decies repetita placebit am passenden Orte sein. Die Werke von Soemmering²⁾, Gall und Spurzheim³⁾, Burdach⁴⁾ und Longet⁵⁾ unter anderem enthalten das darauf Bezügliche. Eine ausführliche Monographie schliesslich über den Ursprung des Sehnerven in den vier Wirbelthierclassen besitzen wir in der Dissertation von Stein⁶⁾.

1) Mikroskopische Anatomie. Bd. I. 1850. p. 480.

2) Sam. Thom. Soemmering: De basi encephali et originibus nervorum cranio egredientibus libri quinque. In den *Scriptores neurologici minores* von Ludwig. Lipsiae 1792. Tom. II. p. 61—64.

3) Anatomie et physiologie du système nerveux en général et du cerveau en particulier par F. J. Gall et G. Spurzheim. Paris 1810. Tom. I. p. 112—113.

4) Carl Friedrich Burdach: Vom Bau und Leben des Gehirns. Leipzig 1822. Bd. II. p. 177—179.

5) Anatomie et physiologie du système nerveux de l'homme et des animaux vertébrés par F. A. Longet. Tom. II. p. 50—52. Paris 1842.

6) J. A. W. Stein: De thalamo et origine nervi optici. *Dissertatio anatomica*. Hauniae 1834.

Ich stelle hier die Orte, deren in den Schriften über das Nervensystem überhaupt, so wie über specielle Theile desselben, als Ursprungsstätten des Sehnerven Erwähnung gethan wird, zusammen, bemerke aber zugleich, dass fast jede einzelne Angabe auch bedeutenden Widerspruch erlitten hat.

In erster Reihe theilen sich der Sehhügel und die Vierhügel in die Ehre für die Quelle des Opticus gehalten worden zu sein. Dass der Sehnerv dem Sehhügel schon in frühester Zeit seinen Namen gegeben hat, kann keinem Zweifel unterliegen, da Galen ¹⁾ dieses bezeugt und bei der vollständigen Unwissenheit über die Function der einzelnen Hirnthteile man wahrscheinlicher Weise froh war, dem Kinde einen Namen zu geben. Fast eben so gross ist die Zahl der Autoren, welche die Vierhügel zum Sitz des Sehnervenursprungs machen; indess sind es hier bald die Colliculi anteriores, bald die Colliculi posteriores, welche den Nerven vorzugsweise versorgen sollten. An die Seh- und Vierhügel schliessen sich dann zwei Gebilde, die Corpora geniculata, welche ebenfalls zu Quellen des Opticus erhoben wurden, das externum jenem, das internum diesem näherstehend. Neben diesen Hauptstätten werden nun schliesslich noch fast alle den Tractus opticus umgebenden Gebilde in den Bereich der Sehnervenquellen gezogen; es sind die folgenden: Pedunculus cerebri, Substantia perforata antica, Tuber cinereum und Lamina terminalis. Jedoch auch hiermit ist die Reihe nicht geschlossen. Fr. Arnold ²⁾ erwähnt, dass mehrere Autoren eine Verbindung der beiderseitigen Sehnerven im Gehirne aufgefunden haben wollten. So hat Erdl vorgebracht, dass die Querverbindung geschehe durch die Fasern des Balkenwulstes, des halbkreisförmigen Bandes (Stria terminalis s. cornea), der Säulchen des Gewölbes, der Markhügelchen und deren absteigender Wurzel; Vergez hat dagegen diese Verbindung in den Querfasern der Vierhügel gesehen. Foville will graue und weisse Wurzeln unterschieden wissen, erstere aus dem grauen Höcker und der grauen Platte über dem Chiasma, die andern aus den Vier- und Sehhügeln, ebenso auch aus dem halbkreisförmigen Bande und dem Saume des Ammonshorns, mit welchem letzteren der Sehnerv durch eine hautartige Faserschicht sich verbindet, entstehend. Man kann diese drei letzteren Ansichten wohl jetzt als Curiosa betrachten, denn die jener Zeit angewendeten Methoden reichten weitaus nicht hin, einem so complicirten Laufe der Fasern folgen zu können, und die Unterscheidung von grauen und weissen Fasern würde auch jetzt schwer fallen.

Eine eigne Meinung hat Stein ³⁾ aufgestellt, der bei Säugethieren den Hauptursprung des Opticus in dem Gebilde sehen will, welches relativ in seiner Massenentwicklung die andern überragt. Er sagt wörtlich Folgendes: „In quibus animalibus prae thalamis vigere videntur corpora bigemina, in iisdem fere ex his corporibus maximam partem oritur nervus opticus. Ita autem res se habet in mammalibus.“

1) Vide Soemmering: l. c. p. 61.

2) Handbuch der Anatomie des Menschen. Bd. II. Abtheilung II. p. 918.

3) l. c. p. 35.

Einen Versuch den Ursprung des Sehnerven auf die Stränge der Medulla oblongata zurückzuführen hat Burdach ¹⁾ gewagt. Er leitet den Nerven ab von den vorderen Strängen, und zwar vom Olivenbündel; er nennt drei Theile dieses Bündels die Centralenden des Opticus, 1) die schwarzgraue Schicht hinter den Hirnschenkeln, 2) die Gürtelschicht an der Decke des Unterhorns und an der oberen Fläche des Sehhügels, 3) die aus den Vierhügeln kommende Schleife oder das hintere Blatt des äusseren Hulsenstranges. Die hinteren Stränge liefern auch ihr Contingent zum Nerven, namentlich durch die Keilstränge.

Alle vorhergehenden Angaben sind ohne Hilfe des Mikroskops gemacht, meist auf Beobachtungen nach wenig geeigneten Methoden basirt. Durchschnitte wurden gefertigt an frischen, an gekochten, an gefrorenen, zumeist jedoch an durch Weingeist erhärteten Hirnthteilen. Andreerseits versuchte man durch Abheben und Auffasern einzelner Theile den Lauf der Fasern auf längere Strecken zu verfolgen. Auf solche Weise ist es eben nicht möglich das zu erreichen, was wir bei gegenwärtigem Standpunkte der Untersuchungen über das Centralnervensystem als unbedingte Nothwendigkeit verlangen, den Zusammenhang der einzelnen Fasern mit Nervenzellen zu erforschen; die Entdeckung der Nervenzellen in den Centraltheilen und deren Zusammenhang mit den Nervenfasern hat ja der ganzen Lehre von der Faserung im Gehirn eine andere Basis gegeben. Es sind ebenso in unsern Tagen erst die Daten zureichend die mit Beihülfe des Mikroskops, und zwar mittelst der stärkeren Vergrösserungen desselben, vorgebracht worden sind. Seit der Entdeckung der Nervenzellen im Hirn giebt es aber keine genauen Angaben über den Opticusursprung, wengleich andere Hirnnerven, namentlich diejenigen, welche aus der Medulla oblongata ihre Entstehung nehmen, so der Hypoglossus, der Facialis, der Abducens u. s. w., hierin ein besseres Schicksal gefunden haben. Allerdings haben Jacobowitsch und Owsjannikow ²⁾ darüber Mittheilungen gemacht, die aber kaum als genaue anzusprechen sind. Genannte Forscher lassen die drei Sinnesnerven Olfactorius, Opticus und Acusticus von kleinen Zellen mit feinen Fäden entspringen. Sie fügen hinzu, dass diese Zellen drei bis vier mal kleiner sind, als die in den vordern Rückenmarkshörnern; sie sind heller gefärbt, grauweiss, haben eine mehr ovale Form und geben Ausläufer ab, die feiner sind als die der grossen Zellen und deren Zahl drei bis vier ist.

Alle übrigen Nerven nehmen ihre Ursprünge von grossen und kleinen Zellen. Auch dieses Ergebniss ihrer Untersuchungen haben die Verfasser ihre Theorie von den Bewegungs- und Empfindungszellen gebaut. — In einer folgenden Schrift von Jacobowitsch, die ein halbes Jahr später erschienen ³⁾, hat derselbe seine während dieser Zeit

1) L. c. p. 179.

2) Mikroskopische Untersuchungen über die Nervenursprünge im Gehirn. Bulletin de la classe physico-mathématique de l'academie Impériale des sciences de St. Pétersbourg 1856. p. 178.

3) Mikroskopische Untersuchungen über die Nervenursprünge im Rückenmarke und verlängerten Marke, über die Empfindungszellen und sympathischen Zellen in denselben und über die Structur der Primitivnervenzellen, Nervenfasern und der Nerven überhaupt. Mélanges biologiques de l'academie Impériale des sciences de St. Pétersbourg 1856. p. 374.

gemachte Entdeckung von sympathischen Zellen und Fasern in den Centralorganen mitgetheilt. Demgemäss lässt er nun den Sehnerven¹⁾ „als Repräsentanten der reinen Empfindung des Gesichtssinnes“ auf dem Querschnitte aus gleichmässig runden, mittelmässig grossen Ringen bestehn, zwischen denen auch bedeutend kleinere Ringe, aber sparsamer vorhanden sind. Es kommt folglich darauf zu dem Schluss: „die reinen Gefühlsnerven bestehen aus sensitiven und sympathischen Fasern²⁾“. In Bezug auf den Ursprung des Sehnerven spricht sich der Autor hier schon präciser aus. Er lässt denselben³⁾ von „sogenannten“ Empfindungszellen entspringen, die die grösste Masse des Thalamus bilden. Am innern Rande des Thalamus, zum dritten Ventricel hin, findet sich eine mächtige Lage von unipolaren Zellen, welche auch ihre Ausläufer in den Tractus opticus hineinschicken. Ferner finden sich, nach diesem Schriftsteller, Bindegewebszellen im Thalamus, vorzüglich jedoch im Tractus opticus. Der Tractus opticus enthält ausserdem noch ziemlich ansehnliche Zellen, mit zwei bis drei Kernen, welche der Verfasser für sich entwickelnde Nervenzellen hält!

In einer folgenden Schrift⁴⁾ wiederholt Jacobowitsch in Bezug auf den Opticusursprung Dasselbe. Sonderbarer Weise aber sagt er wenige Seiten vorher⁵⁾: Hier habe ich nur zu bemerken, dass ausser Empfindungszellen im grossen Gehirn überhaupt weder Bewegungszellen noch sympathische Zellen angetroffen werden“, und den Thalamus opticus rechnet Jacobowitsch ebenso wie Andere zum grossen Gehirn. Zahlenangaben über die Grössenverhältnisse der einzelnen Arten von Zellen und Fasern, auf denen doch die Unterscheidung eben dieser Arten zum grössten Theil beruht, suchen wir in allen drei Schriften dieses Autors vergebens.

Nach den Angaben von Jacobowitsch finden sich weiter keine neuen Mittheilungen über den Sehnervenursprung. Kölliker⁶⁾ wiederholt im Jahre 1859 genau dieselben Worte über den Ursprung der Sehnerven, die er wie oben erwähnt, 1850 gebraucht hat. Aus beiden Stellen geht hervor, dass er den Nerven wohl nicht mikroskopisch bis zu seinem wirklichen Ursprung verfolgt hat. — Aus den zeitlichen Verhältnissen der Angaben der einzelnen Autoren leuchtet ein, dass die Zahl derjenigen, die den Opticus zu seinen Quellen verfolgt haben wollten, sich auf einen Einzigen reducirt, sobald es hiess den Ursprung desselben mikroskopisch festzustellen; dieser Einzige ist Jacobowitsch, dessen Beobachtungen, von ihm nur in nuce mitgetheilt, uns recht den Mangel genauerer Mittheilungen von Beobachtungen grade über diesen Punkt deutlich machen. Ich glaube in dem vorhin Erwähnten die Berechtigung für die vorliegenden noch dürftigen Mittheilungen finden zu dürfen.

1) l. c. p. 381.

2) l. c. p. 385.

3) l. c. p. 380.

4) Mittheilungen über die freiere Structur des Gehirns und Rückenmarks. Breslau. p. 44.

5) l. c. p. 39.

6) Handbuch der Gewebelehre. p. 315. 1859.

Die Methode, durch welche ich zu den Resultaten meiner Beobachtungen gekommen, ist die jetzt wol am meisten recipirte. In Chromsäure erhärtete Theile des Hirns, die mit dem Opticus bei Betrachtung mit blossem Auge schon in Verbindung zu stehen scheinen, wurden in aufeinander folgenden Schnitten von erforderlicher Feinheit für das Mikroskop zubereitet, indem sie mit Carmin imbibirt, nachträglich mit Terpentinöl geklärt und zur Conservirung in Canadabalsam gethan. Auf diese Weise wurde eine Reihenfolge mikroskopischer Schnitte erhalten, welche die Grundlage dieser Mittheilungen sind. Bei der grossen Verschiedenheit dieser Methode von den früher gebräuchlichen glaube ich auch darin nicht unrecht zu handeln, wenn ich die mannigfachen Angaben früherer Autoren weniger, als es sonst wünschenswerth erscheinen möchte, berücksichtigt habe. Die Mittel zur Erforschung sind eben zu verschieden, als dass die daraus hervorgegangenen Resultate eine genaue und gewissenhafte Vergleichung ertragen könnten.

Schliesslich erlaube ich mir auf die grossen Schwierigkeiten bei der Beobachtung an diesen Theilen des Gehirns aufmerksam zu machen. Das Rückenmark, das verlängerte Mark, die Brücke, die Kleinhirnrinde haben manche ausgezeichnete Bearbeiter gefunden, dennoch sind auch hier noch nicht allzuviel allgemein anerkannte Thatsachen zu Tage gefördert worden. Indessen sind diese Parthien der Centralorgane des Nervensystems glänzend angebaute Felder, im Vergleich zu den noch wenig untersuchten Theilen des Grosshirns. In meiner Absicht lag es ursprünglich die feineren Structurverhältnisse des Thalamus opticus einer genaueren Untersuchung zu unterwerfen, indessen kam ich sehr bald davon zurück. Ich muss es jetzt als eine Uebereilung bezeichnen hier vordringen zu wollen, ehe die dahinter liegenden Theile, die Vierhügel und Corpora geniculata einer genaueren Untersuchung als bisher, unterworfen worden sind. Froh war ich daher am Tractus opticus einen Wegweiser gefunden zu haben, der in diesem Wirrniss von Fasern und Zellen, das Mittel an die Hand gab wenigstens einen Theil derselben in ihren Beziehungen richtig aufzufassen. Auf diese Weise gelangte ich dazu den Ursprung des Sehnerven aufzufinden. Da mir dieses im Thalamus opticus gelungen, so versuchte ich den Tractus opticus in seinen Verhältnissen zu den übrigen ihn umgebenden Hirntheilen zu verfolgen. Die Hauptschwierigkeiten der Untersuchung liegen wesentlich in der Feinheit der hier sich vorfindenden Elemente und in der scheinbaren vollständigen Regellosigkeit, in welcher sie sich dem Betrachter zuerst darstellen. Die Zellen gehören keineswegs zu den grossen und ihre Ausläufer sind sehr fein; eben solche Feinheit herrscht hier in den Fasern, die meist nicht bündelweise verlaufen, sondern wo eine jede in den häufigsten Fällen ihren eignen Weg einschlägt. Wie schwer aber Fasern von etwa 0,002 mm. breit einzeln zu verfolgen sind, wird Jeder erfahren haben, der diese Hirntheile einer Untersuchung unterworfen hat. Auch die bedeutende Grössenentwicklung des Thalamus opticus, in Beziehung auf die in ihm enthaltenen Elemente, ist ein bedeutendes Hinderniss zur exacten Erforschung eben dieses Theils. Ein Uebelstand, wenngleich ein geringerer, ist ferner der Mangel brauchbarer Angaben über die Richtung, in der die Fasern aller Gebilde dieser Hirngegend verlaufen und die daraus folgende Unsicherheit einen mikros-

kopischen Schnitt in erforderlicher Ausdehnung zu verfertigen, ohne den Zusammenhang zu einander gehöriger Theile zu trennen. Endlich haben die Fasern keinen geradlinigen Verlauf und verlassen sehr bald die bloß kurze Strecken eingehaltene Ebene. In diesen Schwierigkeiten hoffe ich, dass das Lückenhafte der folgenden Mittheilungen eine Entschuldigung finden wird.

Der Tractus opticus, in seinem weiteren Verlaufe als ein rundlicher Strang an der untern Fläche des Gehirns vorspringend, zeigt an seinem Anfange eine Furche, die je mehr nach vorne, desto flacher wird. Nach hinten und innen von derselben befindet sich der geringere Theil des Sehstreifens; er verläuft in gleichmässiger Breite bis zur unteren Spitze des Corpus geniculatum internum, in das er einzudringen scheint. Bei einem Gehirne sehe ich von dieser Parthie des Sehstreifens sich einen kleinen Theil abzweigen, welcher hinter dem Corpus geniculatum internum vorbeizieht und in den Seitenarm des hintern Vierhügels (nach Burdach)¹⁾ hineingeht; dieser Streifen war auf einer Seite stark, auf der andern jedoch nur schwach markirt. Die vordere, äussere und zugleich stärkere Parthie des Sehstreifens geht in eine dicke Anschwellung am untern Ende des Sehhügels über, welche an letzterem nach innen und hinten zu deutlich vorspringt. Diese Anschwellung muss ich für das Corpus geniculatum externum halten, gleich Burdach²⁾ und Arnold³⁾. Burdach lässt nämlich den äusseren Kniehöcker mit dem Seitenarm des oberen Vierhügels und mit dem Sehstreifen zusammenhängen; letzteres sieht man deutlich; die Verbindung mit dem Seitenarm des vordern Vierhügels liegt nicht so klar vor Augen. Der Bindearm tritt etwas oberhalb in den Thalamus ein, so dass man eine unmittelbare Verbindung mit dem äusseren Kniehöcker nicht bemerkt. An einzelnen Gehirnen jedoch sieht man diesen Bindearm leicht vorspringend sich mit dem äusseren Kniehöcker anscheinend verbinden. Arnold sagt, der äussere Kniehöcker gehöre dem Theile der Wurzel des Sehnerven, welcher vom Sehhügelpolster kommt, an, was in der That sich so verhält, wenn man diese Anschwellung als äusseren Kniehöcker benennt. In dieser Bezeichnung der beiden Kniehöcker sind die Angaben der Autoren nicht übereinstimmend. Sie werden zumeist als Anhänge des Sehhügels abgehandelt und ihre Verbindung mit den Bindearmen der Vierhügel als Criterium hervorgehoben. An den meisten Gehirnen sieht man nur einen Kniehöcker deutlich, es ist derjenige, welcher mit dem Bindearm des hintern Vierhügels zusammenhängt; nach dem andern Kniehöcker würde man vergeblich suchen, wenn man an dem Bindearm des vordern Vierhügels ihn auffinden wollte. Den stets deutlich zu sehenden, als ein ovaler Körper am hintern Bindearm vorspringenden Kniehöcker, nennen nun, wie erwähnt, Burdach und Arnold den inneren Kniehöcker; Krause⁴⁾ und Hyrtl⁵⁾ dagegen den äusseren; demnach wird

1) l. c. Bd. II. p. 113.

2) l. c. Bd. II. p. 118.

3) l. c. Bd. II. Abth. II. p. 752.

4) Handbuch der menschlichen Anatomie 1842. p. 1010.

5) Lehrbuch der Anatomie des Menschen 1855. p. 635.

umgekehrt der äussere jener, als innerer von diesen aufgeführt. Ich muss mich nach den Resultaten mikroskopischer Forschung für die erstere Bezeichnung entscheiden. Der äussere Kniehöcker ist ganz in den Thalamus opticus, für das unbewaffnete Auge, eingebettet. Burdach¹⁾ führt noch an, dass er als eine Erhöhung dem Thalamus aufsitzen bleibt, wenn man die Ringschicht desselben abgehoben hat.

Die mikroskopische Forschung soll nun den Nachweis liefern, in wiefern der Zusammenhang dieser Theile mit dem Sehstreifen ein wirklicher oder nur ein scheinbarer ist, indem möglicher Weise die Fasern des Tractus diese Gebilde nur oberflächlich berühren oder nur durch sie hindurch treten, um zu andern Theilen des Gehirns zu gelangen, und in wie weit sich eine Verbindung der Schnervenfasern mit den Nervenzellen dieser Hirntheile dabei herausstellt; dazu kommt endlich das Verhalten des Sehstreifens zu den ihn in seinem weiteren Verlauf umgebenden Theilen zu prüfen. Darnach zerfällt die Aufgabe leicht in drei Theile: 1) Verhalten der vorderen Wurzel zum Thalamus opticus und Corpus geniculatum externum, 2) der hinteren Wurzel zum Corpus geniculatum internum und zum Bindearm des hintern Vierhügels, resp. zu diesem selbst, 3) des Sehstreifens selbst zum Pedunculus cerebri, der Substantia perforata antica und der Lamina terminalis.

I. Verhalten der vorderen Wurzel des Tractus opticus zum Thalamus opticus und zum Corpus geniculatum externum.

Ein horizontaler Schnitt durch den Thalamus opticus in der Höhe des Corpus geniculatum internum zeigt folgende Beschaffenheit. Von innen nach aussen zu sich verjüngend läuft der Pedunculus cerebri wenig gefärbt, ein fasriges Aussehen darbietend. Nach hinten vom Pedunculus cerebri markirt sich eine ovale dunklere Masse, die durch einen feinen, lichten Saum sich sauber von dem übrigen Bilde abgrenzt; es ist der Durchschnitt des Corpus geniculatum internum. Am äusseren Rande des Thalamus opticus sieht man einen hellen breiten Streifen den Pedunculus einschliessen, der mehr nach vorne zu sich nach innen wendet und sich dort zwischen den Pedunculus und eine dunkel gefärbte Parthie hinein schiebt; letztere ist der Durchschnitt des Substantia perforata antica, der Streifen selbst aber der des Tractus opticus. Nach aussen und etwas nach vorn vom Corpus geniculatum internum, hart hinten dem Pedunculus cerebri anliegend, zeigt sich eine Stelle von auffallender Zeichnung, namentlich sobald man das Präparat gegen das Licht hält; diese Zeichnung grenzt nach vorn an den Tractus opticus, nach hinten lehnt sich an sie das übrige hintere Theil des Thalamus, der dunkel gefärbt ist, aber keine weiteren Unterschiede für das unbewaffnete Auge darbietet. Ich werde die so gezeichnete Parthie des Thalamus den Opticuskern desselben nennen, und glaube die Berechtigung zu dieser Bezeichnung in den weiter mitzutheilenden Thatsachen zu finden.

1) l. c. Bd. II. p. 118.

Diese von mir als Sehnervenkern des Thalamus bezeichnete Stelle an einem feinen Schnitte gegen das Licht betrachtet, stellt sich als ein unregelmässiges Dreieck mit abgerundeten Winkeln dar, dessen längste Seite nach innen liegt, dessen mittlere hintere nach vorn und aussen läuft, während die kürzeste vordere mehr steil abfallend zur ersten zurückkehrt. An diese ganze vordere Seite schliesst sich der Tractus an; er läuft aber auch längs der hinteren Seite, je mehr nach hinten, desto mehr sich verjüngend. Das Dreieck zeigt in seiner Area eine verschiedene Färbung. Nach innen vom Tractus erscheint ein dunkelgefärbter, etwa ein Millimeter breiter Streifen, der nach innen zu wiederum von einem feinen hellen begrenzt wird; noch weiter nach innen folgen bogenförmige dunkle und helle Streifen auf einander, jedoch nicht so genau concentrisch. Das Ganze nimmt sich so geschichtet aus, wie ein Stärkmehlkorn. Dieser Opticuskern ist in Fig. I etwa viermal vergrössert dargestellt.

Unterwirft man den Sehnervenkern der mikroskopischen Betrachtung bei schwacher Vergrösserung (hundertachzigfach), so lösen sich die dunklen Streifen zu Zellenhaufen auf, die lichten dagegen zu feinen Fasern. Die Zellenhaufen zeigen eine gekrümmte, bandartige Anordnung, namentlich der äusserste dunkle, der aus einer Masse von dicht aneinander gedrängten Zellen von fünf bis zehn Reihen Tiefe, die zumeist alternirend in den einzelnen Reihen stehen, zusammengesetzt ist. Die mehr nach innen liegenden Zellenhaufen sind nicht so regelmässig angeordnet und die einzelnen Zellen stehen auch nicht so gedrängt aneinander. Der äusserste helle Streifen, der aussen den äussersten dunklen umgürtet, besteht aus den Fasern des Tractus opticus, dessen Breite nach vorne zu bedeutend zunimmt; nach innen weist der Tractus keine genaue Grenze auf, die äussere Grenze ist dagegen klar ausgesprochen. Die Fasern des Tractus erhalten demnach ihren Zuwachs von innen her. An der vorderen Seite des Sehnervenkerns finden sich die Fasern des Tractus opticus in geschlossener Reihe. Verfolgt man sie von hier aus nach hinten zu, so weichen sie in einzelne Stränge auseinander, zwischen welchen sich die Zellen vorfinden, je weiter nach hinten, desto feiner werden die einzelnen Bündel, die in der hintern Parthie des Kerns sich dem Auge gänzlich entziehen. Durch diese Faserbündel, die zwischen den Zellen liegen, wird ein streifiges Ansehn des ganzen Kerns hervorgebracht, welche Streifung von vorn nach hinten verläuft. Ausser dieser Streifung, die sehr deutlich hervortritt, bemerkt man eine viel feinere, namentlich bei veränderter Einstellung des Mikroskops sichtbar werdende, die von aussen nach innen läuft. Die Betrachtung bei so schwacher Vergrösserung ergiebt indess keine Einsicht in den Zusammenhang der den Sehnervenkern zusammensetzenden Elemente, man muss sich hierzu einer drei bis fünfhundertfachen Vergrösserung bedienen, dagegen ist sie zur Uebersicht der Anordnung derselben von wesentlichem Nutzen. Fig. II zeigt den Sehnervenkern bei achtzigmaliger Vergrösserung.

Die Elemente des Sehnervenkerns sind Nervenzellen, eine sie umgebende Grundsubstanz und Nervenfasern.

Die Nervenzellen sind dunkelgefärbte, ovale, mit einem Kern versehene Körper. Eine sie umgebende Membran habe ich nicht gesehen; ebensowenig tritt ein lichter Halo

um sie herum auf, wie das bei Nervenzellen im Centralnervensystem bei erhärteten Präparaten vorkommt, sie sind vielmehr fest in die Grundsubstanz eingebettet. Ihr Ausmaass schwankt von 0,01—0,022 mm. Länge, im Durchschnitt 0,0166 und 0,006—0,014 mm. Breite, im Durchschnitt 0,01. Die Grösse der Kerne ist 0,004—0,008 mm. Länge und 0,004—0,006 mm. Breite. Man hat sich gewöhnt die grossen Zellen in den vordern Hörnern des Rückenmarks, als die am Besten gekannten, als Maassstab für die Vergleichung anzunehmen, und mit Recht, iudem man nach ihnen sich leicht eine Grössenvorstellung der übrigen machen kann. In der Pars dorsalis des Rückenmarks messen diese Zellen nun: 0,038—0,052 mm. Länge, im Durchschnitt 0,041, und 0,022—0,036 mm. Breite, im Durchschnitt 0,024 mm. Es stellt sich dabei heraus, dass die Zellen des Sehnervenkerns etwa ein Drittel der Grösse jener im Rückenmarke darbieten. Ein Kernkörperchen lässt sich nicht immer deutlich erkennen. Eine besondere Stellung halten die Zellen nicht ein, bloss im äussersten Streifen stehen die meisten Zellen mit ihrer Längsachse senkrecht zu der des Tractus opticus. Was die Zahl ihrer Ausläufer betrifft, so habe ich deren nie mehr als zwei gesehen, die meisten Zellen weisen einen auf, viele sind ganz ohne Ausläufer, welche letztere ich aber nur für verstümmelte halten kann. Theilungen der Ausläufer sind mir nicht zu Gesicht gekommen. Bei den Zellen mit doppelten Ausläufern treten diese in der Richtung der Längsachse derselben auf. Solche mit doppelten Ausläufern versehene Zellen sind zumeist in dem äussersten Zellenbände zu finden; hier geht ein Fortsatz direkt zwischen die Fasern des Tractus hinein, wo er sich bald nicht weiter verfolgen lässt, der andere läuft nach innen und vorn; dieser nach innen ziehende Fortsatz schliesst sich dort meist den in der Area des Sehnervenkerns verlaufenden Faserbündeln an, und entzieht sich so in der Menge der Fasern dem Auge. Haben die Zellen nur einen Ausläufer, so läuft dieser nach innen und vorn, wenn er von den äusseren Zellparthien des Kerns, oder nach aussen und vorn, wenn er von den mehr nach innen befindlichen Zellengruppen kommt; ferner durchdringen die Zellenausläufer benachbarte Zellengruppen; endlich gehen von dem äussersten Zellenbände die Ausläufer direct in den Tractus, jedoch in verhältnissmässig geringer Anzahl. Die Zellenausläufer sind Anfangs fein granulirt, etwas dunkler gefärbt als die sie umgebenden Fasern, von derselben Breite, etwa 0,002 mm.; bald jedoch verliert sich diese granulirte Beschaffenheit und sie sind alsdann gar nicht mehr von den Fasern zu unterscheiden. Die von aussen nach innen und umgekehrt verlaufenden Ausläufer bringen das früher erwähnte feinere streifige Ansehen hervor, welches man, wie oben erwähnt, bei schwächerer Vergrösserung bemerkt.

Die Nervenfasern im Opticuskern und im Anfange des Tractus sind 0,002 mm. breit, verlaufen etwas wellig und durchaus nicht parallel neben einander, sondern kreuzen einander unter spitzen Winkeln. Erst mehr nach vorn im Tractus wird ihr Verlauf ein mehr geregelter. Zwischen diesen Fasern sieht man eine Menge kleiner, runder, granulirter, röthlich gefärbter Körperchen, von einem Durchmesser, der dem der Fasern gleichkommt, meist aber etwas übertrifft, welche bald in einzelnen Reihen, bald ganz unregelmässig zwischen den Fasern zerstreut, in bedeutender Anzahl sich vorfinden. Durch sorg-

sames Verfolgen einzelner Nervenfasern, namentlich in den Randparthien der Präparate, wo sich oft einzelne Fasern isolirt zeigen, gelang es mir diese Körperchen als die Querschnitte der Nervenfasern zu erkennen, indem einzelne Fasern mit einem solchen Körperchen endigten. Diese Querschnitte der Nervenfasern gaben mir auch die Ueberzeugung, dass die Fasern im Sehnervenkern nackte Achsencylinder seien, indem ich durchaus keine Nervenscheide, ebensowenig wie einen leeren Raum fand, der einer durch die Einwirkung des Terpenthinöls dem Auge entzogenen Markscheide entsprechen konnte. Zweierlei ist mir bei dieser Auffassung der Fasern als nackter Achsencylinder auffallend geblieben, das etwas grössere Ausmaass des Querschnitts und der Farbenunterschied, den der Längs- und Querschnitt der Fasern darbietet. Das Erstere lässt sich wol darauf zurückführen, dass die Fasern mehr schräg als quer vom Schnitt getroffen werden; für die Ursache des Letzteren habe ich kaum eine Vermuthung. Die Fasern zeigen im Längsschnitt nämlich einen geringeren Grad der Färbung, als dort wo der Querschnitt derselben sich vorweist, und dennoch sieht man an letzterem nicht, dass der Rand schwächer gefärbt als die Mitte ist, vielmehr ist die Färbung ganz gleichmässig. Zur grösseren Sicherstellung gegen eine Verwechslung dieser Achsencylinderquerschnitte mit Bindegewebskernen, verglich ich sie sorgfältig, einerseits mit den Kernen der Capillargefässe, andererseits mit den Achsencylinderquerschnitten in der weissen Substanz des Rückenmarks; von den letzteren sie zu unterscheiden war mir unmöglich, dagegen haben die Kerne der Capillaren eine mehr längliche Gestalt und ein anderes Aussehen. Wer beide Gebilde neben einander sieht, und jeder Durchschnitt bietet es dar, wird sehr bald sie durch den blossen Anblick auseinander halten können.

Die Grundsubstanz, in der die Zellen des Sehnervenkerns liegen, ist eine feinkörnige Masse, wie die Grundsubstanz in der grauen Substanz des Rückenmarks. Sie ist in sehr geringer Masse vorhanden; erst bei einer Vergrösserung von fünfhundert tritt sie deutlich hervor. An Capillaren ist der Sehnervenkern reich, Gefässe von grösserem Durchmesser habe ich selten angetroffen. Ueber das Bindegewebe an diesem Orte kann ich keine Data geben; ist es vorhanden, so ist es nur in geringer Menge und in keiner ausgesprochenen Form zu finden, ausgenommen wo es in Begleitung stärkerer Gefässe auftritt. Aufeinander folgende Horizontalschnitte lehren uns, dass der Sehnervenkern eine linsenförmige Gestalt hat. Man kann die Resultate dieser Beobachtungen etwa in folgende Sätze zusammendrängen:

- a) Es befindet sich im Thalamus opticus, nach aussen vom Corpus geniculatum internum eine Nervenzellenansammlung, von welcher der Sehnerv zum Theil entspringt.
- b) Diese Nervenzellenansammlung hat eine linsenförmige Gestalt und einen concentrisch geschichteten Bau.
- c) Die Nervenzellen gehören zu den kleinsten in den Centraltheilen des Nervensystems und sind meist unipolar; bipolare finden sich nicht in derselben Menge.

- d) Die Nervenzellenausläufer sind die Anfänge der Fasern des Tractus opticus.
 - e) Die Fasern des Tractus opticus sind beim Beginn nackte Achsen-cylinder.
-

Es ist früher erwähnt, aus welchen Gründen ich mich von der Richtigkeit der Angaben von Burdach und Arnold überzeugt habe, indem ich die Bezeichnung Corpus geniculatum externum auf dasselbe Gebilde beziehe, wie die genannten Forscher. Ich halte ebenfalls dafür, um es hier nochmals zu wiederholen, dass jenes Ganglion in dem Thalamus opticus eingebettet liegt, und zwar an der Stelle, wo, hart vor dem Anfang des Tractus opticus, eine Ausbuchtung nach hinten am innern Rande des Thalamus sich zeigt. Macht man an einem in Chromsäure erhärteten Thalamus opticus an dieser Stelle, parallel der Oberfläche, feine Durchschnitte, so dass zugleich ein Theil des Tractus mitgetroffen wird, und lässt sie einige Stunden in einer Carminlösung liegen, so tritt in der Mitte des Durchschnitte eine spindelförmige, vom Carmin stark imbibirte, dunkelgefärbte Stelle auf, umgeben von einer ungefärbten Borde. Diese spindelförmige Figur wird bei jedem folgenden Schnitte grösser, bis sie mehr zur Tiefe hin, wieder abnimmt. Nach unten zum Tractus hin spitzt sich die Figur schärfer zu, als nach oben. Durchschnittlich ist diese dunkle Stelle einen Centimeter lang und gegen vier Millimeter breit. Es ist diese dunkle Stelle der Zellenkern des Corpus geniculatum externum; die nicht gefärbte Borde entspricht nach unten zu den Fasern des Tractus, in der Peripherie des Kerns gehört sie dem Corpus geniculatum selbst an, nach oben endlich geht sie in die umhüllende Faserschicht des Thalamus opticus über.

Bei schwacher Vergrösserung ist es am besten die Gesamtanordnung der Zellen und Fasern kennen zu lernen und man thut gut vom Tractus auszugehen. Langt man beim Verschieben des Präparats hinauf an die Stelle, wo die Zellen aufzutreten beginnen, so sieht man, dass der grösste Theil der Fasern des Tractus übergeht in die Fasermassen, welche den Rand des Corpus geniculatum externum bilden. Aber auch in die Spitze des Zellenhaufens und mehr zur Seite dieser Spitze treten Faserzüge des Tractus zwischen die Zellen hinein, die je mehr nach oben sie kommen, desto schmaler werden und schliesslich so fein, dass sie sich nicht mehr verfolgen lassen. Durch diese hineinlaufenden Faserzüge werden die Zellen ebenfalls in lineäre Gruppen abgetheilt, was namentlich seitlich vor der Spitze der Fall ist, so dass einzelne Zellencolumnen, wie vom Kern abgesprengt erscheinen und mitten zwischen Fasermassen zu liegen kommen.

Zur Erforschung der feineren Verhältnisse genügt erst, eben so wie beim Schner-venkern im Thalamus opticus, eine drei bis fünfhundertfache Vergrösserung. Dann erscheinen die Zellen als spindelförmige, eiförmige, oder unregelmässig rundliche, mit einem Kern versehene Körper. Die erste Form zeigt sich hauptsächlich an den Zellencolumnen, die längs den Faserzügen liegen und an den Rändern des Zellenhaufens; ganz besonders an den Zellen, die mitten zwischen den Fasern drin liegen. Die ovalen Zellen liegen mit

den unregelmässig rundlichen vermischt, mehr in der Mitte und nach oben zu, es zeigt sich aber das Besondere, dass das zugespitzte Ende der Eiform zumeist zum Tractus hin sieht, oder nach den Randfasern des Corpus geniculatum gerichtet erscheint. Die Länge der Zellen variirt zwischen 0,018—0,03 mm., im Durchschnitt 0,023 mm.; die Breite beträgt fast immer 0,012 mm. Die grössere Abweichung in der Längendimension findet wohl zum Theil ihre Erklärung darin, dass sich der Anfang der Ausläufer nicht genau bestimmen lässt. Die Grösse des Kerns schwankt zwischen 0,008—0,012 mm. Ein Kernkörperchen ist bisweilen aufzufinden, hebt sich aber, eben so wie der Kern, nicht deutlich von der Substanz der Zelle ab. Was nun die Stellung der Zellen anbelangt, so haben sie zumeist eine den Fasern des Tractus gleiche Richtung, hauptsächlich die spindelförmigen. In der Mitte des Zellenhaufens und mehr nach oben hin, wird die Stellung unregelmässiger, so dass man nur im Allgemeinen von einer Richtung nach unten und aussen, als der vorherrschenden sprechen kann; von den eiförmigen Zellen ist die Besonderheit der Stellung schon erwähnt.

Die Ausläufer der Zellen sind zumeist zwei an der Zahl, es gilt diess namentlich von den spindelförmigen Zellen und treten von den beiden Endpunkten der Längsachse der Zellen ab; sie liegen somit parallel den Faserzügen des Tractus. Bei den ovalen Zellen ist es mir nicht gelungen mehr als einen Fortsatz aufzufinden; er geht in der Richtung nach aussen und unten und gerade nach unten von dem spitzen Ende des Ovals ab. Der obere Rand dieser ovalen Zellen zeigt keine Spur von einem Abreissen eines Ausläufers, vielmehr geht der Contour glatt und ohne Unterbrechung fort; ich muss daher diese ovale Zellen für unipolare halten. Weit schwieriger ist es die Zahl der Ausläufer bei den unregelmässig rundlichen Zellen festzustellen, die meist die Mitte des Zellenhaufens einnehmen. Ich habe hier mich auch nur von der Gegenwart zweier Zellenausläufer überzeugen können, indessen erweckt es doch Verdacht, dass Ausläufer abgerissen sein könnten, da diese zwei Ausläufer nicht wie bei den spindelförmigen Zellen diametral gegenüber stehen, sondern von wechselnden Stellen und der Contour zwischen den beiden Ausläufern nicht immer glatt erscheint. Ausserdem liegen in der Mitte des Zellenhaufens die Zellen so gedrängt, dass die Ausläufer und Fasern dazwischen selten gestatten, einen einzelnen Fortsatz genau zu verfolgen. Zellen endlich ganz ohne Ausläufer finden sich hin und wieder, sind aber für verstümmelte zu halten. — Am Rande des Zellenhaufens und neben den eintretenden Faserbündeln sind dagegen die Zellenfortsätze leicht zu verfolgen, und darf es als ausgemacht angesehen werden, dass Ausläufer zwischen die Randfasern und zwischen die Faserbündel unter spitzen Winkeln eintreten, eine Strecke parallel den Fasern sich verfolgen lassen und endlich nicht mehr von ihnen unterschieden werden können.

In Bezug auf den Faserverlauf ist das Nöthige erwähnt worden. Auch hier treten eben solche Mengen kleiner, kreisförmiger, röthlichgefärbter Körper auf, sowohl im Tractus als auch in den Randfasern des Corpus geniculatum und ich habe mich ebenfalls hier überzeugt, dass es die Querschnitte der Fasern sind, und dass mithin die Fasern

selbst nackte Achsencylinder sind, wie das oben beim Sehnervenkern der Thalamus schon besprochen worden. Beim Abschätzen des Contingents von Fasern, die das Corpus geniculatum externum dem Tractus opticus liefert, kommt man zum Schluss, dass etwa halb so viel Fasern von ihm entstehen, als aus dem Sehnervenkern im Thalamus opticus. Folgendes lässt sich mit Sicherheit behaupten:

- a) Das Corpus geniculatum externum ist eine spindelförmige Zellenansammlung, an der Wurzel des Tractus im hintersten Theile des Thalamus gelegen.
- b) Das Corpus geniculatum externum ist als eine bedeutende Quelle der Sehnervenfaser anzusehen.
- c) Die Nervenzellen sind durchschnittlich etwas grösser als im Sehnervenkern des Thalamus und es finden sich hier mehr bipolare Zellen vor.
- d u. e) Von Punkt d. u. e. gilt dasselbe, was beim Sehnervenkern des Thalamus opticus gesagt ist.

II. Verhalten der hinteren Wurzel des Tractus opticus zum Corpus geniculatum internum und zu den Vierhügeln.

Die hintere Wurzel des Tractus opticus geht bis zum unteren Ende des Corpus geniculatum internum, in welches sie bei Betrachtung mit blossen Auge überzugehen scheint. Schnitte parallel der Oberfläche des Corpus geniculatum und senkrecht auf dieselbe zeigen uns das Corpus als einen ovalen Körper, dessen Breite etwa die Hälfte der Länge beträgt, die Dicke aber der Breite nicht gleichkommt, so dass man die Form des Corpus geniculatum am Besten einer Mandel vergleichen könnte. Man sieht bei mit Carmin gefärbten Schnitten aber schon mit blossen Auge, besonders deutlich wenn man den Schnitt bei durchfallendem Lichte betrachtet, dass der Tractus opticus sich vom Corpus geniculatum abgrenzt. Der Contour des Letzteren, ein lichter Saum geht, um das untere Ende herum und dadurch hebt sich der Tractus vom Corpus ab. Die Anfangsstelle des Tractus selbst ist von kleinen Löchern durchbohrt und zeigt bei senkrechten Schnitten nach innen zu eine dunkelgefärbte Stelle.

Bei schwächer Vergrösserung (180) erweist sich das Corpus geniculatum internum als eine Nervenzellenansammlung, deren Zellen sehr klein sind, umgeben von einer breiten Faserschicht, unterscheidet sich aber wesentlich vom Corpus geniculatum externum dadurch, dass die Faserschicht auch um die untere Peripherie der Nervenzellengruppe sich herumschlägt, während bei dem Corpus geniculatum externum diese Faserschicht direct in den Tractus übergeht. Jene oben erwähnte dunkelgefärbte Stelle im Tractus opticus, die man bei senkrechten Schnitten sieht, erscheint ebenfalls als eine bedeutende Zellenansammlung, von der nach unten zu einzelne Zellenreihen weit in den Tractus hineinlaufen. Diese Zellen sind es auch, die den Fasern des Tractus opticus zum Ursprunge dienen.

Ihre Grösse ist 0,016—0,028 mm., durchschnittlich 0,022 der Länge, und 0,01—0,016 mm. der Breite, durchschnittlich 0,013. Der Kern misst meist 0,008 mm. Form und Stellung der Zellen gleicht ganz denen des Corpus geniculatum externum und könnte ich der Beschreibung Nichts hinzufügen. Jedenfalls ist diese Stelle das vollständige Analogon des Corpus geniculatum externum in Bezug auf den Tractus opticus, nicht aber das Corpus geniculatum internum. Die Zellen des Corpus geniculatum internum messen durchschnittlich 0,018 mm. der Länge und 0,012 mm. der Breite. Bei ihnen erkennt man keine regelmässige Stellung, nur gegen die Randfasern hin ist ihre Längsachse senkrecht auf die der Randfasern gerichtet. Von diesen Zellen habe ich Ausläufer zwischen die Randfasern hineintreten sehen. Zwischen den Randfasern selbst finden sich an einzelnen Orten eingesprengt Reihen von Zellen, die dann immer mit ihrer Längsachse den Fasern parallel verlaufen. Von diesen Randfasern geht ein Theil direct in den Tractus opticus über und nimmt also das Corpus geniculatum internum ebenfalls an der Bildung des Sehstreifens Antheil. Die Lücken im Anfange der hintern Wurzel halte ich für Räume, in denen Gefässe gelegen haben, die von der Pia mater in dieselbe hineingingen; ich hatte an dem Präparate, von welchem ich die Durchschnitte gemacht habe, die Pia mater und die eintretenden gröberen Gefässe vorher entfernt.

Da die Fasern der hintern Wurzel des Sehnerven in dem von mir beschriebenen Zellenhaufen ihren Anfang nehmen, sowie in geringerer Masse von den Zellen des Corpus geniculatum internum, durch Vermittlung der Randfasern stammen, so ergibt sich, dass die übrigen Parthien der Vierhügelregion erst durch diese Zellen mit dem Tractus opticus in Verbindung stehen können, also keineswegs für Ursprungsstätten des Tractus opticus anzusehen sind. Wie diese Verbindung sich gestaltet, darüber haben meine, mir jetzt zu Gebote stehenden Präparate, keine klare Auskunft gegeben.

III. Verhältniss des Sehstreifens zum Pedunculus cerebri, der Substantia perforata antica lateralis und der Lamina terminalis.

Von einigen Schriftstellern ist behauptet worden, dass der Tractus opticus auch vom Pedunculus cerebri ein Contingent von Fasern geliefert bekäme; indess sind es nur wenige Autoren. Mir ist es nicht geglückt irgend welche Verbindung zu finden. Der Tractus opticus geht quer über den Pedunculus hinweg, nach unten zu frei vorspringend. Bei Horizontalschnitten, die mehr oberhalb entnommen wurden, wo beide Gebilde aneinander stossen, geschieht es oft, dass sie sich von einander trennen, was jedoch bei einiger Vorsicht vermieden werden kann, so dass man ihr wechselseitiges Verhalten beobachten kann. Die Fasern des Pedunculus ziehen von innen nach aussen, liegen aber nicht parallel nebeneinander, sondern stossen in sehr spitzen Winkeln aufeinander, so dass eine Art Wirbellinie dadurch entsteht; solche Wirbellinien finden sich in bedeutender Anzahl vor. Auf diese Weise entstehen, wenn ich mich so ausdrücken darf, keilförmige, mit der Spitze nach aussen gerichtete Stränge, die aber nicht von einander abgegränzt sind, und

es erklärt sich hieraus, zum Theil wenigstens, der Unterschied der Dimensionen des Pedunculus cerebri innen und dort wo er auf den Tractus trifft. Ob nicht auch die Fasern die Horizontalebene verlassen und nach oben abbiegen, darüber haben mir meine vorliegenden Präparate keine Aufklärung gegeben. Die Fasern des Tractus nun kreuzen diese Fasern unter einem rechten oder doch einem rechten nahezu gleichen Winkel und nie habe ich eine Umbiegung der Fasern des Pedunculus in dieselben gesehen. Eine scharfe Grenzlinie zwischen diesen beiden Gebilden existirt aber dennoch nicht, und es bleibt auffallend, dass, da doch die Fasern des Pedunculus über den Tractus wegziehen müssen, es mir nicht gelungen ist, Quer- oder Schrägschnitte derselben zur Ansicht zu bekommen. Senkrechte Durchschnitte durch den Pedunculus und Tractus zugleich müssen daher genauere Auskunft geben und in der That bestätigen sie vollkommen, dass keine Verbindung zwischen beiden Gebilden vorhanden. Bei diesen Schnitten fällt der Tractus stets vom Pedunculus ab, und es ist mir selbst bei möglichster Sorgfalt nie gelungen, beide in situ zu erhalten. Hier zeigt der Querschnitt des Tractus eine dreieckige Gestalt, deren Grundfläche nach oben gerichtet ist. Am Pedunculus sieht man am unteren Rande die Fasern gerade fortlaufen. Wie sich der Pedunculus und Tractus zu einander verhalten, nachdem letzterer seine Biegung nach innen zu gemacht hat, wird weiter unten erwähnt werden. Es geht aus dem eben Mitgetheilten hervor, dass Pedunculus und Tractus nur durch einfache Aufeinanderlagerung zusammengehalten werden und kein Uebergang von Fasern aus ersterem in den letzteren statuirt werden kann.

Sobald der Tractus opticus seine Biegung nach innen macht, kommt er zwischen den Pedunculus und Substantia perforata antica zu liegen, jedoch bleibt seine untere Partie frei vorspringend und erst bei höheren Durchschnitten sieht man ihn zwischen diese beiden Gebilde eingeschoben. Man bekommt aber bei horizontal geführten Schnitten den Tractus nicht in gleicher Ausdehnung zu Gesicht, da er nicht genau in derselben Horizontalen verläuft, sondern eine Biegung nach oben macht; je höher der Schnitt geführt worden ist, ein desto grösserer Theil des Tractus fällt in den Schnitt. Zieht man das Mikroskop zu Hülfe, so sieht man zwischen den Fasern des Tractus und denen des Pedunculus auch hier keine Verbindung, sondern die Fasern beider laufen in einem Winkel gegen einander, ohne dass man einen Uebergang der Fasern von letzteren zu denen des ersteren sieht. Auch hier trennt sich der Pedunculus leicht vom Tractus. Anders verhält es sich mit der Substantia perforata antica und dem Tractus. Eine ausgesprochene Grenze ist hier nicht sichtbar, auch trennt sich bei allen Schnitten nie der Tractus ab.

Was zunächst bei der Betrachtung der Substantia perforata antica auffällt, ist eine Menge schöner multipolarer Ganglienzellen, die zuerst an zwei Stellen in einzelnen Exemplaren auftreten, mit jedem höheren Schnitt an Masse zunehmen, so dass sie zwei grosse Zellenhaufen bilden, die noch mehr nach oben endlich zu einem zusammenschmelzen. Diese Zellen sind von unregelmässig ovaler Form, von 0,022 — 0,034 mm. Länge, durchschnittlich 0,026, und 0,016 — 0,022 mm. Breite, durchschnittlich 0,02; die Länge der Kerne ist zumeist 0,012, die Breite 0,008 mm. Ihre Ausläufer, deren ich bis vier zählte und

verhältnissmässig sehr fein und lassen sich zwischen den Fasern, die diese Zellenhaufen durchsetzen, nicht in genügender Weise verfolgen. Eine Regelmässigkeit in der Stellung der Zellen lässt sich nicht auffinden, ebensowenig ist es möglich den Fasern zwischen ihnen einen bestimmten Verlauf zuzuschreiben, nur im Allgemeinen lässt sich sagen, dass sie die Richtung gegen den Tractus einhalten. Ob sie aber Alle oder nur zum Theil in den Tractus übergehen, kann ich nicht mit Bestimmtheit versichern; die Betrachtung vieler Präparate hat es indess mir wahrscheinlich gemacht, dass letzteres der Fall ist.

Kann ich nun von den eben angeführten Zellen nicht mit Sicherheit behaupten, dass sie an der Bildung des Tractus theilnehmen, so giebt es doch eine andere Parthie Zellen der Substantia perforata, die evident diesem Zwecke dient. Bei Horizontalschnitten, etwa in der Mitte der Dicke des Tractus, (vide Fig. IV) die die Substantia perforata im Zusammenhang mit ihm darbieten, sieht man eine Borde elliptischer Zellen, längs den Fasern des Tractus liegen. Diese Borde ist nicht an allen Stellen von gleicher Breite; oft liegen die Zellen in sehr bedeutender Anzahl neben einander, oft zeigen sich nur ein bis zwei Reihen derselben. Sie liegen alle mit ihrem Längsdurchmesser parallel dem Rande des Tractus. Ihr Ausmaass ist wie folgt: 0,02 — 0,032 mm. Länge, durchschnittlich 0,025, und 0,008 — 0,018 mm. Breite, durchschnittlich 0,012. Der Kern dieser variirt zwischen 0,012 — 0,014 mm. Länge und 0,008 — 0,01 mm. Breite; das Kernkörperchen misst 0,002 mm. und etwas weniger. — Diese Zellen bieten zwei Ausläufer dar, die von den beiden Endpunkten abgehen; von vielen dieser Zellen habe ich einen Ausläufer zwischen die Fasern des Tractus hineingehen sehen. Einzelne Zellen liegen, gleichsam wie vorgeschobene Posten dieser Kette, mitten zwischen den Fasern des Tractus.

Es ist vorhin erwähnt, dass zwischen Substantia perforata und Tractus keine Grenze sich auffinden lässt; es fällt demnach schwer zu unterscheiden, welche Fasern dem einen oder der andern angehören; zwischen den Randzellen der Substantia perforata finden sich eine Menge solcher Fasern, von denen es unentschieden ist, wohin sie zu zählen sind; ich glaube sie der Substantia perforata vindiciren zu müssen, weil an der Stelle, wo sich nach innen zu der Tractus von der Substantia ablöst eine Parthie Fasern von letzterer sich sondert und direct in den Tractus übergeht; daher werden wol auch jene Fasern zwischen den Zellen, wo der Tractus noch eng anliegt zur Substantia perforata zu ziehen sein. Es ergiebt sich aus dem Vorstehenden:

- a) die Substantia perforata antica lateralis dient einem Theil der Fasern des Tractus opticus zum Ursprung.
- b) Es befindet sich längs dem Rande des Tractus eine Borde von Zellen, von denen Ausläufer direct in denselben hineintreten.
- c) Wahrscheinlich ist es, dass auch jene Zellenhaufen, die weiter entfernt vom Tractus in der Substantia perforata liegen, an der Vermehrung der Fasern desselben theilnehmen.

Ein Horizontalschnitt durch die Lamina terminalis des Tuberculum cinereum und den Tractus opticus giebt ein ähnliches Bild als ein solcher von der Substantia perforata antica

ateralis. Es zeigt sich hier den hintern Rand des Tractus entlang eine Zellenborde von verschiedener Breite, an einzelnen Stellen stark entwickelt, an andern nur von ein Paar Reihen Zellen eingenommen. Diese Zellen liegen mit ihrer Längsachse parallel den Fasern des Tractus, sind aber kleiner als jene der Substantia perforata antica. Ihr Ausmaass schwankt zwischen 0,02—0,024 mm. der Länge und 0,014—0,018 mm. der Breite. Der Kern ist meist 0,01 mm. lang und 0,008 mm. breit. Die Ausläufer, meist zwei, treten an den Enden der Längsachse der Zelle hervor und lassen sich zum Theil zwischen die Fasern des Tractus hinein verfolgen. Einzelne Zellen findet man zwischen den Fasern des Tractus opticus selbst liegend (vide Fig. V.)

- a) die Lamina terminalis dient Fasern des Tractus opticus zum Ursprung.
- b) Es besteht ein System von Randzellen in der Lamina terminalis, von denen Ausläufer in den Tractus treten.

Fassen wir die positiven Resultate, die aus den vorhergehenden Mittheilungen unmittelbar folgen, endgültig zusammen, so dürften wir folgende Sätze aufstellen:

- a) Der Tractus opticus entspringt mit zwei Wurzeln.
- b) Die vordere Wurzel desselben gehört dem Thalamus opticus, die hintere der Vierhügelregion an.
- c) Der Hauptursprung der vorderen Wurzel des Tractus opticus ist die von mir als Sehnervenkern bezeichnete Nervenzellenansammlung im Thalamus opticus.
- d) Eine zweite Ursprungsstelle der vorderen Wurzel ist das Corpus geniculatum externum (Burdach), welches als ein integrierender Theil des Thalamus opticus anzusehen ist.
- e) Die hintere Wurzel des Tractus opticus entspringt zum grösseren Theile aus einer Nervenzellenansammlung, die sich an der innern Seite des obersten Theils der hinteren Wurzel des Tractus befindet.
- f) Ein kleinerer Theil der Fasern der hinteren Wurzel stammt von den Randfasern des Corpus geniculatum internum (Burdach), resp. von den Zellen desselben.
- g) Die Substantia perforata antica lateralis und die Lamina terminalis des Tuberculum cinereum liefern dem Stamm des Tractus opticus eine geringe Anzahl von Fasern, die von einem eigenthümlichen System von Randzellen dieser Gebilde ihren Ursprung nehmen und die ich „accessorische Fasern des Tractus“ benennen möchte.
- h) Die Fasern des Tractus entstehen von kleinen Nervenzellen.
- i) Die Ursprungszellen der „accessorischen Fasern“ sind dagegen von bedeutender Grössenentwicklung.

Es wäre unbillig, wollte man von diesen gewonnenen Resultaten ausgehend, die Errungenschaften früherer Zeiten beurtheilen. Eine gerechte Kritik der Resultate lässt sich nicht erreichen, ohne dass man zugleich die Methoden in Anwendung gebracht hat, von denen geleitet, frühere Forscher zu den von ihnen aufgestellten Sätzen hingeführt worden sind. Der Vernachlässigung dieses Grundsatzes verdankt, wie ich glaube, ein grosser Theil jetziger Polemik auf dem Gebiete der Mikroskopie ihren Ursprung und ihre gehässige Form.

Um den Unterschied der von mir gewonnenen Resultate mit den bestvertretenen Ansichten über den Ursprung des Sehnerven hervorzuheben, will ich die folgende Stelle aus R. Wagners: Neurologischen Untersuchungen anführen. R. Wagner sagt bei Besprechung von Stannius Werke: „Das peripherische Nervensystem der Fische“ Folgendes 1): „Diese Beobachtungen (über den Opticus der Fische) sind von Interesse auch für die Bildung beim Menschen. Hier hat gewiss der Thalamus opticus den geringsten directen Zusammenhang mit dem Tractus opticus und dem Sehnerven. Die Stammfibrillen des Sehnerven entstehen, wie bekannt, vorzüglich aus dem Corpus geniculatum externum (internum Burdach), aus Haube, Schleife, Vierhügeln, besonders den vorderen, und der Commissura posterior. Beim Hunde sieht man deutlich Fasern von den Grosshirnschenkeln kommen. Ebenso glaube ich, wenigstens beim Menschen, Fasern von der Substantia perforata antica lateralis und aus dem Boden der dritten Hirnhöhle als Fortsetzung der runden Stränge annehmen zu müssen.“

Den Versuch Burdachs die als Ursprungsstätten des Opticus aufgefundenen Stellen auf die Stränge des verlängerten Markes, resp. des Rückenmarks, zurückzuführen, darf man jetzt nicht wagen zu wiederholen. Ich halte die zwischen liegenden Regionen für viel zu wenig bearbeitet, um genügende Anhaltspunkte hierzu darzubieten. Jedes im Hirn nur auftretende Ganglion giebt Fasern sui generis ihren Ursprung. Ausserdem giebt die Entstehung des Hirns und Rückenmarks gar keinen Anlass dazu, im Gegentheil erscheint der Versuch vom Standpunkte der Entwicklungsgeschichte durchaus ungerechtfertigt.

Ich habe geflissentlich vermieden die Resultate, die das physiologische Experiment und die Schlüsse aus pathologischen Fällen über die Ursprungsstätte des Sehnerven ergeben haben, anzuführen. Hat doch das physiologische Experiment den Thalamus opticus der Würde die Ursprungsstätte des Sehnerven zu sein fast beraubt, und den Vierhügeln allein zugewendet! Es ist das ein neuer Beweis zu den vielen, dass die Physiologie zwar der anatomischen Forschung voraus, aber auch dabei von dem Wahren sehr abgehen kann. Wer endlich auf Schlüsse, aus pathologischen Fällen gezogen, vertrauen mag, braucht nur, um davon geheilt zu werden, die einzelnen Schlüsse nebeneinander zu stellen und zu vergleichen.

1) R. Wagner. Neurologische Untersuchungen 1854. p. 62.



Thesen.

1. Der Thalamus opticus ist die Hauptquelle des Sehnerven.
 2. Das Corpus geniculatum externum (Burdach) ist ein integrierender Theil des Thalamus opticus.
 3. Der Thalamus opticus ist ein componirtes Gebilde, das in mehrere Theile zerfällt werden muss.
 4. Die Nervenzellen sind die Träger der Function des Nervensystems.
 5. Ein Epithelium der Lungenbläschen ist mit Sicherheit nicht nachgewiesen.
 6. Zur Erkenntniss von Krankheiten in den Centraltheilen des Nervensystems leistet der blosse Sectionsbefund fast Nichts.
 7. Ein stark entwickeltes Gehirn gestattet keinen Schluss auf stark entwickelte Geisteskräfte.
 8. Die Ideen des Menschen haben eine Entwicklungsgeschichte, wie der Körper desselben.
 9. Die Psychologie ist nur ein Theil der Physiologie.
 10. Negative Resultate sind keine Resultate.
-

Erläuterungen der Abbildungen.

- Fig. I.** Der Optikuskerne im rechten Thalamus opticus. Viermal vergrössert.
- a. Die Nervenzellengruppe, von welcher die Fasern des Nervus opticus entspringen.
 - b. Anfang des Tractus opticus am Aussenrande der Nervenzellengruppe.
 - c. Fasermassen, die zum Tractus opticus ziehen.
 - d. Der Tractus opticus.
 - e. Substanz des Thalamus opticus nach aussen und hinten vom Tractus opticus.
- Fig. II.** Dasselbe Präparat. Achtzigmal vergrössert.
- a. b. c. d. wie oben.
 - f. Fasern, die von den äussern Zellen fast senkrecht nach innen verlaufen.
 - g. Fasern, die von den innern Zellen fast senkrecht nach aussen verlaufen.
- Fig. III.** Ein kleiner Theil von der äussern Parthie desselben Präparates. Fünfhundertmal vergrössert.
- a. Fasern des Tractus opticus.
 - b. Zellen längs dem innern Rande des Tractus opticus.
 - c. Grundsubstanz, in der dieselben eingebettet liegen.
- Fig. IV.** Innerer Rand der Substantia perforata antica und äusserer Rand des Tractus opticus der rechten Seite. Dreihundertmal vergrössert.
- a. Fasern des Tractus opticus.
 - b. Die Randzellen in der Substantia perforata antica.
 - c. Die Grundsubstanz, in der dieselben eingebettet liegen.
 - d. Die an die Randzellen stossende Parthie der Substantia perforata antica.
 - e. Die Stelle, an der sich der Tractus opticus von der Substantia perforata antica trennt.
- Fig. V.** Vorderer Rand der Lamina terminalis und hinterer Rand des Tractus opticus der rechten Seite. Dreihundertmal vergrössert.
- a. Fasern des Tractus opticus.
 - b. Die Randzellen der Lamina terminalis.
 - c. Die Grundsubstanz, in der die Randzellen eingebettet liegen.
 - h. Nervenzellen im Tractus opticus selbst liegend.
 - i. Querdurchschnittenes Blutgefäss.

Die Figuren sind die umgekehrten mikroskopischen Bilder.

Fig. II



Fig. IV.

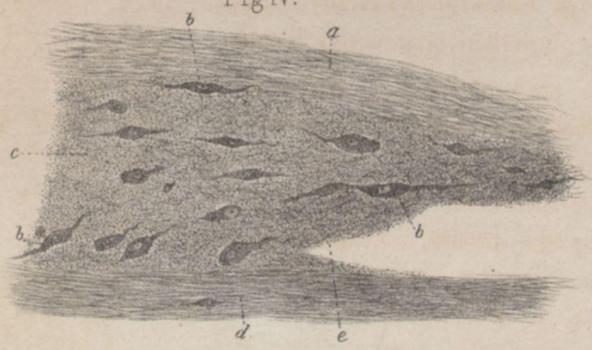


Fig. III

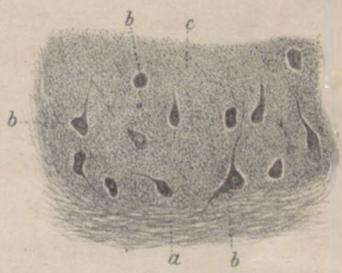


Fig. V.

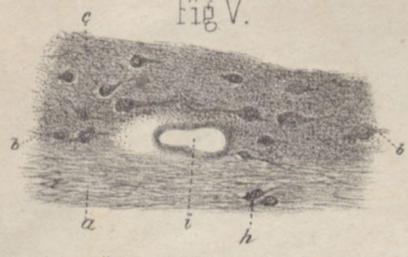


Fig. I.

