

XXVII.

Aus dem Laboratorium der Landes-Irren-Anstalt Wien.

Physiologische, anatomische und pathologisch-anatomische Untersuchungen des Sehhügels.

Von

Dr. M. Probst,

Vorstand des Laboratoriums.

(Hierzu Tafel XVIII—XX. und ein Holzschnitt.)

~~~~~

Während die Grosshirnrinde und das Kleinhirn in letzter Zeit der Angriffspunkt zahlreicher anatomischer und physiologischer Untersuchungen waren und zu zahlreichen neuen Ergebnissen geführt haben, blieben die grossen subcorticalen Ganglien ziemlich abseits liegen. Der Grund davon liegt wohl zu einem grossen Theil in der Schwierigkeit der experimentellen Inangriffnahme dieser Gebilde. Was speciell den Sehhügel betrifft, ist die Anatomie und Physiologie dieses Organs bisher eine noch recht unsichere und sind diesbezüglich von den verschiedenen Forschern die verschiedensten Meinungen kundgegeben worden. Luys hielt ihn für ein Gebilde, in welchem alle Empfindungen zusammenfliessen, Meynert hielt ihn für den Sitz der Muskelempfindungen, nach Longet soll der Sehhügel ein motorisches Organ sein und Einfluss auf die Ortsbewegung besitzen, nach Schiff soll er speciellen Bewegungen, nämlich denen der Brustglieder vorstehen, wie es schon früher Sauerotte und Serres annahmen. Vulpian berichtet auch über Lähmungen der Hinterglieder nach Sehhügelverletzungen, Wundt hält den Sehhügel für ein Reflexcentrum und meint, dass sich fast alle Beobachter nur über einen Punkt gegenwärtig einig sind, nämlich, dass der Sehhügel seinen Namen mit Unrecht führt, dass er nicht, wie man früher angenommen hatte, das hauptsächlichste Ursprungsganglion des Sehnerven ist.

Was nun auf die experimentelle Zerstörung des Sehhügels ankommt, so sind zwei Punkte zu berücksichtigen; zunächst was die circumscrip-ten Läsionen des Sehhügels betrifft, ist physiologisch zu berücksichtigen, dass sie nur einen Theil der Functionen des Sehhügels aufheben, anderseits, wenn man den Sehhügel vollständig zu zerstören versucht, umgebende Theile unbedingt mit zerstört. Der letztere Weg ist also kein gesicherter und würde sowohl anatomisch als physiologisch zu falschen Schlüssen führen. Es bleibt uns also für die experimentelle Methodik nur die Methode der circumscrip-ten Läsionen übrig, von Läsionen also, die ihre Wirkung nicht über den Sehhügel hinaus entfalten.

Um kleine umschriebene Verletzungen des Sehhügels zu erzeugen, habe ich bereits die Methode mit der Hakencanüle eingeführt, mit welcher circumscrip-te Läsionen des Thalamus opticus gesetzt werden können, ohne dass andere Hirntheile dabei geschädigt werden. Auch habe ich bereits wiederholt die anatomischen und physiologischen Folgen nach solchen Verletzungen geschildert<sup>1)</sup>.

Der Grund, warum die verschiedenen Forscher zu verschiedenen Resultaten kamen, ist wohl darin zu suchen, erstens, dass keine einheitliche Methodik beobachtet wurde und zweitens, dass bei den gesetz-ten Läsionen die umgebenden Hirntheile stark durch den groben Insult beschädigt wurden und keiner der Autoren die erzeugte Verletzung anatomisch genau auf Serienschnitten untersucht hat. Es wurden also die verschiedensten Theile des Sehhügels und dessen Umgebung verletzt und die physiologischen Folgen ohne anatomische Untersuchung verwerthet.

Bei den experimentellen Verletzungen des Sehhügels ist es ein unbedingtes Erforderniss, dass die Läsion auf lückenlosen Serienschnitten durchforscht wird und die von der Verletzungsstelle ausgehenden degenerirten Bahnen gründlichst verfolgt werden. Nur so können dann auch richtige Rückschlüsse auf die Function der einzelnen Sehhügelantheile gezogen werden. Die Symptome, die auf die circumscrip-ten Läsionen des Sehhügels eintreten, sind dann auf die Verletzung bestimmter Ganglienzellengruppen plus der Durchschneidung durchtretender Fasern, die secundär degeneriren, zu beziehen. Die von der Verletzungsstelle degenerirenden Faserzüge sind dann entweder durch

---

1) Probst, Zur Anatomie und Physiologie des Sehhügels. Monatsschr. für Psychiatrie und Neurologie. 1900. — Probst, Zur Anatomie und Physiologie der Zwischenhirnverletzungen. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bd. 17. — Probst, Ueber die Verbindungen des Zwischenhirns. Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bd. 13.

die Zerstörung der Ganglienzellen, von denen die Fasern ihren Ursprung nehmen, bedingt, oder die Fasern stehen mit den Ganglienzellen nicht in Verbindung, sondern durchziehen die Ganglienzellengruppen nur und degeneriren in Folge ihrer Durchschneidung. Die genaue Verfolgung, der von der Verletzungsstelle aus degenerirenden Leitungsbahnen, bilden einen wesentlichen Behelf zur Beurtheilung der Anatomie und Physiologie des Sehhügels. Nach Läsionen, welche die gleichen Ganglienzellengruppen erfassen und welchen dieselben Bahnen secundär degeneriren, müssen auch dieselben Symptome zu Tage treten.

Wundt berichtet, dass die Erscheinungen, welche der Durchschneidung eines Sehhügels folgen, noch am sichersten festgestellt sind. Die in Folge dieser Operation regelmässig eintretende Störung besteht in einer Veränderung der Ortsbewegung, indem die Thiere, wenn sie gerade nach vorn gehen wollen, statt dessen eine Kreisbahn beschreiben. Man hat diese Bewegung, weil sie der Bewegung eines Pferdes in der Reitbahn gleicht, „die Reitbahnbewegung“ (*mouvement de manège*) genannt. Fällt die Verletzung in das hintere Dritttheil eines Sehhügels, so dreht sich das Thier nach der Seite der unverletzten Hirnhälfte; fällt sie weiter nach vorn, so geschieht die Drehung nach der verletzten Seite (Schiff). Die Beobachtung zeigt, dass diesen abnormen Bewegungen eine abnorme Haltung des Körpers zu Grunde liegt, die schon in der Ruhe beobachtet wird, sobald nur die Muskeln in Spannung versetzt werden. Fällt nämlich der Schnitt in das hintere Dritttheil des Sehhügels, so entsteht folgende Haltung: die beiden Vorderfüsse sind nach der Seite des Schnitts, der eine also nach aussen, der andere nach innen gedreht, die Wirbelsäule, namentlich der Hals, ist nach der entgegengesetzten Seite gerichtet. Augenscheinlich ist nun die abnorme Bewegung lediglich die Folge dieser abnormen Haltung. Das Thier muss, wenn es auf alle Muskeln das gleiche Maass willkürlicher Innervation anwendet wie früher, statt gerade auszugehen, nach derselben Seite sich bewegen, nach welcher Wirbelsäule und Kopf gedreht sind, ähnlich wie ein Schiff, dessen Steuer man dreht, aus einer geraden Bahn abgelenkt wird. Unterstützt wird nun diese Bewegung noch durch die Drehung der Vorderbeine, die gleich einem Ruder wirkt, welches von der Seite, gegen die es gekehrt ist, das steuernde Schiff ablenkt. Bei der Verletzung der vorderen Theile des Sehhügels ist die Wirbelsäule nach der entgegengesetzten Seite abgelenkt, daher nun auch die Drehbewegungen die entgegengesetzte Richtung annehmen.

Auf den Zusammenhang zwischen diesen Kreisbewegungen mit der Haltung der Wirbelsäule und der Vorderbeine hat zuerst Schiff hingewiesen. Dieser Autor hat nach Sehhügelverletzungen eine Verände-

rung an den Hinterbeinen nicht beobachtet und Wundt meint, dass dies möglicherweise darin seinen Grund hat, dass Schiff hauptsächlich nur die inneren Theile des Sehhügels durchschnitten, da die äussersten ohne gleichzeitige Verletzung des Nucleus caudatus nicht gut durchschnitten werden können.

Bei Verletzung des Hirnschenkelfusses in der Nähe der Brücke zeigen die Thiere Zeigerbewegungen, indem sie nicht mehr einen Kreis beschreiben, in dessen Peripherie sich ihre Längsachse befindet, sondern sich um ihre eigene Ferse drehen. Doch erwähnt Wundt, dass es bei den tiefer unten ausgeführten Hirnschenkelverletzungen stets zweifelhaft ist, inwieweit mit Fasern der Haube auch solche des Hirnschenkelfusses getroffen sind.

Nothnagel hat bei seinen Versuchen Chromsäureeinspritzungen verwendet und als Versuchsthiere Kaninchen gewählt. Fournié hat an Hunden gearbeitet und verwendete als Methode ebenfalls Einspritzungen mittelst einer Pravaz'schen Spritze und als Injectionsflüssigkeit eine mit Anilinblau gefärbte Lösung von Chlorzink. Fournié kam auf Grund solcher Versuche zu dem Schlusse: Verletzungen der Sehhügel erzeugen „eine vollständige Vernichtung des Gefühls und des Erkennens (*du sentiment et de la connaissance*) und eine anhaltende galoppirende Bewegung der Extremitäten an Ort und Stelle (*mouvement de galop sur place*) und dann eine mehr oder weniger vollständige Lähmung.

Nothnagel hat an Kaninchen Versuche angestellt, indem er kleine, umschriebene Chromsäureherde zu erzeugen versuchte, oder indem er eine einfache Nadel, meist von der Seite her, durch das Ammonshorn einführte und so bewegte, dass die Spitze Extravasate erzeugte. In einigen Fällen durchtrennte dieser Autor den Thalamus durch einen Frontalschnitt, meist wurde eine Nadel, ohne ihre Spitze zu bewegen, von der Seite her vorgeschoben, um so feine blutige Stichlinien zu erhalten. Die Erscheinungen, die Nothnagel darauf hin sah, waren entweder schnell vorübergehend oder ganz negativ.

Bei feinen Zerstörungen in den obersten, dem Ventrikel zugekehrten, oder in den oberflächlichen lateralen Schichten blieb bei den Versuchen Nothnagel's jeder Effect aus und die Thiere zeigten bei Tage langer Beobachtung auch nicht ein Phänomen, welches auf eine Veränderung hätte schliessen lassen. Bei tieferen Stichen gegen die Mittellinie wurden leichte Motilitätsstörungen constatirt, welche in medianwärts gekehrter Deviation der anderseitigen Beine, besonders der vorderen bestanden. Die Deviation war um so mehr ausgeprägt, je mehr basalwärts die Stichrichtung lag.

Die Deviation war meist nach 24 Stunden verschwunden. Bei an-



deren Versuchen drehte sich gleich nach dem Einstich der Kopf nach der anderen Seite, die Vorderbeine deviirten stark, das gleichseitige auswärts, das anderseitige medianwärts. Es traten Manègebewegungen nach der entgegengesetzten Seite ein. Sensibilitätsstörungen traten nicht auf. Diese Erscheinungen persistirten dann in abnehmender Intensität; post mortem fand Nothnagel dann Herde im Thalamus, mehr in seiner hinteren Hälfte, die sich ungemein tief basalwärts, bis fast in das Bereich des Pedunculus cerebri senkten.

Wenn der Sehhügel von oben nach unten durchtrennt wurde, fand Nothnagel die von Schiff geschilderten Erscheinungen. Im Momente der Durchtrennung wurde eine kurz vorübergehende secundenlange Bewegung des Thieres nach der Seite der Verletzung zu beobachtet, hernach Drehung nach der unverletzten Seite; die hinteren Extremitäten zeigten keine Erscheinungen bei Betroffensein der hinteren Hälfte des Thalamus.

Sensibilitätsstörungen konnte Nothnagel nicht mit Sicherheit constatiren.

Nothnagel hat ausser den Chromsäureeinspritzungen, welche wegen der Diffusion der Chromsäure in die Nachbarschaft und deren Resorption nicht mit Exactheit zu den Versuchen verwendet werden können, auch mechanische Zerstörung des Sehhügels bewirkt. Er benutzte einen feinen Troicart von der Dicke einer feinen Stopfnadel; aus dem freien Ende derselben ragen 4 bis 5 mm lange Federn, welche wie die Arme einer Pincette von einander abstehen und durch Druck auf eine am Griffe befindliche Feder geschlossen werden konnten. Das Instrument wurde geschlossen wie eine Pincette vorgeschoben, bis man die Arme an der Spitze im Thalamus vermuthete, worauf die Branchen durch Nachlass des Druckes geöffnet wurden und durch rotirende Bewegungen die Läsion gesetzt wurde. Die Nadel wurde stets von der Seite her eingeführt, wobei das Ammonshorn und ein Theil der Hemisphäre perforirt wurden.

Nach Zerstörung beider Sehhügel hüpfen die Thiere herum und zeigten keinerlei auffällige Störungen irgend welcher Art, kein Symptom, welches vermuthen liesse, dass ihnen eine eingreifende Verletzung beigebracht wurde. Sämmtliche Bewegungen erfolgten wie im Normalzustande durchaus willkürlich. Es war keinerlei Lähmung an den Extremitäten und an der Rumpfmuskulatur zu constatiren; der Kopf wurde normal gehalten, die Wirbelsäule gerade, die Beine zeigten keine Deviation, die Hautsensibilität war intact und jeder Reiz wurde beantwortet. Nothnagel beschreibt nur das eine Phänomen, dass die Thiere die Vorderbeine, wenn man sie vorsichtig nach vorn ausstreckt oder nach den Seiten hinzieht, in dieser abnormen Position ruhig verharren,

was kein gesundes Thier that. Diese Erscheinung tritt aber nur zu Tage, wenn die Thalami total oder wenigstens bis auf ganz minimale Reste zerstört sind; wenn die Thalamuszerstörung nur einerseits vollständig war, trat auch nur an einem Bein die Abnormität hervor, und zwar war es dann dasjenige der entgegengesetzten Seite.

Nach Zerstörung eines ganzen Sehhügels fand Nothnagel weder motorische, noch sensible Lähmung, keine abnorme Stellung der Beine, der Wirbelsäule, des Kopfes, keine Manègebewegung. Die Kaninchen boten nur die eine Erscheinung, dass das Bein auf der dem zerstörten Thalamus entgegengesetzten Seite sich in abnorme Lagen bringen liess, ohne zurückgezogen zu werden; es wurde aber auf Reize sofort normal gestellt. Bei einseitigen Sehhügelverletzungen konnte öfters eine abnorme Kopfhaltung beobachtet werden. Einzelne Thiere hielten bei linksseitiger Zerstörung den Kopf immer nach rechts gedreht, konnten ihn aber sehr wohl in die Mittellinie und selbst nach der anderen Seite bringen; es machte den Eindruck, als ob der Kopf immer ruckweise nach rechts hinübergezogen würde. Ebenso bestand Nystagmus nach rechts. Die Wirbelsäule war verkrümmt mit der Concavität nach rechts; es liess sich eine leichte Deviation der rechtsseitigen Extremitäten medianwärts und der linksseitigen lateralwärts constatiren, und die Thiere drehten sich in Manège nach rechts herum. In diesen Fällen war nicht der ganze Thalamus zerstört, sondern es war noch ein Dritttheil bis die Hälfte des Gebildes unversehrt geblieben. Dabei ist es Nothnagel nicht gelungen festzustellen, ob eine bestimmte Partie des Sehhügels zerstört oder erhalten sein muss, um diesen Symptomencomplex zu erzeugen.

Ferrier giebt nach Sehhügelzerstörungen Störungen der Sensibilität auf der entgegengesetzten Seite als constanten Erfolg an und glaubt den Sehhügeln motorische Fähigkeiten absprechen zu können, da er bei directer elektrischer Reizung keine Bewegungseffecte erzielen konnte und hält sie für Centren der Empfindung.

Longet kam wie vor ihm Flourens zu dem Resultate, dass die Thalami optici nicht erregbar seien, ihre Verletzung weder Muskelzuckungen, noch Schmerzensäusserungen hervorrufe, wohl aber eine Manègebewegung, welche man als Aeussderung gekreuzter einseitiger Lähmung ansehen müsse.

Meynert hat die Anschauung geäussert, dass die Bahnen der Hirnschenkelhaube und die Ursprungsganglien derselben, Sehhügel und Vierhügel nichts mit der Leitung willkürlicher Impulse zu thun haben; deshalb könnten Affectionen, welche den Thalamus ganz isolirt, ohne Mitbetheiligung benachbarter Partien betreffen, auch keine motorischen

Lähmungen erzeugen. Anatomisch stehe der Sehhügel in Verbindung durch centripetale Bahnen mit peripheren Sinnesoberflächen, durch centrifugale mit Muskeln und durch wahrscheinlich centripetale mit der Hirnrinde. Nach Meynert vermittelt der Thalamus opticus die combinirten Bewegungen, welche unbewusst, als reflectorische Bewegungen, in Folge der von den peripheren Sinnesoberflächen zu ihm gelangenden Reize entstehen. Auf den weiteren centripetalen Bahnen gelangen zugleich die Eindrücke dieser Erregungsvorgänge vom Sehhügel in die Hirnrinde und werden hier in den Ganglienzellen als Erinnerungsbilder fixirt. Diese Erinnerungsbilder und Bewegungsvorstellungen ermöglichen erst das Entstehen gewollter, bewusster Bewegungen.

Nothnagel versuchte diese Hypothese direct zu prüfen, indem er jungen Thieren die Sehhügel fortzunehmen versuchte, von der Annahme ausgehend, dass ein Thier, dem alsbald nach der Geburt beide Sehhügel entfernt werden, in seinem geistigen Leben auf ein Minimum beschränkt bleiben müsse; es müssten wenigstens alle die Erinnerungsbilder, welche die Hirnrinde von den Sehhügeln aus verfolgen und als Bewegungsvorstellungen wahrscheinlich in der Rinde des Stirn- und Scheitelhirns angesammelt werden, fortfallen und vor allen so die Bewegungen, die man später als willkürliche bezeichnet, nicht zu Stande kommen dürfen. Doch haben die Kaninchen bei diesen Versuchen, die nur wenige Stunden alt waren, den Eingriff nur 12—24 Stunden überlebt. Nothnagel kommt auf Grund seiner Untersuchungen zu dem Schlusse, dass Zerstörung des Sehhügels keine motorische Lähmung und keine Hautanästhesie erzeugt, und dass seine Experimente mit Wahrscheinlichkeit die Annahme von Meynert unterstützen, dass im Sehhügel Bewegungsvorgänge zu Stande kommen, die von peripheren Sinneseindrücken aus angeregt werden.

Die Angaben der klinischen Beobachter gehen ebenso wie die experimentellen ziemlich auseinander, zahlreiche Fälle sind von Luys und Crichton-Browne und Nothnagel zusammengestellt worden.

Vulpian sah nach Verletzung der Sehhügel bloss motorische Lähmungen eintreten, allein er vermeidet es, aus diesen Thatsachen einen entschiedenen Schluss über die wahre, functionelle Bedeutung dieses Ganglions zu ziehen.

Ferrier fand nach elektrischer Reizung der Sehhügel keine motorischen Erscheinungen. Ferrier operirte am Affen. Er hat durch Trepanation die Hemisphäre an jener Stelle freigelegt, wo der Gyrus angularis mit dem Hinterhauptslappen durch eine Verbindungswindung zusammenhängt. Durch das vordere Ende dieses Gyrus wurde ein Troicart in einer Canüle in horizontaler Richtung eingeführt, so dass er den

linken Sehhügel durchsetzte; nachdem der Troicart herausgezogen war, wurde ein Stilet mit sich ausbreitenden Flügeln eingeführt und nach der von Nothnagel oben angewendeten Methode rotirt, um das umgebende Gewebe zu zerstören.

Sobald das Thier aus der Chloroformnarkose erwacht war, zeigte es nur geringe Zeichen einer Abschwächung der Empfindlichkeit an der anderen Körperhälfte. Die Bewegungen der rechtsseitigen Extremitäten waren in einem gewissen Grade zögernd und langsam, und es gebrauchte ausschliesslich seine linken Hände zu Greifbewegungen; die Reaction auf tactile und thermische Reize dauerte fort. Da Ferrier daraus schloss, dass das Stilet nicht in den Sehhügel eingedrungen war, führte er nochmals durch den Hohlraum, welchen die Canüle erzeugt hatte, einen glühenden Draht ein. Nach der Operation öffnete das Thier das rechte Auge, dessen Pupille sich dilatirt zeigte. Bei Versuchen, den Ort zu verändern, gebrauchte es ausschliesslich die linken Extremitäten, die rechten blieben bewegungslos. Auf die Application eines heissen Eisens an die linke Seite erfolgte Reaction, nicht aber von irgend einer Stelle der rechten Seite aus, sei es Hand, Fuss oder Wange. Das Thier bewegte sich ausschliesslich mit Hilfe seiner linken Extremitäten, drehte sich nach der rechten Seite hin und schleppte die rechten Extremitäten nach. Es war augenscheinlich blind, indem es nicht versuchte, Hindernissen, welche ihm in den Weg gestellt wurden, auszuweichen, bis es mit dem Kopfe daran stiess. Die Bewegungen erfolgten hauptsächlich von rechts gegen links. Der absolute Mangel einer Reaction auf Hautreize von der rechten Seite her hielt an. In allen anderen Beziehungen schien das Thier vollständig gesund. „Bei der Section fand sich ein kleiner Vorfall von Gehirnschubstanz in der Grösse eines Shillings, entsprechend der Trepanlücke, welcher hauptsächlich den hinteren Theil der oberen Schläfenwindung betraf. Inmitten dieser Stelle war eine Oeffnung, welche gegen den Sehhügel hinführte. Dieser war ziemlich in seiner Mitte 1 und 2 Linien unter der Ventrikeloberfläche vom Cauterium vollständig durchsetzt worden, so dass die vordere und hintere Hälfte dieses Ganglions durch eine degenerirte, erweichte Schicht von einander getrennt erschien. Das Cauterium war durch den dritten Ventrikel durchgedrungen und hatte die entgegenstehende Ventrikeloberfläche des rechten Sehhügels berührt. Das erste Eindringen des Stilets hatte die Markmasse ausserhalb des Sehhügels in beträchtlicher Ausdehnung zerstört“.

Ferrier schloss aus diesem Versuche „obwohl die Tastempfindlichkeit schon durch die Zerstörung der aussen vom Thalamus gelegenen Markfasern allein in bemerkbarem Grade herabgesetzt war, so wurde

sie doch erst durch die Zerstörung des Sehhügels vollständig vernichtet“.

Ebenso wie Ferrier haben auch Corville, Duret und Johannsen dem Sehhügel eine elektrische Erregbarkeit abgesprochen. Johannsen fand nur bei Reizung der Innenfläche des Sehhügels Verengerung der Pupillen und einige schwache Bewegungen in den Extremitäten. Albertoni und Michieli wollen dagegen deutliche motorische Erscheinungen bei Reizung des Sehhügels erzielt haben.

Bechterew (Virchow's Archiv, 1887, Bd. 90, S. 102 und 322) beschreibt auf Reizung des Sehhügels im vorderen Abschnitt bei Kaninchen, allgemeine Unruhe, beschleunigtes und lärmendes Athmen, vorwiegend contralaterale Zuckungen im Gesichte, Ohrenbewegungen und reissende Bewegungen aller Extremitäten. Bei Reizung der hinteren Sehhügeltheile soll auch ein lang andauerndes Winseln hinzugekommen sein. Bei Reizung beider Sehhügel entstand ausgeprägte Athmungsbeschleunigung, lang andauerndes Schreien, Bewegungen im Gesichte, an den Ohren und an Extremitäten, sowie Nystagmus. Bei lange fortgesetzter Reizung fand zuweilen Urinsecretion statt. Bei Hunden, denen Bechterew die Elektroden bis zu den Sehhügeln direct durch die Hemisphären einsenkte, ohne Abtragung dieser, sah dieser Autor beschleunigte Respiration und Bewegungen im Gesicht. Bei langdauernder Reizung soll der Rumpf gleichmässige Bewegungen von einer Seite zur anderen ausführen, woran auch die Extremitäten theilnehmen. Er beobachtete ferner Bell'en und Winseln. Bei Reizung der hinteren Abschnitte des Sehhügels entstanden Bewegung der Gesichtsmuskeln, Bell'en und Winseln. Bei stärkeren Strömen wurde unwillkürlicher Harn- und Stuhlabgang beobachtet. Auch Extremitätenbewegungen und Schwanzwedeln will Bechterew dabei beobachtet haben.

Mislawski und Bechterew (Neurol. Centralbl. 1886) wollen gefunden haben, dass Reizung der Sehhügel immer eine starke Blutdruckerhöhung, Verlangsamung und Stillstand der Herzthätigkeit und Veränderungen der Athmung herbeiführe. Trapieznikow will bei Reizung des Sehhügels Schluckacte erzielt haben.

Ziehen hat bei Reizung der Oberfläche des Sehhügels beim Kaninchen mit schwachen Strömen keine Effecte erhalten, bei stärkeren Blinkeln, Nystagmus, Kaubewegungen, Kopfdrehungen, Contraction der Mundmuskeln und auch der Extremitäten. Wenn die verticale Schnittfläche des Sehhügels gereizt wurde, konnte ein Vorwärtsstürmen des Thieres, Nystagmus, Rückenkrümmung, Schwanzhebungen, tonische Beugung der Vorder- und Hinterbeine und tonische Zehenspreizung beobachtet werden, und zwar waren diese Erscheinungen auf der gegenüberliegenden

Körperhälfte stärker. Ziehen erklärt diese Erscheinungen durch Reizung der inneren Kapsel mittelst Stromschleifen.

Ott und Wood Field (1880, Centralbl. für Nervenheilk.) haben nach Reizung der Sehhügel die Dünndarmbewegungen sich einstellen gesehen und eine Erschlaffung des Sphincter ani et vaginae beobachtet.

Wenn wir aber bedenken, wie viele Hindernisse sich bei der elektrischen Reizung des Sehhügels gegenüberstellen, so müssen wir den verschiedenen Resultaten, die berichtet werden, sehr skeptisch gegenüberstehen. Wenn wir die grossen Blutungen und starken Eingriffe überlegen, bis nur der Sehhügel für die Reizung freigelegt ist, ferner das Fehlen jeglicher Controlle beim Einstechen der Elektroden durch die Hirnhemisphäre, falls diese nicht abgetragen wurde, das Fehlen der Controlle, wie weit die Stromschleifen reichen, so müssen wir gestehen, dass wir keine sicheren Resultate bei einer solchen Methode gewinnen können, bis nicht bessere Methoden für die Reizung existiren.

Christiani berichtet, dass Kaninchen nach Wegnahme der Grosshirnklappen und der Ganglien des Streifenhügels, so lange die Sehhügel erhalten bleiben, ihre normale Körperstellung beibehalten und auf Reizung der Haut zweckmässige und geordnete Fluchtbewegungen ausführen.

Trotz der Bewegungsstörungen, welche nach Sehhügelverletzungen auftreten, bleibt die willkürliche Innervation jedes einzelnen Muskels so lange möglich, als die vor dem Sehhügel gelegenen Hirntheile erhalten bleiben. Verletzt man aber beim Frosch, dessen Grosshirnklappen entfernt wurden, so dass er keine willkürlichen Bewegungen macht, den Thalamus oder den Zerebrallappen der einen Seite, so geschehen alle auf sensible Reizung eintretenden Fluchtbewegungen im Reitbahngang.

Ebenso wie die Angaben der Autoren, welche experimentell gearbeitet haben, auseinander gehen, sind auch die Berichte der klinischen Beobachter verschieden. Die einen behaupten, der Sehhügel habe nichts mit dem Gesichtssinne zu thun, andere wieder stellen eine gegentheilige Behauptung auf, die einen halten den Sehhügel für das Centrum des Gefühlssinns, andere stellen jede diesbezügliche Eigenschaft in Abrede, die einen lassen motorische Lähmungen von Sehhügelläsionen abhängen, die anderen nicht. Saucerotte und Foville nahmen an, dass der Sehhügel speciell den Bewegungen der oberen Extremität vorstehe, ebenso später Lussana und Lemoigne. Cohn möchte dem Thalamus opticus jede Beziehung zu motorischen Functionen der Extremitäten absprechen. Gintrac bemerkte, dass bei Thalamusblutungen die Lähmung oft fehle und Aehnliches behauptet Bastian; Nothnagel berichtet, dass Herde, welche sich in ihrer Wirkung genau auf den Seh-

hügel beschränken, keine motorischen Lähmungen erzeugen. Todd, Carpenter, Broadbent haben die Bedeutung der Sehhügel für die Sensibilität betont; Luys hat das „Sensorium commune“ in den Sehhügel verlegt, Vulpian war wieder gegentheiliger Meinung. Lafforgue verneint, dass Sehhügelläsionen Anästhesie erzeugen.

Crichton Brown berichtet, dass bei bedeutender Zerstörung des Thalamus opticus nicht bloss die Sensibilität, sondern auch die Reflex-erregbarkeit der entgegengesetzten Körperhälfte vernichtet oder vermindert sei, und zwar mehr in den unteren als oberen Extremitäten. Moeli sprach sich gegen die Ansicht Browne's aus, ebenso Lafforgue.

Bezüglich des Verhaltens des Gesichtssinnes bei Thalamuserkrankungen ergeben die von Rémy, Charcot, Foerster, Jackson, Veyssière u. A. geschilderten Fälle, dass Störungen des Gesichtssinnes, unbestimmt welcher Art, nach Sehhügelläsionen auftreten können. Vasomotorische Erscheinungen gehören nach Nothnagel nicht zum Symptomenbilde von Sehhügelerkrankungen, wenn die Verletzung sich genau auf den Sehhügel beschränkt. Ferner hat Nothnagel den bekannten Satz aufgestellt „wenn bei einer Herderkrankung mit Hemiplegie und Facialislähmung die willkürliche Beweglichkeit der Gesichtsmuskeln aufgehoben ist, dagegen die Betheiligung beider Gesichtshälften bei psychischen Emotionen die gleiche ist, kann man annehmen, dass der Sehhügel und seine Verbindungsbahnen zur Hirnrinde intact sind“.

Auch eine bestimmte Reihe eigenartiger motorischer Reizungserscheinungen, Hemichorea, Athetosis, halbseitiges Zittern, wurden nach Sehhügelerkrankungen beschrieben, ebenso wurden auch Störungen des Muskelsinnes und psychisch reflectorische Bewegungen erwähnt.

Namentlich nach Neubildungen des Sehhügels wurden vasomotorische Störungen beobachtet in den dem Herd gegenüberliegenden Extremitäten. Diese zeigen eine gewisse Röthe, hier und da ein Hautödem und fühlen sich wärmer an. Hieraus schloss man, dass im Sehhügel vasomotorische Centren sind. Auch übermässige Schweisssecretion wurde auf der paretischen Seite beobachtet.

Verschiedenen Autoren (Borgherini, Eisenlohr, Darkschewitsch, Quinke u. A.) ist es aufgefallen, dass bei gewissen Formen von Hemiplegie und namentlich bei Mitergriffensein der Sensibilität auf der gelähmten Seite eine Atrophie in sämtlichen Muskeln sich rasch einstellt. Auffallend häufig wurde eine solche Atrophie beobachtet, wenn der Sehhügel, namentlich in seinen caudalen Abschnitten lädirt war; jedoch gehen nicht alle Läsionen der hinteren Abschnitte des Sehhügels mit Hemi-atrophie einher, wie dies Eisenlohr, Monakow u. A. berichten.

Von den directen und gesetzmässig auftretenden Ausfallserscheinungen bei Sehhügelläsionen ist nach Monakow eigentlich nur die Hemianopsie zu nennen; diese tritt nur dann auf, wenn der äussere Kniehöcker und zugleich das Pulvinar zerstört werden. Die Hemianopsie in Folge dieser Läsion soll sich durch Mangel der Störung des Orientungsvermögens durch Vorhandensein einer hemianopischen Pupillenreaction und durch Mangel eines überschüssigen Gesichtsfeldes von der corticalen Hemianopsie unterscheiden.

Edinger berichtet über Sehhügelläsionen, wo geradezu unerträgliche Schmerzen im gegenüberliegenden Arm das auffallendste Symptom bildeten. Von Gowers, Raymond, Edinger, Nothnagel, Greiff, Henschen, Lauenstein wurden bei kleineren Sehhügelläsionen nur auf den Daumen oder die Finger beschränkte Zitterbewegungen beobachtet.

Monakow macht darauf aufmerksam, dass es die Zerstörung resp. der Wegfall der fraglichen Zellengruppen im Sehhügel als solcher nicht ist, was die mimischen Ausdrucksbewegungen beeinträchtigt, sondern es kommt da auch noch auf die Qualität der Läsion, die Art ihrer Entwicklung und Einwirkung an. Monakow nimmt an, dass wahrscheinlich ein Theil des sensiblen Reflexbogens für das emotive Lachen und Weinen im Sehhügel seinen Sitz hat.

Der Sehhügel bildet nach Monakow „ein wichtiges Glied innerhalb der centralen Apparate für die Perception der Sinne und der Haut. Die Vertretung der letzteren geschieht in ziemlich scharf localisirter Weise. Die feinere Anordnung der Verbindungen muss derart gedacht werden, dass die Vertretung jener Organe bilateral eingerichtet ist (dabei fiele auch der Commissura mollis eine gewisse Bedeutung zu), und ferner, dass hier sehr günstige Bedingungen für die Vicariirung vorhanden sind, falls eine nicht zu umfangreiche Läsion Platz greift. So wäre zu erklären, dass so häufig Ausfallserscheinungen bei Thalamusherden nur vorübergehend auftreten, und dass manche Läsionen ganz latent verlaufen können“.

Wenn wir nun die ganze Reihe experimenteller Versuche über Sehhügelverletzungen durchgehen und auch die Beobachtungen der klinischen Forscher mit einander vergleichen, so finden wir sowohl in der ersten Gruppe von Untersuchungen über den Sehhügel, sowie in der zweiten die verschiedenartigsten und zum grossen Theil sich widersprechenden Resultate. Wo haben wir nun den Grund für diese vielen Meinungsverschiedenheiten zu suchen? Die Symptomatologie der experimentellen Sehhügelverletzungen wie der pathologischen Läsionen des Sehhügels wird gewiss von den meisten Autoren gewissenhaft und richtig



beobachtet worden sein. Etwas anderes ist es aber, mit welchen pathologischen Veränderungen diese Symptome in Zusammenhang gebracht wurden.

Wenn wir die Methodik untersuchen, wie die Zwischenhirnverletzungen in den meisten Experimenten zu Stande gebracht wurden, mit welchen grossen Verletzungen des Grosshirnes diese verbunden waren, und wie häufig dabei das um den Sehhügel liegende Gewebe stark mitlädiert war, sei es auf Grund mechanischer Zerstörung oder auf Grund von Injectionsflüssigkeiten, welche weit in die Umgebung hinein diffundirten und zum Theil nicht gleichgiltige Substanzen waren, so müssen wir uns sagen, dass hierin eine grosse Fehlerquelle liegt. Es wurde von den verschiedenen Autoren keine einheitliche Methodik angewendet und dabei grosse Nebenverletzungen gesetzt.

Abgesehen von der Methodik mangelt es aber bei allen Autoren an der anatomischen Untersuchung der Fälle und hierin liegt auch die Hauptfehlerquelle der klinischen Beobachter.

Es genügt nicht bei einem physiologischen Experimente zu sagen, der vordere, mittlere oder der caudale Abschnitt des Sehhügels wurde verletzt und darauf hin zeigten sich diese oder jene Symptome, es genügt auch nicht, bei den pathologischen Fällen das Gehirn in eine Anzahl Scheiben zu zerlegen und die Läsion darnach zu beurtheilen; sondern es muss die Läsionsstelle und deren ganze Umgebung genauestens auf lückenlosen Serienschnitten untersucht werden. Nur dann kann man einen Fall sicher verwerthen; es ist dies eine mühsame Arbeit, die, wenn sie eine grössere Zahl von Experimenten umfasst, Jahre in Anspruch nimmt, es kann aber nur auf dieser Grundlage weiter gebaut werden. Die physiologischen Experimente und die klinischen Beobachtungen bedürfen einer genauesten anatomischen, histologischen Untersuchung. Die histologische Untersuchung auf lückenlosen Serienschnitten ist die Grundlage für die Beurtheilung der Symptomatologie der Sehhügelverletzungen, sowie auch anderer Hirnverletzungen und diese Grundlage fehlt bei allen oben erwähnten Untersuchungen. Nur dann, wenn man auf lückenlosen Serienschnitten untersucht, kann man die Läsion übersehen, man wird dann aber auch bemerken, dass die Läsion, die makroskopisch eine gewisse Ausdehnung hatte, sich viel weiter erstreckt, dass in der Umgebung sich häufig secundäre Herde gebildet haben und die Läsion auch weit über ihre makroskopischen Grenzen hinaus gewirkt hat, man wird dann bei den verschiedenen Färbemethoden die von hier aus eingetretenen secundären Degenerationen studiren können, als anatomischen Ausdruck von dem Wegfalle und Ausschalten gewisser Ganglienzellengruppen und gewisser Bahnen. Es muss also die experi-

mentelle Pathologie und die klinische Beobachtung Hand in Hand gehen mit der genauen anatomischen Untersuchung, welche letztere dann die Handhabe und die Grundlage zur Vergleichung der verschiedenartigen Erscheinungen, welche die verschiedenen Autoren beschrieben, bilden soll.

Bei Anwendung einer solchen Methodik müssen sich dann die verschiedenen Ansichten über ein gewisses Gebiet vollständig klären.

Ebenso wie die Physiologie des Sehhügels im Unklaren ist, ebenso weisen auch die Kenntnisse über die Anatomie des Sehhügels noch manche Lücken auf. Ich bin schon in früheren Arbeiten auf die Anatomie des Sehhügel näher eingegangen und habe manche Bahnen, die von hier ausgehen und hier enden, genauer studirt und klar gelegt und verweise auf diese speciellen Arbeiten<sup>1)</sup>. Ich habe auch die Symptomatologie von Sehhügelverletzungen bereits in einigen Fällen, die ich genau auf Serienschnitten untersuchte, mitgetheilt und will im Folgenden ein Beispiel einer besonderen Gruppe von Sehhügelverletzungen, die ich experimentell erzeugte, mittheilen und die Erscheinungen, die darauf folgten, beschreiben. Es handelt sich um experimentelle Läsionen im caudalen Theil des Sehhügels. Ich habe bereits circumscripte Läsionen von diesem Theil des Zwischenhirns mitgetheilt und gezeigt, welche Bahnen von hier aus zur Grosshirnrinde degeneriren und welche caudwärts bis in's Mittelhirn reichen.

Es war mir gelungen nachzuweisen, dass in Fällen mit circumscripiter Läsion des medial ventralen caudalen Zwischenhirnantheils, wobei der innerste Theil des Kernes vent. b, die innere Abtheilung der frontalen Haubenstrahlung, das Meynert'sche Bündel, das Vicq d'Azyr'sche Bündel und das Haubenbündel des Corpus mamillare, ferner der anschliessende Theil des Höhlengraus, zerstört waren, die Thiere Kreisbewegungen nach der verletzten Seite ausführen, welche einige Stunden anhalten und dann für einige Zeit in die entgegengesetzte Richtung umschlagen, um dann ganz aufzuhören. In diesen Fällen war auch eine Bahn zur Grosshirnrinde degenerirt, welche von der Verletzungsstelle durch die Lamina medullaris lateralis des Thalamus opticus hindurch, die Capsula interna quer durchsetzte und im lateralen Theile knapp dem Linsenkern anliegend und denselben zum Theil durchziehend, zur Grosshirnrinde zog. Dabei konnte ich auch feststellen, dass bei ganz kleinen caudalen, medial-ventralen Verletzungen mit Zerstörung der oben erwähnten Antheile des Sehhügels eine Bahn, isolirt von der Läsions-

---

1) Deutsche Zeitschr. für Nervenheilk. Bd. XIII., XV., XVII. und Monatsschrift für Psychiatrie, 1900, Bd. VII. und VIII. und Heft 1 dieses Bandes.

stelle, in den vordersten frontalsten Antheil der in eine schmale, spitze Windung auslaufenden dritten und vierten Aussenwindung durch die Degeneration verfolgt werden kann. Ferner konnte ich feststellen, dass nach Läsionen, die im medialen caudalen Theil des Sehhügels von Katzen und Hunden mit der Hakenanüle erzeugt wurden, dieselbe Bahn viel ausgiebiger degenerirt, wenn die Verletzung mehr gegen die Mitte des Sehhügels reicht, also der Kern vent. b und die frontale Haubenstrahlung und der Kern vent. a mehr ergriffen sind. Ich habe gezeigt, dass dann die Ausstrahlung dieser zur Grosshirnrinde ziehenden Sehhügelbahn eine viel verbreiterte ist und nicht nur die oben genannten Windungen versorgt, sondern namentlich auch die zweite und dritte Aussenwindung (Gyrus coronarius). Ich habe auch die Anatomie der von der Läsion aus absteigenden Bahnen genauer erörtert an Beispielen solcher kleiner caudaler medialer Verletzungen des Zwischenhirns, die ich in zahlreichen Fällen bei Hunden und Katzen ausführte und genau auf lückenlosen Serienschnitten untersuchte. Ich will nun im Folgenden die Symptomatologie und Anatomie solcher caudaler Sehhügel-Läsionen, die einen grösseren Umfang hatten, an einem Beispiel genau schildern.

Der Sehhügel entsendet nach meinen bereits mitgetheilten Untersuchungen ganz wenig Fasern caudalwärts, während er eine sehr grosse Zahl peripherwärts kommender Fasern in sich aufnimmt, die sich hier aufsplittern<sup>1)</sup>. Das Verhältniss des Sehhügels zur Hirnrinde ist auf Grund meiner Untersuchungen bezüglich der Fasersysteme ein gegenseitiges. Der Sehhügel entsendet eine colossale Menge von Fasern zur Grosshirnrinde (Sehhügel-Rindenfasern), umgekehrt sendet aber auch die Grosshirnrinde eine Menge Fasern zum Thalamus opticus (Rinden-Sehhügelfasern), wo sie sich aufsplittern. Das Zwischenhirn ist, wie ich das bereits anderweitig gezeigt habe, ein Vermittlungsorgan, ein Schaltorgan zwischen Peripherie und Grosshirnrinde für die verschiedensten centripetal leitenden Fasern, die theils vom Rückenmark, theils vom Kleinhirn, theils von der Brücke und den Zweihügeln, theils vom Opticus, Acusticus und Olfactorius etc. kommen.

Mittelst der von mir eingeführten Methode mit der Hakenanüle<sup>2)</sup> können isolirte Verletzungen des Thalamus opticus erzeugt werden, ohne dass die Hirnwindungen oder die Faserung des Grosshirnes dabei mit-leiden würde, wie es bei der Methode, welche die früheren Autoren anwandten, geschah. Der Thalamus opticus wird bei dieser Methode

---

1) Probst, Ueber die Schleifenendigung etc. Dieser Band, dieses Archiv. Heft 1.

2) Probst, Deutsche Zeitschr. für Nervenheilkunde. Bd. 17.

mechanisch zerstört. Die dünne Canüle, welche den Verletzungshaken verbirgt, ist so dünn wie eine Pravaz'sche Injectionscanüle und wird im Sulcus interhemisphaericus durch den Balken hindurch in den Sehhügel eingeführt und hernach der Haken aus der Canüle herausgeschoben in beliebiger Länge, wobei er sich rechtwinklig abbiegt, und das ganze Instrument emporgezogen oder rotirt. Ich habe bereits wiederholt auf die Vortheile dieser Methode hingewiesen. Eine andere Methode beruht auf Galvanocaustik. Es wird dieselbe Canüle zur Einführung in den Thalamus opticus verwendet, in der Canüle steckt aber statt des Federhakens eine Stromleitung aus feinen Drähten, welche aus der Canüle hervorgeschoben werden kann. Hat man mit der Canüle die Mitte des Thalamus opticus erreicht, so wird die Drahtleitung in der Canüle vorgeschoben in das Gewebe des Sehhügels und der Strom geschlossen.

Die Thiere wurden von mir verschieden lange leben gelassen, meist einige Wochen, und das Nervensystem in Müller'scher Flüssigkeit mit Formolzusatz gehärtet, mittelst des von mir construirten Schneideapparates in  $1\frac{1}{2}$  mm dicke planparallele Scheiben zerlegt, in Marchischer Flüssigkeit gefärbt und dann auf lückenlosen Serienschnitten untersucht, nachdem die Gehirnscheiben wieder zusammengeklebt wurden.

Einer Reihe von Katzen und Hunden wurden ähnliche Läsionen beigebracht und überall dieselben anatomischen und physiologischen Resultate erzielt wie in dem folgenden genauer zu schildernden Falle, den ich als Beispiel bringe.

Die Läsionen wurden stets in der gleichen Weise gesetzt, ohne dass andere Hirnpartien ausser dem Sehhügel verletzt worden wären. Auch in dem folgenden Falle wurde im Sulcus interhemisphaericus eingegangen, indem die Canüle durch den Balken in den linken Sehhügel eingeführt wurde, nachdem mit dem Drillbohrer eine kleine Oeffnung in der Sagittalnaht gemacht wurde. Die Canüle wurde durch den Balken an der Stelle eingeführt, wie es x in Fig. 8 zeigt und in den linken Thalamus eingestochen, so dass das linke Corpus mammillare in der Mitte getroffen wurde; dann wurde das Instrument etwas emporgezogen, damit beim Hervorschieben des Stahlhakens der Hirnschenkelfuss nicht verletzt werde. Nach Hebung des Instrumentes wurde der Stahlhaken hervorgeschoben, so dass er mit seiner Richtung lateralwärts stand und in die Zona incerta der Regio hypothalamica knapp dorsal vom Hirnschenkelfuss lateral hineinreichte, wie es die Verletzung V in Fig. 12 und 13 zeigt. Hierauf wurde das ganze Instrument in dieser fixirten Stellung emporgezogen etwa in der Richtung, welche das Meynert'sche Bündel einnimmt, indem der Haken stets lateral gehalten wurde, aber so, dass er nicht über die lateralen Partien des Sehhügels hinausreichte. Das Instrument wurde so lange emporgehoben, bis die Marke zeigte, dass der Haken am dorsalen Ende des Sehhügels ange-

langt ist; dann wurde der Haken in der Canüle versorgt und das ganze Instrument herausgezogen, ohne dass andere Hirnpartien verletzt worden wären. Die Läsionsstellen zeigen Fig. 9, 10, 11, 12 und 13. Die Läsion zerstörte in dieser Weise den lateralen Theil des Corpus mammillare, den medialen Antheil der Zona incerta, die ganze frontale Haubenstrahlung und die Schleifenendigungen, das Vicq d'Azyr'sche Bündel, das Haubenbündel des Corpus mammillare, die caudalen Partien des Kernes vent. b und vent. a, ferner die caudalen Abschnitte von med. a, med. b, med. c. Lateral reichte die Läsion bis zum Kern vent. c und den Kern hint. und bis zum lateralen Kern; dorsal reichte die Verletzung bis zum Ganglion habenulae. In dieser Weise war der caudale Abschnitt des Sehhügels zerstört worden. An diese Verletzung schlossen sich in der Folge die zahlreichsten secundären Degenerationen an, die ich auf den verschiedenen Abbildungen wiedergebe und die ein Zeugniß ablegen für die zahlreichen Verbindungen, welche der Sehhügel eingeht.

Frontalschnitte, welche durch das Corpus mammillare, die hintere Commissur und den Uebergang vom vorderen Zweihügel in den Thalamus opticus gehen, zeigen die caudale und ventrale Partie der Läsion, welche hier in einer winzigen Blutung im lateralen Theile des Corpus mammillare besteht. Auf den frontaleren Frontalschnitten wird diese kleine Blutung grösser und nimmt das laterale Drittel des Corpus mammillare ein; zugleich ist auf den kommenden Schnitten die graue Substanz zwischen Pedunculus corporis mammillaris und Hirnschenkelfuss zerstört.

Auf den folgenden Frontalschnitten proximalwärts wird auch der Pedunculus corporis mammillaris etwas von der Läsion betroffen; die Verletzung der grauen Substanz medial vom Hirnschenkelfuss reicht nun dorsal etwas über das Corpus mammillare hinaus. Die Verletzung kommt in den proximaleren Schnitten immer dorsaler zu liegen, während an den ventral vom Verletzungsschnitt liegenden Partien der Frontalschnitte besser erhaltene Partien zum Vorschein kommen. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel ist beim Abgange aus dem Corpus mammillare durchschnitten, die Verletzung reicht hier bis zur ventralen Partie der frontalen Haubenstrahlung. Der medialste Antheil der Zona incerta ist zerstört. In den folgenden Schnitten Fig. 12 und 13 reicht die Verletzung knapp über dem Hirnschenkelfuss bis etwa über die Mitte desselben lateralwärts und reicht dorsal bereits in die frontale Haubenstrahlung hinein. An den weiteren proximaleren Frontalschnitten rückt die Läsion weiter dorsal, lässt dann die Zona incerta frei, durchschneidet die ganze frontale Haubenstrahlung und reicht lateralwärts bis zu den Schleifenfasern, welche zu den grossen medialen Zellen des Corpus geniculatum internum herantreten. In den folgenden Schnitten erweist sich das Corpus Luysii als unverletzt und ist die Verletzung schon dorsal davon gelegen, wo sie die frontale Haubenkreuzung erfasst. Die Läsion reicht hier dorsal von der Zona incerta vom Vicq d'Azyr'schen Bündel lateral bis zur Schleife medial vom inneren Kniehöcker.

Auf den weiteren Schnitten wird der Kern vent. b und vent. a verletzt, und es reicht die Läsion lateralwärts beinahe bis zum inneren Kniehöcker.

Es folgen proximalwärts nun Schnitte (Fig. 11), welche zeigen, dass das

dorsale Mark und die übrigen hier gelegenen Fasern der Regio subthalamica von der Medianlinie bis nahe zum inneren Kniehöcker durchschnitten sind, ferner die caudalen Partien der Kerne vent. b und vent. a zerstört sind. (Fig. 11 und 12.)

Auf Frontalschnitten, wo die hintere Commissur bereits verschwunden ist (Fig. 9), kommt die Läsion in die Lamina medullaris interna des Sehhügels zu liegen, wo sie den Kern med. b und med. a in den caudalsten Abschnitten zerstört. Lateralwärts reicht hier die Läsion bis nahe zum Kern hint. heran. Auf den weiteren frontalen Schnitten erweist sich der Kern med. a nach oben durchschnitten und reicht die Läsion seitlich bis zum Kern lat. a, erfasst auf den weiteren Schnitten die caudalsten Zellen vom Kern med. c und endet dann beim Ganglion habenulae.

In dieser Weise wäre nun in groben Umrissen die Läsion geschildert. Auf diese Läsion gehe ich bei den einzelnen Schnitten näher ein, wobei ich gleichzeitig die secundären Folgen dieser Läsion schildern werde.

Auf Grund dieser Verletzung des Zwischenhirns degenerirten alle jene Bahnen, die hier ihren Ursprung nehmen oder durch die Verletzungsstelle hindurchzogen. Diese von der Verletzungsstelle aus degenerirenden Bahnen verlaufen ganz gesetzmässig und beschicken einen grossen Theil der Grosshirnoberfläche, sowohl das Stirnhirn als das parietale Grosshirn, als den Hinterhauptslappen. Ich werde auf die ausführliche Erörterung dieser Bahnen gleich zu sprechen kommen.

Was die caudalwärts in den Hirnstamm degenerirenden Bahnen betrifft, so kann ich gleich voraus wegnehmen, dass die von der Verletzungsstelle ausgehenden Bahnen nur bis zur Brücke reichen und nach Sehhügelverletzungen keine caudalwärts weiter reichende Bahn zu constatiren ist. Der von mir als Monakow'sches Bündel bezeichnete Faserzug, der bis ins Sacralmark zu verfolgen ist, degenerirt nur dann, wenn die Zellen des rothen Kernes von der Verletzung tangirt sind.

Ich will nun an der Hand der Serienschnitte mit der Beschreibung der Frontalschnitte beginnen, wo der caudalste Theil der Verletzung sich befindet und die Verletzung sammt den daran sich anschliessenden Veränderungen schildern, indem ich mit den Schnitten proximalwärts fortschreite bis zum Stirnhirn. Hierauf will ich die von der Verletzungsstelle caudalwärts verlaufenden Degenerationen schildern, indem ich die Serienfrontalschnitte beschreibe, die caudal von der Verletzungsstelle liegen.

Ich habe schon oben erwähnt, dass die ganze Läsion etwa den Zug vom linken Corpus mammillare aus in dorsal frontaler Richtung des Meynert'schen Bündels nimmt.

### Anatomische Beschreibung.

Auf Schnitten, wo der vordere Zweihügel proximal aufhört und die hintere Commissur erscheint, proximal vor dem rothen Kern, wo die Corpora mamillaria auftreten, zeigt sich eine winzige Blutung im lateralen Theile des Corpus mamillare. Es ist dies die tiefste Einstichsstelle der Hakencanüle. Die Markfasern, die hier im Corpus mamillare zu sehen sind, erweisen sich degenerirt, namentlich im lateralen Theil. Sowohl die das Corpus mamillare umsäumenden Fasern, als die im Innern befindlichen Fasern sind degenerirt. Ausser dieser winzigen Blutung ist nirgends eine Verletzung am Frontalschnitt zu sehen, da die Einstichsöffnung der Hakencanüle in der Richtung des Verlaufes des Meynert'schen Bündels erfolgte. Deshalb ist auch die Läsion auf Frontalschnitten immer stückweise dorsalwärts schreitend zu sehen.

Auf diesen Schnitten, wo der caudale Abschnitt der Läsion sitzt, sind bereits die caudalen Degenerationen zu sehen, die von den frontaleren und dorsal gelegenen Partien der Läsion kommen, die ich später beschreiben will.

Voraus will ich erwähnen, dass der rechte Sehhügel nirgends lädirt wurde, was ich auf Grund der mikroskopischen Serienschnitte behaupten kann.

Der Pedunculus corporis mamillaris zeigt eine Menge degenerirter Fasern, enthält aber auch gesunde. An den folgenden proximaleren Frontalschnitten breitet sich die Blutung im linken Corpus mamillare mehr aus und nimmt das laterale Drittel dieses Gebildes in Anspruch; auf den weiteren Schnitten ist auch die graue Substanz zwischen Hirnschenkelfuss und Corpus mamillare verletzt, eine kleine Blutung sitzt hier im Pedunculus corporis mamillaris.

Die Läsion reicht dann auf den frontaleren Schnitten dorsaler, reicht in die Zona incerta hinein, kommt dorsal lateral vom Corpus mamillare zu liegen; sie breitet sich dann proximaler aus, zerstört das abgehende Vicq d'Azyr'sches Bündel, das Haubenbündel des Corpus mamillare, reicht über dem Hirnschenkelfuss in die ganze Zona incerta hinein, ergreift bereits den ventralen Theil der frontalen Haubenstrahlung und durchschneidet die sogenannte Commissur der Haubenstrahlungen.

Frontalschnitte, wie sie Fig. 12 und Fig. 13 zeigen, bieten die Läsionsstelle V in seitlicher Ausdehnung dorsal vom Hirnschenkelfuss bis etwa über der Mitte dieses. Hier ist das Vicq d'Azyr'sche Bündel durchschnitten und mitten in der Blutung gelegen, ausserdem ist hier der ventrale Theil der frontalen Haubenstrahlung (Hstr., Fig. 12) ergriffen, ferner die Schleifenfaserung durchtrennt. Die Degenerationen, die die Läsion bewirkte, sind roth in den Photogrammen eingezeichnet. Die Degenerationen reichen lateral bis zum inneren Kniehöcker, medial zeigt sich die Commissur der Haubenstrahlung (l. Hstr., Fig. 12) degenerirt, ferner die Haubenstrahlung, degenerirte Fasern finden sich in der hinteren Commissur (c. p., Fig. 12), in der Fortsetzung des tieferen Markes (AM., Fig. 12) des vorderen linken Zweihügels, ferner an der dorsalen Grenze des inneren Kniehöckers und dem Pulvinar (c Fig. 12). Degenerationen finden sich weiter im linken Antheil des centralen Höhlengraus

(c H., Fig. 12), beim Kern der hinteren Commissur. Im dorsalen Antheil des linken inneren Kniehöckers finden sich feine Aufsplitterungen degenerirter Fasern. Dorsal vom Hirnschenkelfuss gehen über demselben degenerirte Fasern lateralwärts bis über dem lateralen Ende des Hirnschenkelfusses, wie es a in Fig. 12 zeigt.

Die degenerirten Fasern der hinteren Commissur, welche letztere nirgends verletzt ist, lassen sich auf die rechte Seite verfolgen, bis zu den Ganglienzellen an der Grenze vom inneren Kniehöcker und dem Kern vent. c. Auch diese Fasern sind in Fig. 12b zu sehen. Die degenerirten Fasern der Haubenstrahlungscommissur sind seitlich so weit zu verfolgen, wie es CHstr. in Fig. 12 zeigt. Das Meynert'sche Bündel BM. erweist sich am Frontalschnitt, namentlich im lateralventralen Theil degenerirt.

Die degenerirten Fasern (c Fig. 12), welche an der dorsalen Grenze des inneren Kniehöckers und des Kerns vent. c und Pulvinars gelegen sind, haben eine etwas dickere Markscheide. Diese Fasern gehen dort, wo der Arm des vorderen Zweihügels sich an die caudale, dorsale Partie des Sehhügels ansetzt, in das mittlere Mark des vorderen Zweihügels über. Ich komme bei Gelegenheit der Schilderung der caudalen Degenerationen der Läsion noch darauf zurück. Diese Fasern kommen von frontaleren Partien der Verletzung und gehen in frontalen Schnitten an der Grenze von den Kernen lat. a, hint. und Pulvinar weiter caudal und kommen zwischen Pulvinar, dem Kern vent. c und dem inneren Kniehöcker schliesslich in den vorderen Zweihügel (mittleres Mark) zu liegen.

Wenn wir nun in der Verfolgung unserer Serienschnitte vom Schnitte Fig. 12 weiter frontalwärts schreiten, finden wir die Läsion weiter dorsalwärts verschoben und sie reicht lateral bis zur medialen Grenze vom Kern vent. c. Der Fornix, der hier auftaucht, sowie das Corpus Luysii sind ganz unversehrt. Zahlreiche Degenerationsschollen finden sich in unmittelbarer Nähe der Läsionsstelle. Es sind feine degenerirte Fäserchen, die im inneren Kniehöcker einstrahlen, nachzuweisen, ebenso auch im Kern hint. Die früher erwähnten Fasern c, Fig. 8, liegen hier im ventralen Theil des Pulvinar.

Die degenerirten Fasern, welche in's tiefe Mark der vorderen Zweihügel übergehen, liegen knapp lateral von der hinteren Commissur. Degenerirte Fasern der hinteren Commissur ziehen zur Innenseite des Corpus geniculatum internum.

Auf die Degenerationen im Hinterhauptsappen, die in diesen Frontalschnitten (Fig. 13) zu sehen sind, komme ich später zu sprechen, wo ich diese einheitlich schildere.

Die Läsion zerstört auf den folgenden Schnitten die ganze Haubenstrahlung und reicht lateral bis an die mediale Grenze vom Kern vent. c. Die hintere Commissur weist dieselben degenerirten Fasern auf, welche auf der anderen Seite an der ventralen Grenze des Kerns lat. a an die mediale Seite des inneren Kniehöckers ziehen. Das centrale Höhlengrau zeigt dieselben Degenerationsproducte. Die mediale, dorsale und ventrale Partie des linken inneren Kniehöckers zeigt feinste degenerirte Einstrahlungen, ebenso der Kern hint.



Die degenerirten Fasern, c Fig. 12, kommen hier an die medial-ventrale Partie des Pulvinars zu liegen. Das Corpus Luysii zeigt keine Degenerationsproducte in sich. Das Vieq d'Azyr'sche Bündel liegt noch immer in der Läsionsstelle. An diesen Schnitten taucht nun auch der äussere Kniehöcker auf.

Ich komme nun zu weiteren frontalen Schnitten, wie sie Fig. 11 zeigt. Die Verletzung hat hier alles zwischen Medianlinie und Kern vent. c durchschnitten, als Haubenstrahlung, Kern vent. b, Kern vent. a. Die feinen Degenerationsverzweigungen im inneren Kniehöcker (Cgi., Fig. 11) sind wie auf den früheren Schnitten zu sehen, ebenso im Kern hint. Der Kern vent. c ist frei von Degenerationen, ebenso sticht das Corpus Luysii hervor, dass es keine Degenerationen aufweist. Dagegen ist der Kern vent. b und vent. a von zahlreichsten zu Grunde gegangenen Ganglienzellen und Degenerationsschollen erfüllt. Die degenerirten Fasern c, welche in's mittlere Mark des vorderen Zweihügels übergehen, streben hier an der medial-ventralen Grenze des Pulvinars den caudalsten Antheilen der Lamina medullaris interna des Sehhügels zu, an der ventralen Grenze von lat. a. Die hintere Commissur weist auch hier Degenerationen auf. Etwas Neues, was auf diesen Schnitten hinzutritt, ist, dass im Centrum der caudalsten Partie des äusseren Kniehöckers feine degenerirte Verzweigungen auftreten.

Von der Verletzungsstelle sieht man auch degenerirte Fäserchen auf dem Wege der Lamina medullaris lateralis des Sehhügels an die ventrale Seite des inneren Kniehöckers ziehen.

Die degenerirten Fasern der hinteren Commissur verlaufen hier an der ventralen Grenze des Kernes lat. a, an die laterale Seite von Kern vent. c der anderen Seite.

Es folgen nun die letzten Frontalschnitte, wo die hintere Commissur noch zu sehen ist. Die degenerirten Fasern c liegen hier im Gebiete zwischen Pulvinar, dem Kern hint., und dem dorsalen Theil des Kernes vent. c. Die degenerirten Fasern der hinteren Commissur sind ebenso gut und schön auf die andere Seite hinüber zu verfolgen, wie auf den früheren Schnitten. Auch hier schlagen sie die Richtung über die ventrale Grenze des Kernes lat. a gegen den medialen Theil des rechten inneren Kniehöckers ein. Die Haubenstrahlung liegt mitten in der Läsionsstelle. Lateral reicht die Verletzung bis zum medialen Theil des Kernes vent. c. Der mediale, dorsale und ventrale Theil des linken inneren Kniehöckers weist auch hier feine degenerirte Verzweigungen auf.

Die degenerirten Fasern c ziehen nun im ventralen Theil des Kernes lat. a gegen die Verletzungsstelle zu, die lateral bis zum medialen dorsalen Theil des Kernes vent. c geht.

Auf den weiteren Schnitten, wie sie Fig. 10 zeigt, rückt die Läsion noch dorsaler und befindet sich hier etwa in mittlerer Höhe des Sehhügels, indem sie sich von der Medianlinie lateralwärts erstreckt, bis an die mediale Grenze des Kernes vent. c, wo derselbe an den Kern lat. a angrenzt, wodurch hauptsächlich der Kern vent. b und vent. a zerstört wurde. Wir finden hier die

zahlreichsten Degenerationen in diesen beiden Kernen. Die Fasern c befinden sich an der ventralen medialen Grenze vom Kern lat. a.

Das Meynert'sche Bündel (BM, Fig. 10) zeigt zahlreiche Degenerationen. Ausserdem sind Fasern degenerirt, welche die Richtung von der Läsion gegen das Ganglion habenulae einschlagen. Die linke Stria medullaris ist stark degenerirt, einige Fasern sind auch in der rechten verändert. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel ist erfüllt von Degenerationsproducten. Im medial-ventralen Theil des Kernes vent. c fallen degenerirte Fasern (fcp., Fig. 10) auf mit starker Markscheide, welche in lateral ventraler Richtung in parallelen Zügen verlaufen.

Im Corpus geniculatum externum finden wir degenerirte Fasern, wie sie in Fig. 10 angedeutet sind; feine Degenerationsproducte, die in der gezeichneten Form sich erstrecken.

Das Ganglion habenulae weist ebenfalls Degenerationsproducte von einstrahlenden Fasern auf. In dem auf diesen Frontalschnitten noch sichtbaren Antheil des inneren Kniehöckers sind zahlreiche, feine, degenerirte Einstrahlungen zu sehen.

Die Züge der Lamina medullaris externa des Thalamus opticus sind stark degenerirt. Der Fornix ventral vom Vicq d'Azyr'schen Bündel ist frei. In der grauen Masse zwischen Fornix, Hirnschenkelfuss und Vicq d'Azyr'schem Bündel sind die hier verlaufenden, feincalibrigen Fasern auch degenerirt (e Fig. 10).

Auf die im Ganglion habenulae mit feinen degenerirten Verzweigungen endende Stria medullaris, die ziemlich stark degenerirt war, komme ich später zu sprechen.

Im gegenüberliegenden Sehhügel sind noch degenerirte Fasern der hinteren Commissur zu sehen (fcp), welche hier in der Richtung gegen den Kern hint. verlaufen. Der ganze Verlauf dieser Fasern der hinteren Commissur ist ein geschwungener und man muss ihre Zusammengehörigkeit genau auf lückenlosen Serienschnitten zusammenhalten.

Die Fasern, welche in's tiefe Mark des vorderen Zweihügels degeneriren, liegen hier zwischen dem Kern lat. a und Ganglion habenulae und Fasern der hinteren Commissur (t Fig. 10). Die Haubenstrahlung ist stark degenerirt.

Die ganze Läsion liegt in diesen Schnitten in der caudalen Partie der Lamina medullaris interna des Sehhügels.

Die weiteren proximalen Schnitte zeigen die Verletzung sowie in V in Fig. 9. Sie reicht hier lateralwärts bis zum ventralen Rand des Kernes lat. a und den dorsalen Rand des Kernes vent. c. Die Umgebung der Blutung ist erfüllt von Degenerationsproducten. Das Meynert'sche Bündel ist degenerirt bis in's Ganglion habenulae hinein. Die Stria medullaris ist degenerirt und entsendet ihre degenerirten Verzweigungen in's Ganglion habenulae. Die ganze Lamina medullaris externa ist von Degenerationsproducten überfüllt. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel ist degenerirt, die Kerne vent. b und vent. a sind übersät von Zerfallsproducten. Die Haubenstrahlung wird durch ihre Aufsplitterungen in den Thalamuskernen hier bereits kleiner, alle Fasern dieser

sind aber degenerirt. Die stärker calibrigen Fasern, welche von der Läsionsstelle in lateral-ventraler Richtung gegen den Winkel zwischen Tractus opticus und Hirnschenkelfuss hin zu verlaufen (fcp, Fig. 9 und 10), fallen auch hier auf. Das Corpus geniculatum internum ist von feinen degenerirten Verzweigungen erfüllt. Die Fasern c sind noch immer (c Fig. 9) im ventralen Rand vom Kern lat. a zu sehen.

Auch im Corpus geniculatum externum sind feine degenerirte Fäserchen zu sehen in der Anordnung und Lage, wie es g in Fig. 9 zeigt.

Im Grau zwischen Hirnschenkelfuss, Fornix und Vicq d'Azyr'schem Bündel sind noch immer degenerirte, feincalibrige Fasern am Querschnitt zu sehen.

Jene Fasern, welche caudal in's tiefe Mark des vorderen Zueihügels degeneriren, liegt hier ventral zwischen Ganglion habenulae und Kern lat. a.

Auf den weiteren proximaleren Frontalschnitten kommt die Läsion noch dorsaler zu liegen, durchschneidet etwas unter dem Ganglion habenulae das Meynert'sche Bündel und reicht lateral in die Grenze zwischen Kern lat. a und vent. c. Die degenerirten Fasern c durchziehen den ventralen Theil vom Kern lat. a in der Richtung gegen das Ganglion habenulae. Die Fasern t, welche zum tiefen Mark des vorderen Zueihügels ziehen, liegen hier lateral von in das Ganglion habenulae einmündenden Fasern. Im dorsalen medialen Theil des Kerns lat. a sind feine degenerirte Einstrahlungen zu sehen. Die Degenerationen in beiden Kniehöckern, in den Kernen vent. b und vent. a, in der Häubenstrahlung, in der Lamina medullaris lateralis des Sehhügels sind dieselben, wie auf den früheren Schnitten. Die Kerne med. b und med. a sind auf diesen Schnitten ebenfalls in ihrer caudalsten Partie verletzt.

Die Fasern t, die zum tiefen Mark des vorderen Zueihügels ziehen, enden nun hier zwischen Ganglion habenulae und Kern lat. a, richtiger gesagt, kommen sie von hier und steigen in's tiefe Mark des vorderen Zueihügels abwärts. Ebenso enden die Fasern c hier an der Verletzungsstelle an der ventralen medialen Seite des Kern lat. a, welche Fasern von hier aus abwärts in's mittlere Mark des vorderen Zueihügels degeneriren.

Die Läsion nimmt an diesen Schnitten gerade den Kern med. a ein und reicht bis zum Kern lat. a, dessen medialste caudalen Abschnitte tangirt werden. Die Ganglienzellen des Kernes med. c werden nur wenig in der caudalsten Gegend betroffen.

Hier wird das Grau des Pulvinar durch einen nun erscheinenden Faserzug vom äusseren Kniehöcker getrennt. Von diesem degenerirten Faserzug, der dem Hinterhauptlappen angehört, stammen auch die schon in den früheren Schnitten beschriebenen feinen, degenerirten Verzweigungen im äusseren Kniehöcker, die ich auch in Fig. 9, Fig. 10 und Fig. 11 abgebildet habe. Die Verletzung reicht hier im ventralen Theil des Kernes lat. a bis etwa in die Mitte dieses herein.

Dort, wo der eben erwähnte degenerirte Faserzug, der dem Hinterhauptlappen angehört, im Grau knapp dorsal vom äusseren Kniehöcker endet, findet sich auf den folgenden Frontalschnitten ein winziger Herd, der mit von der

Osmiumsäure schwarz gefärbten Rundzellen erfüllt ist. Dieser kleine Herd erstreckt sich, wie wir auf den folgenden Schnitten sehen werden, noch weiter ins Pulvinar hinein. Die Stelle liegt fern von der Verletzung und steht mit dieser in keiner Verbindung. Ich halte diesen kleinen Herd für eine winzige Erweichung, die secundär fern von der Läsionsstelle entstanden ist. Ich erwähne gleich hier im voraus, dass sie circumscript ist und stets im Innern des Pulvinar bleibt.

Diese kleine secundäre Erweichung im Pulvinar (in Fig. 8 ist bei y die relative Grösse zu sehen) zeigt wieder aufs Deutlichste, wie nöthig lückenlose Serienschritte sind, so dass nur durch diese anatomisch die im Leben gesetzten Symptome zu erklären sind.

Von dieser winzigen, kleinen secundären Erweichung degeneriren die Bahnen in den Hinterhauptlappen, wie wir noch sehen werden.

Die Verletzung hat an diesen Schnitten den Kern med. a, med. b und die caudalsten Partien von med. c durchschnitten, ausserdem ist die ventrale mediale Partie vom Kern lat. a etwas verletzt. Das Meynert'sche Bündel zeigt aufsteigend weniger degenerirte Fasern als absteigend. Der Kern vent. b und vent. a ist erfüllt von Degenerationsproducten. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel, die Haubenstrahlung, die Zona incerta sind von degenerirten Fasern durchzogen.

Die degenerirte Stria medullaris entsendet ihre Verzweigungen ins Ganglion habenulae. In der Commissura mollis lassen sich einige wenige Fasern degenerirt auf die andere Seite zur medialen Spitze der Lamina medullaris interna und den Kern vent. b verfolgen.

Der Kern vent. a weist die degenerirten Fasern der Schleife auf, die hier nach meinen Untersuchungen enden.

Die Läsion kommt nun an die ventrale Seite des Ganglion habenulae zu liegen und erstreckt sich seitlich bis in die Mitte des Kernes lat. a in seinen caudalen Abschnitten. An diesen Schnitten taucht auch der Kern lat. b auf, der keine Veränderung aufweist. Die degenerirten Fasern der Commissura mollis reichen an die mediale Spitze des Kernes vent. b und in die Lamina medullaris interna des Sehhügels hinein. Im Tractus opticus ist nirgends eine Veränderung zu sehen. An der medialen dorsalen Seite des äusseren Kniehöckers sind degenerirte feine Einstrahlungen. Im Pulvinar wird der Erweichungsherd ganz klein. Die Hinterhauptfasern sind degenerirt und liegen hier dorsal vom äusseren Kniehöcker.

Die Tractus optici treten nun schon nahe gegen die Mittellinie hin unter dem Tuber cinereum. In der dorsalen Partie der Schnitte ist das eben ins Ganglion habenulae einstrahlende Meynert'sche Bündel zu sehen. Die Verletzung kommt hier schon nahe dem dorsalen Ende des Sehhügels zu liegen und durchschneidet eben die ventralen Theile des Ganglion habenulae und die inneren Theile des Kernes lat. a.

An jenen Frontalschnitten, wo der caudale Theil des Chiasma nervi optici angedeutet ist, sind die letzten Spuren der Verletzung zu sehen. Die Verletzung liegt hier im Ganglion habenulae; die medialen, dorsalen Abschnitte

des Kernes lat. a sind nicht ergriffen, sondern nur die medialen, ventralen. Im Pulvinar ist hier keinerlei Rundzellenanhäufung zu sehen, doch strahlen die Hinterhauptsfasern beständig dorsal vom äusseren Kniehöcker degenerirt aus. Die Stria medullaris ist hier durchschnitten. Die Kerne vent. b, vent. a, med. b, med. a, med. c sind erfüllt von Degenerationsproducten. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel, die Haubenstrahlung ist stark degenerirt. Während sich nun die degenerirten Fasern der Schleife im Kern vent. a aufsplittern und enden, drängen bereits andere Fasern gegen die Zellschicht ventral vom äusseren Kniehöcker hin.

Von der degenerirten Haubenstrahlung trennt sich nun in ventral medialer Richtung ein degenerirter Faserzug ab, der theils innen vom Fornix verläuft, theils denselben durchzieht, im Tuber cinereum auf die andere Seite kreuzt und in der Meynert'schen Commissur weiter verläuft, um sich in der Gitterschicht des anderen Sehhügels ventral vom äusseren Kniehöcker zu verzweigen. Der einheitliche Verlauf dieser Fasern der Forel'schen Commissur ist nicht auf einem einzigen Schnitte zu überblicken, da der Faserzug im Bogen geschwungen verläuft. Es sind auch hier lückenlose Serienschritte nöthig.

Auf den folgenden Schnitten kommt das Chiasma nervi optici ganz zum Vorschein. In zahlreichen Zügen treten nun degenerirte Fasern aus dem Pulvinar aus in die innere Capsel, indem sie dorsal um den äusseren Kniehöcker, theils in lateral ventraler Richtung in den hinteren Abschnitt der inneren Capsel ziehen, von wo sie, wie wir noch sehen werden, in die Hinterhauptswindungen ausstrahlen, theils in der inneren Capsel im Bogen aufwärts zur ersten Aussenwindung ziehen. Die letzteren Fasern ziehen vom Pulvinar aus dorsal vom äusseren Kniehöcker in den oberen Abschnitt der inneren Capsel und gehen lateral vom Nucleus caudatus aufwärts zur ersten Aussenwindung, wo die Fasern in die Grosshirnrinde einstrahlen. Jene Fasern, welche in den Hinterhauptsappen gelangen, ziehen vom Pulvinar in die unteren Abschnitte der Capsula interna und ziehen von hier caudalwärts in die Occipitalwindungen. Im Pulvinar ist keinerlei secundäre Erweichung mehr zu sehen. Die von der Hakenkanüle durchzogenen oben erwähnten Kerne sind von Degenerationen erfüllt. Der frontalste Antheil des Nucl. vent. c. ist von zahlreichen degenerirten Fäserchen durchzogen, welche in die Gitterschicht austreten. Die Markfasern an der medialen Seite des äusseren Kniehöckers sind zum Theil degenerirt, ebenso Einstrahlungen daselbst. Die degenerirte Haubenstrahlung strahlt nun ihre Fasern in die Thalamuskern aus.

Dagegen ziehen die von den zu Grunde gegangenen Ganglienzellen des Sehhügels ausgehenden Fasern in lateral ventraler Richtung zur Lamina medullaris lateralis, auf welchem Wege sie dann auf den kommenden frontalen Schnitten in den unteren Abschnitt der Capsula interna eintreten. An diesen Schnitten ist auch die Einstichstelle der Hakenkanüle im Balken zu sehen. Durch diesen Einstich wurde der Balken und der linke Fornix durchstoßen.

Die Forel'sche Kreuzung ist auf allen Schnitten in dem oben angegebenen Verlaufe degenerirt zu sehen. Während auf den caudalen Schnitten namentlich jene Fasern gut zu sehen waren, welche in der Mitte des Tuber

cinereum verlaufen, sind diese bereits verschwunden; dafür ist an diesen Schnitten der Faserverlauf der Forel'schen Kreuzung im anderen Sehhügel in der Meynert'schen Commissur gut zu sehen und ihre Einmündung in die Gitterschichte daselbst.

Der Fornix im ventralen Theil des Sehhügels zeigt keine Veränderung. Das Vicq d'Azyr'sche Bündel und die Stria medullaris ist stark degenerirt. In den ventralen Kernen sind viele Degenerationsproducte, im Kern med. a sind keine Degenerationen mehr zu sehen.

Wir kommen nun proximaler zu Frontalschnitten, wie sie Fig. 8 zeigt. Man sieht den Kern vent. a von zahlreichen Degenerationen durchzogen, die Lamina medullaris lateralis des Sehhügels besteht aus degenerirten Fasern. Auf diesen Frontalschnitten nun treten die ersten Thalamusfasern aus der Gitterschichte heraus in die innere Capsel (i, Fig. 8). Die Fasern der Forel'schen Kreuzung (FK, Fig. 8) sieht man hier ebenfalls degenerirt und den gezeichneten Verlauf im anderseitigen Sehhügel in der Meynert'schen Commissur. Die Degenerationen am medialen Rand des äusseren Kniehöckers und in diesem sind aus Fig. 8 zu ersehen. An der Grenze zwischen den Kernen med. c und vent. a sind ebenfalls zahlreiche Degenerationen zu sehen. Die Stria medullaris (str. m., Fig. 8) und das Vicq d'Azyr'sche Bündel sind degenerirt.

Im Pulvinar ist hier wieder eine kleine Rundzellenanhäufung zu sehen (y in Fig. 8), die offenbar secundär zu Stande gekommen ist. Dorsal vom äusseren Kniehöcker strahlen degenerirte Fasern in die innere Capsel (s, Fig. 8), wo sie theils im ventralen Verlaufe (v, Fig. 8) um den Kniehöcker in die innere Capsel ziehen zum Hinterhauptslappen, theils im dorsalen Bogen (d, Fig. 8) in die erste Aussenwindung ziehen, indem sie lateral vom Nucleus caudatus hinaufziehen, wie es Fig. 8 zeigt. In Fig. 8 ist auch die Einstichsöffnung der Hakenanüle durch Balken und Fornix zu sehen.

Die Fasern zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus, die wie Fibrae propriae verlaufen und knapp über der Rinde liegen (p, Fig. 8) sind ebenfalls degenerirt. Sie bestehen aus dünneren Fasern und enthalten feinere Degenerationsproducte. Im lateralen Theile des Gyrus fornicatus strahlen diese Fasern auch in die Rinde daselbst ein. In diesen Schnitten treten auch die Linsenkernglieder auf.

Auffallend ist es, dass die Fasern, die degenerirt aus dem Pulvinar in den Hinterhauptslappen ausstrahlen, plötzlich über den äusseren Kniehöcker, wie es Fig. 8 und Fig. 9 zeigt, mit dicker Markscheide degeneriren, feine Degenerationsproducte lassen sich allerdings in dem Kern lat. a verfolgen bis gegen den Kern med. c hin. Die vom Pulvinar ausstrahlenden Fasern kommen an den proximaleren Schnitten in der Capsula interna immer höher dorsaler zu liegen, bis sie nur mehr dorsal vom äusseren Kniehöcker zu sehen sind. An frontaleren Schnitten sind nämlich die in den Hinterhauptslappen ziehenden Fasern nicht mehr zu sehen, sondern hier ziehen vom Pulvinar nur mehr Fasern aufwärts dorsalwärts in die innere Capsel, um in die erste Aussenwindung einzustrahlen. Feine Degenerationsproducte lassen sich vom Pulvinar bis zum

Kern med. c nachweisen, ebenso von dem degenerirten medialen Marksaum des äusseren Kniehöckers.

In der ganzen Lamina medullaris interna und im Kern med. c lassen sich Degenerationen nachweisen.

Ich komme nun zu proximaleren Frontalschnitten, wie sie Fig. 7 zeigt. Der Kern vent. a ist stark erfüllt von Degenerationen und in der Gitterschichte ventral vom äusseren Kniehöcker brechen nun die Thalamusfasern in den ventralen Theil der inneren Kapsel ein, indem sie die am Frontalschnitt längsgetroffenen Fasern der inneren Kapsel durchqueren (i, Fig. 8). Vom Pulvinar treten die degenerirten Fasern in den dorsalen Theil der inneren Kapsel in bogenförmigem Verlaufe zur ersten Aussenwindung. Die Stria medullaris, das Vicq d'Azyrsche Bündel ist ebenso degenerirt wie an den vorigen Schnitten. Einige Rundzellenanhäufungen mit Zerfallsproducten zeigt x in Fig. 7.

In weiteren Schnitten zeigen sich von den zur ersten Aussenwindung degenerirenden Fasern auch solche, die in die zweite Aussenwindung einstrahlen. Der Verbindungszug knapp unter dem Rindengrau zwischen erster und zweiter Aussenwindung ist auch hier und in den folgenden Schnitten degenerirt (Fig. 7, p).

Auf den folgenden Schnitten (Fig. 6) verschwindet nun der äussere Kniehöcker und es taucht der vordere Theil des Chiasma nervi optici auf.

Hier findet sich nun wieder eine kleine Stelle (x, Fig. 6) an der Grenze zwischen lat. a und lat. b, welche stark schwarz gefärbte Schollen aufweist. Es ziehen noch immer Fasern, die degenerirt sind, von der Höhe des Pulvinars in die erste und zweite Aussenwindung. Der laterale Theil des Kernes lat. b ist von feinen Degenerationen durchzogen, die gegen die innere Kapsel ziehen. Der Kern med. a ist frei. Wenige Fasern sind in der Lamina medullaris interna des Sehhügels degenerirt. Der Kern vent. a und die Gitterschichte sind überfüllt von Degenerationen, welche in den ventralen Theil der inneren Kapsel übergehen. Dort, wo früher an den Schnitten der äussere Kniehöcker lag, ziehen degenerirte Fasern in die innere Kapsel. Es finden sich hier Einstrahlungen in die Rinde der ersten und einige in die Rinde der zweiten Aussenwindung.

Auch auf den proximaleren Frontalschnitten sind im dorsalen Abschnitte des Kernes lat. a, wie in Fig. 6, x, auf einer circumscribten Stelle schwarze gröbere Degenerationsstellen zu sehen, die ich für secundäre Veränderungen halte. Die degenerirten Ausstrahlungen von der Gitterschichte lateral vom Kern lat. b in die erste Aussenwindung dauern fort (d, Fig. 6). Das degenerirte Vicq d'Azyr'sche Bündel zieht nun im Kern vent. b dorsalwärts.

Degenerirte Fasern des Thalamus opticus durchbrechen nun an allen Punkten die Gitterschichte und durchqueren die innere Capsel. Die von der dorsalsten Gitterschichte in die erste Aussenwindung einstrahlenden Fasern werden an Zahl etwas geringer, und es werden weiter frontal diese Ausstrahlungen von Fasern gebildet, welche die ventraleren Abschnitte der Gitterschichte durchbrechen.

Das Vicq d'Azyr'sche Bündel zieht nun mit degenerierten Verzweigungen in den nächsten Schnitten in den Kern ant. a, dessen ganze Capsel degeneriert ist. Interessant ist es auch, dass das radiäre Markfaserbündelchen, welches vom lateralen Theil des Kernes ant. a in die innere Capsel zieht und den Kern lat. a und lat. b in den vorderen Theilen von einander trennt, degeneriert ist und als solches lateral um den Nucleus caudatus in die innere Capsel zu verfolgen ist und sich der Innenseite der von der Gitterschichte zur ersten Aussenwindung aufsteigenden degenerierten dickcalibrigen Fasern anschliesst. Zum Unterschied von diesen letzteren sind diese Fasern (r, Fig. 5) sehr dünncalibrig.

Auf Frontalschnitten, wo die vordere Commissur auftritt (Fig. 5), sind alle degenerierten Fasern in der inneren Capsel bereits gelegen und erfüllen sie in ihrem ganzen Querschnitte. Die degenerierten Einstrahlungen in die erste Aussenwindung dauern an. Das feincalibrige Markfaserbündel von der lateralen Seite des Kernes ant. a ist hier in seinem Zuge um den lateralen und ventralen Theil des Nucleus caudatus zu sehen (r, Fig. 5). Die degenerierte Stria medullaris wendet sich hier ventralwärts (str. m., Fig. 5). Dünne Fasern, die knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus liegen, sind degeneriert (p, Fig. 5). Der Kern vent. ant. ist frei von Degenerationen. Die dorsalsten Abschnitte des Linsenkernes werden zum Theil von den degenerierten Thalamusfasern durchzogen. Ähnlich wie die degenerierten Fasern in Fig. 5 in die erste Aussenwindung einstrahlen, ebenso strahlen sie in die erste Aussenwindung von Fig. 6, 7 und 8 ein.

Auf den Frontalschnitten, welche unmittelbar der Fig. 5 folgen, sieht man die degenerierte Stria medullaris, dort wo die Fornixsäulchen aufsteigen, ventralwärts absteigen, wie dies schon in Fig. 5 angedeutet ist. Die Fasern ziehen hart an der Medianlinie ventralwärts und gelangen zum Ganglion basale, wo sie sich verlieren und aufsplintern. Die absteigenden Fasern der Stria medullaris und die aufsteigenden Fasern des Fornix durchmengen sich in der Mitte.

Die vordere Commissur ist ohne Veränderung. Die degenerierten Fasern nehmen in den weiteren Schnitten mehr die laterale Partie der inneren Capsel ein und liegen dann dicht dem zerklüfteten Gebiete der Medialseite des Linsenkernes an. Der mediale Theil der inneren Capsel ist frei von Degenerationen. Die degenerierten Fasern ziehen zur Rinde sowohl der ersten als der zweiten und dritten Aussenwindung, um sich daselbst zu zersplintern. Die knapp unter der Rinde liegenden Fasern zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus sind auch hier degeneriert. In der Lamina medullaris externa des Linsenkernes lassen sich im dorsalen Theile degenerierte Fasern nachweisen.

In den proximaleren Schnitten kommt der Degenerationszug in der inneren Capsel noch lateraler zu liegen; die Einstrahlungen in die Grosshirnrinde der ersten, zweiten und dritten Aussenwindung werden mächtiger. In die vordere Commissur sehe ich keine Fasern von der Stria medullaris übergehen, sondern alle degenerierten Fasern dieser ziehen medial, wie oben beschrieben, herab zum Ganglion basale, indem sie an der medial ventralen Seite bogen-



förmig umbiegen, welche bogenförmigen Fasern Kölliker als aus dem Septum pellucidum stammende Fasern bezeichnet. Diese Fasern gehören zum Theile der Stria medullaris an und sind hier degenerirt. Im Bulbus olfactorius sehe ich keine Veränderung.

Wir sehen in den folgenden Schnitten Einstrahlungen der degenerirten Fasern in Menge in die Rinde der ersten, zweiten und dritten Aussenwindung. Auch in der äusseren Capsel sind feine Degenerationen zu sehen, sowie in der Lamina medullaris externa des Linsenkerns. Die vordere Commissur zeigt keinerlei Veränderung.

Wenn wir dann zu Frontalschnitten kommen, wie sie Fig. 4 zeigt, sehen wir die degenerirte aufsteigende Thalamusbahn bereits ganz seitlich in der inneren Capsel gelagert, die Ausstrahlungen zur Rinde erfolgen in die erste Aussenwindung, weniger in die zweite, starke in die dritte Aussenwindung. Degenerirte Fasern sind auch in der äusseren Capsel und in der äusseren Marklamelle des Linsenkerns zu sehen. Knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus sind noch immer dieselben feinen Degenerationen zu sehen.

Dort, wo die Linsenkernglieder proximal verschwinden, kommt das Mark der vierten Aussenwindung zur Geltung, welches ebenfalls durch die Thalamusausstrahlungen degenerirt erscheint.

In den folgenden Schnitten bleibt die Situation der degenerirten Faserzüge ziemlich gleich. Auf den frontaleren Schnitten rücken die degenerirten Fasern mehr zu einer compacten Masse im lateralen Theil der inneren Capsel zusammen. Fasern, die knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus degenerirt sind, senden dort, wo sich der Balken frontal getheilt hat, einige Fäserchen degenerirt an der medialen Seite des Balkens ventralwärts zum orbitalen Windungszug.

Vom lateralen Theile der Capsula interna erfolgen Ausstrahlungen in alle Aussenwindungen.

Wenn wir nun weiter gegen den Frontalpol des Gehirnes vorwärts schreiten, finden wir, dass die feinen degenerirten Fasern p knapp unter der Rinde der ersten Aussenwindung und dem Gyrus fornicatus so lange zu sehen sind, als der Balken nach vorne reicht, dann verschwinden diese Degenerationszüge, indem sie zum Theil, wie oben erwähnt, Fäserchen an der medialen Seite des vordersten Balkenanteils zur Hirnbasis ziehen lassen.

Wie die Degenerationsverhältnisse an weiter frontalwärts gelegenen Schnitten beschaffen sind, zeigt Fig. 3. In alle Aussenwindungen strahlen degenerirte Fäserchen ein, die von dem im lateralen Theil der Markmasse gelegenen Hauptdegenerationszug kommen.

Die Ausstrahlung der degenerirten Fasern wird nun auf proximaleren Schnitten des Stirnhirns besonders stark in die Rinde der zweiten und dritten Aussenwindung. Je weiter wir gegen den Stirnhirnpol kommen, um so stärker sind die Ausstrahlungen der Degenerationszüge in die Aussenwindungen.

Fig. 2 zeigt die Ausstrahlung der degenerirten Thalamusfasern in die

laterale Grosshirnrinde. Alle vier Aussenwindungen werden von zahlreichen degenerierten Fasern durchzogen, welche in der Rinde endigen.

Die Einstrahlung in die Grosshirnrinde erfolgt in den folgenden proximalen Frontalschnitten in derselben Weise. Fig. 1 zeigt die Einstrahlung der degenerierten Fasern in die vordersten Theile des Stirnhirns; von den lateralen Theilen des Markes aus treten die degenerierten Fasern zur Grosshirnrinde sämtlicher Aussenwindungen. Einstrahlungen degenerierter Fasern sind bis in den Stirnhirnpol zu verfolgen.

In dieser Weise hätten wir nun durch die Degeneration die Thalamusfasern zur Hirnrinde des Stirnhirnes verfolgt.

#### Degenerationszüge zum Occipitallappen.

Bei der Schilderung des Eintrittes der Thalamusfasern in die innere Capsel, bin ich bei einem Punkte stehen geblieben, wo ich jetzt, nachdem ich die übrige Thalamusfaserung geschildert habe, fortsetzen will.

In Fig. 7 haben wir gesehen, dass die Thalamusfasern, welche ventral vom äusseren Kniehöcker durch die Gitterschichte in die innere Capsel eingehen, im ventralen Theile der inneren Capsel frontalwärts verlaufen und erst später in frontaleren Schnitten wie Fig. 5, 4, 3 sich dorsaler erheben, um in die Rinde auszustrahlen. Anders verlaufen die Thalamusfasern, welche dorsal vom Corpus geniculatum externum aus dem Pulvinar in die innere Capsel ziehen. Die dorsaleren dieser Fasern ziehen im dorsalen Bogen zur ersten Aussenwindung und lassen sich, wie wir gesehen haben, weit frontalwärts im dorsalsten Abschnitt der inneren Capsel verfolgen, mischen sich dann in den frontalen Ebenen mit Thalamusfasern, die aus der Gitterschichte ventral vom äusseren Kniehöcker kommen und im ventralen Antheil der inneren Capsel weiter frontalwärts ziehen und sich erst weiter vorne erheben. Hier sind dann keine strenge Unterscheidungen dieser beiden Fasersysteme mehr möglich.

Ebenso wie nun die dorsal vom äusseren Kniehöcker austretenden Thalamusfasern frontalwärts in die erste Aussenwindung einstrahlen, ebenso lassen sich die Einstrahlungen dieser Fasern in die hinteren Theile der ersten Aussenwindung nachweisen, und zwar im ganzen caudalen Abschnitt bis zum Occipitalpol. Während des ganzen Zuges werden degenerierte Einstrahlungen in die Rinde der ersten Aussenwindung abgegeben.

Ausser diesen Fasern, welche vom Thalamus dorsal vom äusseren Kniehöcker zur ersten Aussenwindung abgegeben werden, sind noch andere Fasern zu nennen, welche ebenfalls vom Pulvinar abgegeben werden, die aber nicht gleich dorsal in der inneren Capsel aufsteigen, sondern in die ventraleren Partien des hintersten Abschnittes der inneren Capsel abgegeben werden. Auf Fig. 7 sehen wir diese Fasern lateral vom äusseren Kniehöcker gelegen, auf Fig. 8 liegen sie schon ventraler und auf Fig. 9 und Fig. 10 sehen wir schon die Ausstrahlung dieser Fasern (s) in den Hinterhauptslappen.

Ich will nun bei den Frontalschnitten, wie sie Fig. 9 zeigt, die Hinterhauptsstrahlung des Thalamus opticus beschreiben. In diesen Schnitten finden wir bereits die Ausstrahlung der Thalamusfasern in einer grossen Ausdehnung.

Die Fig. 9 zeigt die Degeneration dieses Stratum sagittale nur im ventralen Theil des Hinterhauptlappens eingezeichnet, die degenerirten Strahlungen zur ersten Aussenwindung sind ganz ähnlich, wie die früher beschriebenen auf frontaleren Schnitten und wie sie in Fig. 14 auf caudaleren Schnitten zu sehen sind. Die degenerirten Fasern ziehen auf Frontalschnitten, wie sie Fig. 9 zeigt, im lateralen Theile der Markmasse der zweiten und ersten Aussenwindung im geschwungenen, dorsalen Verlaufe zur ersten Aussenwindung, wo die Fasern in die Grosshirnrinde einstrahlen. In die zweite, dritte und vierte Aussenwindung werden hier keine Fasern abgegeben. Der Verlauf der degenerirten Fasern in der Höhe der Markmasse der dritten Aussenwindung ist bereits in Fig. 9 (s) in den oberen Theilen der Figur sichtbar. Die Fasern nehmen hier die mittlere Partie der Markmasse ein; sie verlaufen hier nicht mehr so wie in der Markmasse der ersten und zweiten Aussenwindung in ventralem Zuge, sondern in sagittaler Richtung und sind am Frontalschnitte quer getroffen. In den ventraleren Abschnitten kommen die Fasern mehr medial zu liegen (s' Fig. 9) ungefähr in der Mitte der Markmasse. Die Faserzüge zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus, der aus dünnen bogenförmigen Fasern dicht unter Rinde liegt, ist auch hier degenerirt und lässt sich ebenso wie im Stirnhirn, auch in den Hinterhauptslappen verfolgen (p).

Ganz gleich sind die Degenerationszüge auf Frontalschnitten, wie sie Fig. 10 zeigt, zu sehen (s. Fig. 10), ebenso auf Frontalschnitten, wie Fig. 11.

Wie die degenerirte Thalamusfaserung auf caudaleren Schnitten zieht, zeigt Fig. 13, in welcher auch die caudalen Verletzungsstellen des Thalamus opticus zu sehen sind. Das degenerirte Stratum sagittale liegt hier im lateralsten Theile der Markmasse, wie es die Fig. 13 zeigt, im dorsalen Theil verlaufen die Fasern mehr in ventral-dorsaler Richtung (s Fig. 13), im ventraleren Theil in sagittaler Richtung (s' Fig. 13). Einstrahlungen der degenerirten Fasern finden ausser in die erste Aussenwindung hier auch zum Theil in die zweite Aussenwindung statt. Der feine degenerirte Faserzug unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung ist auch hier in der gleichen Weise zu sehen (p Fig. 13).

In Fig. 14—16 sehen wir die Lage des degenerirten Thalamuszuges auf caudaleren Schnitten. Der Zug nimmt das ganze Stratum sagittale laterale in Anspruch; bei der ersten und zweiten Aussenwindung zeigen die Fasern einen ventral-dorsalen Verlauf (s Fig. 13—16), in den ventralen Partien in sagittaler Richtung (s' Fig. 16). Einstrahlungen in die Grosshirnrinde finden in die erste und zweite Aussenwindung statt. Im ventralsten Theil der vierten Aussenwindung ziehen vom degenerirten Stratum sagittale laterale feine Fasern knapp unter der Rinde zur benachbarten medial gelegenen Basalwindung (y Fig. 16). Der feine Faserzug (p Fig. 13), der im ganzen Grosshirn knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus gelegen war, schlägt sich an diesen Schnitten beim caudalen Ende des Gyrus fornicatus ventral und bildet einen feinen Zug degenerirter Fasern an der medialen Grenze der Markmasse (w Fig. 14, 15, 16) knapp unter der Rinde. Im ventralen Theil dieser Partie sind Fasern des Fornix gelegen, der hier im Cornu

Ammonis endigt, welche einen dünnen lateralen Marksaum des Cornu Ammonis bilden.

Auf noch weiter caudal gelegten Schnitten finden wir (Fig. 17s.) die ganze laterale Partie des Occipitalhirns vom degenerierten Stratum sagittale eingenommen. Es finden sich hier ausser in die erste Aussenwindung bereits auch zahlreiche und starke Einstrahlungen in die zweite Aussenwindung.

Die früher besprochenen Fasern (p Fig. 16 und 17) sind an dem medianen Rand des Markes im ganzen Verlaufe zu sehen, zugleich kommen auch feine degenerierte Fasern ventralwärts von der ventralen Umbiegungsstelle des degenerierten Stratum sagittale laterale her, die sich ebenfalls auf die mediane Seite des Markes dicht unter der Rinde verziehen (y Fig. 17), so dass das ganze centrale Mark des Occipitalhirnes, welches intact ist, von degenerierten Fasern umgeben ist, wie es Fig. 17 zeigt.

Noch weiter caudal gelegene Frontalschnitte zeigen die Degenerationsverhältnisse wie Fig. 18. Es erfolgen hier starke Einstrahlungen in die erste und zweite Aussenwindung. An der ventralen Umbiegungsstelle des Stratum sagittale laterale sind mehr degenerierte Fasern zu sehen, die auf die mediale Seite umschlagen (y Fig. 18). Der medial degenerierte Marksaum unter der Rinde ist auch hier zu sehen (p Fig. 18).

Während bisher nur Einstrahlungen in die erste Aussenwindung, in den letztbeschriebenen Schnitten auch Einstrahlungen in die zweite Aussenwindung zu sehen waren, sehen wir auf den weiteren caudalen Frontalschnitten, wo der Occipitallappen immer kleiner erscheint, die Unterscheidung zwischen centralem, gut erhaltenem Mark und lateraler degenerierter Schichte immer mehr schwinden, so dass auf den caudalsten Schnitten das ganze Marklager ohne Unterschied von degenerierten Fasern durchzogen erscheint, die in die Grosshirnrinde des Occipitalpoles einstrahlen. In dieser Weise finden alle degenerierten Fasern ihr Ende in der Rinde des Occipitalpoles, welche von der caudalen Partie der ersten und zweiten Aussenwindung gebildet wird. Die Fasern (p Fig. 17, 18) strahlen in die medialen Rindenpartien ein.

#### Caudale Degenerationszüge in's Mittelhirn.

Bisher hätten wir nun die degenerierten Thalamusfasern, welche zur Grosshirnrinde gehen, genau beschrieben. Es fällt uns noch die Aufgabe zu, wie es mit den Degenerationen steht, die caudalwärts von der Sehhügelläsion ausgehen und in's Mittelhirn ziehen.

Ich muss diesbezüglich auf zum Theil bereits beschriebene Frontalschnitte zurückkommen. Ich beginne mit einem Schnitte, wie er zwischen Fig. 8 und 9 liegt. In dem Gebiete, das zwischen dem medialsten Antheil des Kernes lat. a, dem dorsalen Theile des Kernes med. a und dem Ganglion habenulae liegt, dort, wo die proximalste Einstrahlung des Meynert'schen Bündels liegt, ist hier die Thalamusläsion gelegen. Von dieser Verletzungsstelle aus sind nun sowohl Fasern in's tiefe, wie in's mittlere Mark des vorderen Zweihügels verfolgbar. Es sind das die zum Theil schon früher erwähnten Fasern c und die Fasern t Fig. 9—17.

In Frontalschnitten, wie sie Fig. 9 zeigt, liegen die Fasern *t* dorsal von der Verletzungsstelle, lateral vom an's Ganglion habenulae mündenden Meynert'schen Bündel an der medial ventralen Grenze vom Kern lat. a. Die Fasern *c* sind hier bereits lateraler und etwas dorsaler von der Verletzungsstelle weggezogen und sind hier im ventralen Theil des Kernes lat. a durch die Degeneration sichtbar.

Die übrige degenerirte Faserung dieses Schnitte habe ich schon geschildert und brauche ich nicht mehr darauf zurückzukommen, da sie für die caudalen Degenerationszüge nicht mehr in Betracht kommen.

In Frontalschnitten, wie sie Fig. 10 zeigen, liegen die Fasern *c* zwischen Ganglion habenulae und dem Kerne lat. a an der lateralen Seite von Fasern, die noch der hinteren Commissur angehören (*c* Fig. 10), die Fasern *t* liegen im ventralen Theil des Kernes lat. a. Auf Querschnitten, wie sie Fig. 11 zeigen, haben die Fasern *c* (*c* Fig. 11) und die Fasern *t* (*t* Fig. 11) eine gleiche Lage zum Kern lat. a und es liegen hier die Fasern *t* an der lateralen, dorsalen Seite der hinteren Commissurenfasern.

Auf Fig. 12 ist der Kern lat. a bereits verschwunden und der innere Kniehöcker aufgetreten. Hier bilden die Fasern *t* leichte Züge an der lateralen dorsalen Seite der hinteren Commissurenfasern und auch die Lage der Fasern *c* ist aus der Fig. 12 und Fig. 13 ersichtlich, die an der medial dorsalen Partie vom inneren Kniehöcker und Kern vent. c liegen. Die hintere Commissur weist überall ebenfalls degenerirte Züge auf, die von der ventralen Verletzungsstelle kommen und in den anderseitigen Sehhügel verlaufen, indem sie die Richtung im geschwungenen Laufe an der ventralen Grenze vom Kern lat. a gegen den Kern vent. c und den inneren Kniehöcker hin nehmen. Die Commissurenfasern, welche im ventralen Theil der Fig. 12 degenerirt sind, lassen sich bis in die Gegend der anderseitigen Haubenstrahlung verfolgen. Im linksseitigen Höhlengrau sind überall in diesen Schnitten Degenerationsproducte zu finden, selbstverständlich ist auf der rechten Seite keine Spur davon zu sehen.

Auf caudaleren Schnitten sieht man dann die Fasern *c* in das mittlere Mark des linken vorderen Zueihügels übergehen, und zwar in dessen lateralen ventralen Antheil, während die Fasern *t* durch einige neue ventralwärts hinzutretende Fasern verstärkt in das tiefe Mark des linken vorderen Zueihügels übergehen.

Unmittelbar caudal von der äussersten Läsionsstelle finden wir viele Degenerationsproducte.

Es finden sich in diesen Schnitten ausser den oben erwähnten Fasern *c* und *t* noch Faserzüge degenerirt im medialen bogenförmig verlaufenden Antheil der Schleife und dem sagittal verlaufenden Schleifenantheil an der medialen Seite des inneren Kniehöckers, in der Gegend der Haubenfascikeln Forel's, in der Umgebung des Meynert'schen Bündels in der Haubenstrahlung.

Ferner sind Fasern degenerirt, die ventral vom Meynert'schen Bündel auf die andere Seite dorsal von den Corpora mammillaria hinüberziehen, deren weiteren Verlauf wir unten sehen werden. Der innere Kniehöcker ist hier

überall frei von Degenerationen. Der Pedunculus corporis mammillaris ist degenerirt, ebenso das absteigende Meynert'sche Bündel und lateral von ihm verlaufende Sagittalfasern.

Auf weiteren caudaleren Schnitten (Fig. 14) sind die degenerirten Fasern des tiefen Markes des vorderen Zweihügels so ziemlich geschwunden (t, Fig. 14), während die des mittleren Markes bis gegen die Mittellinie hin noch zu sehen sind (c, Fig. 14) und von Fasern, die ventralwärts kommen, noch verstärkt werden. Im linken ventralen Höhlengrau sind noch immer Degenerationsproducte zu sehen. Eine Menge degenerirter Fasern ziehen an der medial dorsalen Seite des nun auftretenden rothen Kerns dahin, aber auch auf der lateralen und ventralen Seite sind solche Fasern zu sehen; alle diese Fasern münden, wie wir noch sehen werden, im linken rothen Kern (u, Fig. 14).

Ausserdem habe ich oben Fasern erwähnt, die im ventralen Theil dieser Schnitte die Mittellinie überschreiten; diese Fasern (z, Fig. 14) sind nun auf diesen Schnitten zum gegenüberliegenden rothen Kern zu verfolgen, welche Fasern hier mit Aufsplitterungen endigen. Ausserdem sind degenerirte Fasern in der Gegend der Haubenfascikel Forel's nachzuweisen (f, Fig. 14). Ferner sind ventral davon noch viele degenerirte Fasern zu sehen, die zum Theil hier in Ganglienzellen enden. An der Basis der Schnitte sind das degenerirte Meynert'sche Bündel (MB, Fig. 14) und der degenerirte Pedunculus corporis mammillaris zu sehen (p. c. m., Fig. 14).

Auf den folgenden caudaleren Schnitten ziehen degenerirte Fasern von der Gegend der Haubenfascikeln Forel's in das mittlere Mark des vorderen Zweihügels. Zwischen rothem Kern und dem nun auftauchenden Oculomotoriuskern sind zahlreiche degenerirte Fasern zu sehen. Der rothe Kern ist von zahlreichen degenerirten Fasern umgeben und durchzogen, welche in ihm hier endigen. Die Fasern über die Mittellinie zum anderseitigen rothen Kern (u, Fig. 14) sind leicht zu verfolgen. Das Meynert'sche Bündel ist stark degenerirt, während im Pedunculus corporis mammillaris hier schon viel weniger degenerirte Fasern nachzuweisen sind.

In den linken Oculomotoriuskern senden degenerirte Fasern ihre degenerirten Verzweigungen hinein. Auch im linken Höhlengrau des Aquaeductus Sylvii finden sich degenerirte Einstrahlungen.

Ganz gleiche Degenerationen zeigen Schnitte, wie sie Fig. 15 zeigt. Die Fasern z zum gegenüberliegenden rothen Kern und die Fasern u zum gleichseitigen rothen Kern, die Fasern c und t im Mark des vorderen Zweihügels sind gleich degenerirt. Die übrigen Degenerationen sind aus Fig. 15 zu ersehen.

Frontalschnitte, wo der Nervus oculomotorius auftritt, zeigen bereits weniger Degenerationen. Im mittleren Mark des vorderen Zweihügels sind bedeutend weniger Fasern degenerirt, viele Fasern sind bereits im linken rothen Kern aufgegangen; die meisten Fasern sind noch dorsal vom rothen Kern und in der Gegend der Haubenfascikel degenerirt. Das Meynert'sche Bündel ist stark degenerirt, der Pedunculus corporis mammillaris zeigt noch weniger De-

generationen als vorhin. Beide Oculomotoriuskerne zeigten hier feine Zerfallsproducte degenerirter Faserverzweigungen.

In den folgenden caudaleren Frontalschnitten (Fig. 17) sind die Degenerationen schon ziemlich zusammengeschmolzen. Es sind nur wenig degenerirte Fasern mehr im Mark des vorderen Zweihügels nachweisbar. Im rothen Kern enden noch immer degenerirte Fasern; im linken centralen Höhlengrau und in beiden Oculomotoriskernen sind degenerirte Einstrahlungen zu sehen. Lateral und dorsal vom rothen Kern finden sich noch degenerirte Fasern, die wir an den folgenden Schnitten weiter verfolgen können. Der Pedunculus corporis mammillaris zeigt hier geringere Degenerationsproducte. Das degenerirte Meynert'sche Bündel liegt hier bereits ganz an der Basis. In den folgenden Schnitten strahlt es in das Ganglion pedunculare aus, und die Fasern verlieren bereits im gleichseitigen Ganglion interpedunculare die Markscheiden.

In beiden Oculomotoriuskernen sind feine Degenerationen. Es finden sich lateral vom hinteren Längsbündel noch degenerirte quer getroffene Fasern, ausserdem in der Substantia reticularis zerstreute Fasern. Die Fasern des Pedunculus corporis mammillaris ziehen nun dorsalwärts und verschwinden in der Substantia reticularis im medialen Theile.

In der hinteren Zweihügelgegend sind nur mehr wenige degenerirte Fasern nachweisbar. Lateral vom dorsalen Längsbündel ist ein Faserzug degenerirt, ferner sind zerstreute degenerirte Fasern in der Mitte der Substantia reticularis zu sehen, die hier in den zerstreut liegenden Ganglienzellen endigen. Der Trochleariskern, das dorsale Längsbündel, das hintere Zweihügelgrau zeigen keine Veränderung.

In den Frontalschnitten, wie sie Fig. 19 zeigt, endigen nun alle caudalen Degenerationszüge. Es sind das Querschnitte, die durch den hinteren Zweihügel caudal vom Trochleariskern gelegt sind. Dort, wo der Nucleus reticularis tegmenti auftritt, endigen alle caudalen Thalamusfasern in den zerstreuten Ganglienzellen der Substantia reticularis (b, Fig. 19), andere wenige Fasern enden im Nucleus reticularis tegmenti (c, Fig. 19). Jener degenerirte Faserzug, der lateral vom dorsalen Längsbündel zieht (d, Fig. 19), endigt ebenfalls in den zerstreuten Ganglienzellen der Substantia reticularis, theils im Nucleus reticularis tegmenti. Einzelne dieser Fasern enden in einem Kern, der lateralventral vom hinteren Längsbündel, caudal vom Trochleariskern, knapp unter dem Höhlengrau gelegen ist, mit feinen Aufsplitterungen (Fig. 19a).

Auf allen weiteren caudalen Schnitten konnten keine degenerirten Fasern mehr nachgewiesen werden. Es wurde der ganze Hirnstamm auf lückenlosen Serienschnitten untersucht und auch das Rückenmark auf zahlreichen Querschnitten.

In dieser Weise hätten wir nun die Läsionsstelle, sowie die von hier aus ausgehenden secundären Degenerationen genau beschrieben. Ich bin dabei etwas ausführlicher gewesen, da ähnliche Bearbeitungen des Sehhügels noch nicht ausgeführt wurden.

### Die Erscheinungen caudaler Sehhügelverletzungen.

Sehr interessant waren die Erscheinungen, welche Katzen nach solchen Läsionen darboten, wie ich sie genauer im Vorhergehenden bei einer Katze schilderte, die ungefähr ein Jahr alt war.

Gleich nach der Operation wird der Kopf des Thieres, dessen linker Thalamus verletzt war, krampfartig nach links gedreht, so dass sie mit der linken Kopfseite gegen die linke hintere Extremität sieht. Die Bewegungen, die nun die Katze ausführte, bestanden in beständigen Kreisbewegungen nach links, also nach der operirten Seite, so dass der Körper in der Peripherie eines Kreises sich bewegte, wobei die linke Körperhälfte dem Mittelpunkte zu sah. Die linke Vorderpfote wird öfters ungeschickt aufgesetzt, auch fällt die Katze einige Male auf die rechte Schulter beim ersten Versuche sich aufzurichten. Die Extremitäten, passiv aus ihrer Lage gebracht, werden wieder zurückgebracht in ihre Lage, sowohl die vorderen als die rückwärtigen. Der Ohrreflex, der Lidreflex ist beiderseits auslösbar, ebenso der Kniesehenreflex. Die Pupillen sind gleich und reagiren prompt. Die Katze miaut jammernd, zeigt keine besondere Schreckhaftigkeit. Die Lidspalten erscheinen gleich weit. Die Zungenbewegungen gehen gut vor sich, in den Kaumuskeln ist keine Auffälligkeit bemerkbar. Nirgends sind Hyperämien zu sehen. Das Thier defäcirt einige Male, schliesst die Augen. Die Katze hört. Sie tritt bei den Bewegungen immer mit dem linken Vorderbeine aus. Sie zeigt keine Krämpfe, beleckt sich mit der Zunge gut die Schnauze, Salivation nicht vorhanden.

Die Sensibilität ist bei den Thieren schwer zu prüfen.

Mit der Nadel in die Extremitäten gestochen, zieht die Katze diese zurück, doch ist die Sensibilität gewiss beeinträchtigt. Der Kopf wird beständig nach links gekrümmt und nach links und oben gedreht gehalten, so dass das rechte Ohr der rechten Schulter genähert ist. Alle Locomotionsbewegungen erfolgen in Kreisbewegungen (Manègebewegungen) nach links. Es machten sich keinerlei Krampfanfälle geltend. Oefters bleibt die Katze starr stehen mit stark nach links gewendetem Kopfe. Die Katze vermag sich mit dem Kopfe nicht nach rechts zu biegen; wenn man zum Beispiele die rechte vordere Extremität hält und nicht auslässt und das Thier Abwehrbewegungen und Beissbewegungen macht, so vermag die Katze nicht die Hand, welche die rechte vordere Extremität des Thieres hält, zu erreichen, sondern der Kopf des Thieres ist zwangsartig nach links gewendet und Locomotionsbewegungen und Abwehrbewegungen erfolgen nur nach links; die vordere rechte Extremität wird öfters ungeschickt und umgekehrt aufgesetzt.

Wenn man die Katze an der Lendenwirbelsäule emporhält, so dass der Kopf gegen den Boden sieht, so zieht das Thier, wenn man die Hinterbeine oder die linke vordere Extremität fasst, diese zurück, während sie die rechte vordere Extremität beim selben Versuch hängen lässt.

Die Athmungsfrequenz,  $1\frac{1}{2}$  Stunden nach der Operation, war 56, die Herzschlagfrequenz 216 in der Minute bis 228. Die Katze beleckt sich ganz



gut die Schnauze, zeigt keine Salivation. Das Thier bewegt sich spontan wenig. Nirgends hyperämische Erscheinungen.

Nachmittags nimmt die Katze bereits Nahrung auf, sie schluckt dabei die Milch ganz gut. Beim Schweif gehalten, knurrt das Thier.

Am Abend des Operationstages konnte bereits mit Sicherheit festgestellt werden, dass die Katze nach der rechten Seite hin nicht sieht. Es wurden Gegenstände an eine Schnur gebunden und am Boden laufen gelassen. Jedes Mal, wenn der Gegenstand im linken Gesichtsfelde sich befand und sich dort bewegte, sprang die Katze darnach, wenn der sich bewegende Gegenstand von rechts kam, zeigte sie keinerlei Aufmerksamkeit.

Die rechte vordere Extremität wird Abends nicht mehr ungeschickt aufgesetzt, sondern gebraucht. Das Gehör ist nicht beeinträchtigt, im Uebrigen sind feinere einseitige Gehörveränderungen wohl schwer beim Thier nachzuweisen. Es machten sich aber keine sicheren Veränderungen geltend.

Am rechten Vorderbeine gehalten, macht das Thier noch immer die oben erwähnten Abwehrbewegungen nach links. Alle Locomotionsbewegungen erfolgen in Kreisbewegungen nach links. Die Lidspalten sind gleich, die Pupillen gleich und reagiren. Das Thier macht spontan wenig Bewegung. Das Thier empfindet Nadelstiche an der rechten Vorderpfote weniger.

Das Thier liegt lange in derselben Stellung; es springt etwas ungeschickt vom Sessel und zeigt dabei etwas Furcht. Athmungsfrequenz 48, Herzschlagfrequenz 228. Beim Annähern von Gegenständen von rechts her an das rechte Auge erfolgen keine Blinzelbewegungen, stets aber beim linken Auge von links her.

Am nächsten Tage ist das Thier schon wieder munterer, doch vermag es Bewegungen nach rechts nicht auszuführen, sondern alle Locomotionsbewegungen erfolgen im Kreise nach links. Es zeigt sich keine Parese, die Pupillen sind gleich und reagiren. Die Sensibilität zeigt keine gröbere Störung. Herzschlagfrequenz 210.

Das Thier macht auch in den folgenden Tagen, wo es genügend Nahrung zu sich nimmt, stets Kreisbewegungen nach links, zeigt beständig rechtsseitige Hemianopsie. Der Kopf wird stets nach links und oben gedreht gehalten. Die Sensibilität bei dem Thierte genauer zu prüfen, war auch später nicht gut möglich, im Allgemeinen zog es bei Nadelstichen die Extremitäten erst auf grössere Reize zurück.

Die Hemianopsie, die abnorme Stellung des Kopfes und die Locomotionsstörung in Form von Manègebewegungen nach der operirten Seite blieben, so lange das Thier am Leben gelassen wurde, bestehen. Nach drei Wochen wurde das Thier in Chloroform getödtet.

In der Art, wie ich den Versuch hier genauer durchgeführt habe, wurden von mir über 20 Versuche bei Katzen und Hunden durchgeführt, indem theils kleine umschriebene Verletzungen im Sehhügel gesetzt wurden, theils grössere Verletzungen, die alle auf Serienschnitten untersucht wurden. Mehrere caudale circumscriphte Läsionen in der caudalen

Sehhügelgegend habe ich bereits veröffentlicht und einige Bahnen des Sehhügels beschrieben, welche bestimmte Kerngebiete des Sehhügels mit bestimmten Rindengebieten des Grosshirnes verbinden.

Wenn ich nun kurz die Verletzung und deren Folgen wiederhole, so hatten wir verletzt das laterale Drittel des linken Corpus mammillare, das Vicq d'Azyr'sche Bündel, den Pedunculus corporis mammillaris, die Zona incerta in den caudalsten Abschnitten, die ganze Haubenstrahlung, die Kerne vent. b und vent. a, das Meynert'sche Bündel, die caudalen Abschnitte der Kerne med. b, med. a und zum Theil med. c, die ventrale mediale Abtheilung vom Kern lat. a, das Ganglion habenulae. Ausser der Haubenstrahlung waren auch die Schleifenendigungen im Kern vent. a durchschnitten; überdies fanden sich im Pulvinar und im dorsalen Abschnitte zwischen Kern lat. a und lat. b. kleine Stellen, wie eine solche in Fig. 6 in relativer Grösse eingezeichnet ist, welche durch gröbere, von Osmiumsäure schwarz gefärbten Schollen erfüllt waren, und die myelinhaltige Rundzellen darstellten. Diese Stellen sind fern von der Verletzung secundär entstanden. Ausserhalb des Sehhügels war nirgends eine Verletzung oder Erweichung zu sehen.

Auf diese Verletzung nun mit den oben geschilderten sich anschliessenden secundären Degenerationen machten sich bei dem Thiere vorübergehende und dauernde Erscheinungen geltend. Vorübergehend war eine gewisse Ungeschicklichkeit der rechten vorderen Extremität, namentlich bezüglich der Stellung, auf die ich noch anderweitig zurückkomme. Als dauernde Symptome waren die beständigen Kreisbewegungen nach der operirten Seite hin, die abnorme Stellung und Haltung des Kopfes und die rechtsseitige Hemianopsie eingetreten, die bis zum Tode des Thieres bestehen blieben. Die Sensibilität schien anfangs herabgesetzt zu sein, doch liessen sich keine ganz sicheren Beweise dafür liefern. Gewiss trat aber keine motorische Lähmung auf. Die oberflächlichen und tiefen Reflexe waren alle ungestört. Es treten beim Thiere gewiss keine motorischen Lähmungen nach Sehhügelverletzungen auf, das beweisen alle meine Versuche mit Thalamusläsionen.

Die Sensibilität ist beim Thiere nur mit grossen Schwierigkeiten zu prüfen, und der Untersucher kann den mannigfachsten Täuschungen dabei ausgesetzt sein. Nur eine grosse Untersuchungsreihe giebt einigermaassen darüber Aufschluss. Auf Grund meiner zahlreichen Untersuchungen kann ich sagen, dass nach Sehhügelverletzungen nie eine absolute, dauernde Sensibilitätsstörung bei Hunden und Katzen eintritt. Versuche bei Affen standen mir leider nicht zu Gebote. Ich komme weiter unten noch näher auf die Sensibilitätsstörungen zu sprechen.

Schiff berichtet, dass bei Durchschneidung des Sehhügels, wenn die Verletzung in das hintere Drittheil des Thalamus opticus fällt, sich das Thier nach der Seite der unverletzten Hirnhälfte dreht; fällt die Verletzung weiter nach vorn, so geschieht die Drehung nach der verletzten Seite. Dieser Satz kann, wie wir aus dem genau beschriebenen Experimente ersehen, nicht allgemeine Gültigkeit haben, da das oben beschriebene Thier sich sofort nach der Operation nach der Seite der Verletzung drehte, obwohl diese letztere ins hintere Drittheil des Sehhügels fällt. Auch der Satz über die Stellung der Gliedmaassen bei Sehhügeldurchschneidungen, die ins hintere Drittheil des Thalamus opticus fallen, kann keine allgemeine Gültigkeit haben. Ueber die Stellung berichtet Wundt, dass die beiden Vorderfüsse nach der Seite des Schnittes gedreht sind, und der Kopf und namentlich der Hals nach der entgegengesetzten Seite gerichtet sind.

Wir haben oben gesehen, dass bei der beschriebenen caudalen Sehhügelläsion der Kopf, der Hals und die Wirbelsäule gerade nach der operirten Seite hin verdreht waren.

Lähmungen in den hinteren Extremitäten, wie sie Vulpian nach Sehhügelläsionen berichtet, konnte ich nie constatiren.

Dass Thiere, denen der Sehhügel verletzt ist, eine vollständige Vernichtung „du sentiment et de la connaissance“ und eine anhaltende galoppirende Bewegung der Extremitäten an Ort und Stelle (*mouvement de galop sur place*) zeigen, wie sie Fournié berichtet, beweist, dass Fournié nie seine Fälle anatomisch untersuchte. Es giebt gewiss Verletzungen, welche die Galoppbewegungen am Platze zeigen; ich habe selbst mehrfach solche Fälle beobachtet, doch waren das nie isolirte Sehhügelverletzungen, sondern es erstreckte sich die Verletzung immer über den Sehhügel hinaus und war dieselbe mit Blutungen in den Ventrikel verbunden. Ich komme auf diese Galoppbewegungen am Platze noch anderweitig zurück.

Auch Schiff konnte, wie ich es auch auf Grund meiner Experimente behaupten kann, nie Veränderungen an den Hinterbeinen beobachten. Wundt meint nun, Schiff habe möglicherweise deshalb keine Veränderungen an den hinteren Extremitäten beobachtet, weil er nur die inneren Theile des Sehhügels durchschnitt, da die äusseren ohne gleichzeitige Verletzung des Nucleus caudatus nicht gut durchgeschnitten werden können. Ich habe bei Hunden auch diese lateralen Sehhügelkerne isolirt ohne Verletzung des Schweifkerns oder der inneren Capsel lädirt, ohne Veränderungen in den hinteren Extremitäten der Thiere zu sehen. Auch die Beobachtungen Nothnagel's stimmen be-

züglich des Nichtergriffenseins der hinteren Extremitäten mit den Ergebnissen meiner Experimente überein.

Nothnagel fand, wenn er den Sehhügel von oben nach unten durchtrennte, die von Schiff geschilderten Erscheinungen. Im Momente der Durchtrennung konnte er eine kurz vorübergehende secundenlange Bewegung des Thieres nach der Seite der Verletzung beobachten und hiernach Drehung nach der unverletzten Seite.

Da bei keinem der bisher mit Sehhügelverletzungen arbeitenden Autoren genauer angegeben ist, welche Kerne des Sehhügels verletzt waren, so können wohl auch schwer die einzelnen Fälle verglichen werden, da die Verletzung der verschiedenen Kerne des Thalamus opticus verschiedene Symptome setzt, und die Symptome durch Mitverletzung des Nucleus caudatus oder der Capsula interna verschieden werden. Auch muss ein Unterschied gemacht werden, ob an Hunden, Katzen oder Kaninchen eine Thalamusläsion gesetzt wurde.

Wie wir aus dem oben erwähnten Versuche Ferrier's sehen, wurden ausser dem Thalamus opticus noch eine Reihe anderer Verletzungen gesetzt, so dass keine reinen Thalamusverletzungen vorlagen. Auch wurde das Gehirn nicht anatomisch auf Serienschnitten untersucht. Es müssen deshalb auch die Schlussfolgerungen mit grosser Reserve aufgenommen werden und Ferrier erwähnt wohl selbst, „obwohl die Tastempfindlichkeit schon durch die Zerstörung der aussen vom Thalamus gelegenen Markfasern allein in bemerkbarem Grade herabgesetzt war, so wurde sie doch erst durch die Zerstörung des Sehhügels vollständig vernichtet.“

Wenn ich nun zunächst auf die Zwangshaltungen und die Zwangsbewegungen der Thiere eingehe, denen Sehhügelläsionen gesetzt wurden, so muss, wie schon oben erwähnt, die Läsion der einzelnen Kerngruppen genau geschildert sein, da sonst eine Vergleichung der Resultate bei den verschiedenen Experimenten unmöglich ist. Es genügt nicht zu sagen, dieser oder jener Theil des Sehhügels wurde zerstört, und es folgten diese oder jene Erscheinungen, da die Erscheinungen der Verletzung der verschiedenen Kerngruppen eine verschiedene ist und durch Verletzung mehrerer Kerngruppen auch wieder verschiedene Symptome entstehen können. Ausserdem ist zu berücksichtigen, dass in den verschiedenen Kerngruppen verschiedenartige Fasersysteme entspringen und enden, welche durch die Läsion durchschnitten werden. Es müssen also diesbezüglich wieder die Symptome der betreffenden Läsion verglichen werden mit Läsionen dieser Faserzüge vor Einmündung in den Thalamus opticus.

Ich habe nun auf Grund meiner Untersuchungen über Läsionen

im caudalen Sehhügelabschnitte, mit welchen ich mich hier näher befasse (auf die Verletzungen der vorderen Kerngruppen komme ich in einer nächsten Arbeit zu sprechen), stets bei Läsion gleicher Ganglienzellengruppen und -Bahnen dieselben Symptome beobachten können.

Wenn die Verletzung im caudalen Abschnitte des Thalamus opticus so gemacht wird, dass auf einem Frontalschnitte, wo die Corpora mammillaria erscheinen, die medialste Partie der Haubenstrahlung, die medialste Partie des Kernes vent. b, das Gudden'sche, das Vicq d'Azyr'sche und Meynert'sche Bündel und das medial davon gelegene centrale Höhlengrau bis zum Kern med. b zerstört sind, so macht das Thier für 1 bis 2 Stunden Kreisbewegungen nach der verletzten Seite, d. h. die Längsachse des Thieres befindet sich bei seinen Locomotionsbewegungen in der Peripherie des Kreises, wobei die verletzte Seite dem Mittelpunkte zugekehrt ist. Nach dieser Zeit wenden sich diese zwangsweisen Kreisbewegungen und schlagen in die entgegengesetzte Richtung um. Die Kreisbewegungen geschehen dann für kurze Zeit nach der nicht operirten Seite. Nach einigen Stunden sind dann überhaupt keine Kreisbewegungen oder Stellungsanomalien zu bemerken.

Ist die Läsion aber eine weiter ausgedehnte, wie in dem oben genau zergliederten Falle, so dass ausser der Hauben- und Schleifenstrahlung das Haubenbündel des Corpus mammillare, der Pedunculus corporis mammillaris, das Vicq d'Azyr'sche Bündel, das Meynert'sche Bündel, die caudalsten Partien der Kerne vent. b, vent. a, med. b, med. a, med. c und der medial-centralen Partien des Kernes lat. a und das Ganglion habenulae zerstört sind mit den oben geschilderten, sich daran schliessenden secundären Degenerationen, wobei auch das Stratum sagittale vom Pulvinar in den Hinterhauptslappen degenerirt, so entstehen Symptome, welche andauernd sind. Die Thiere zeigen Verbiegungen der Wirbelsäule, abnorme Kopfhaltung und Hemianopsie, wenn auch das Pulvinar ergriffen ist.

Gleich nach der Operation wird der Kopf stark nach der lädirten Seite gezogen, so dass die ganze Wirbelsäule dorthin verkrümmt erscheint, doch lässt diese abnorme, starke Verkrümmung nach einigen Stunden nach, und es bleibt nur mehr die abnorme Haltung des Kopfes bestehen, indem der Kopf etwas nach der operirten Seite gezogen erscheint und zugleich so gedreht ist, dass bei linksseitiger Verletzung des Thalamus opticus das rechte Ohr des Thieres sich der rechten Schulter nähert. Ausserdem bestehen alle Locomotionsbewegungen des Thieres in Kreisbewegungen nach der operirten Seite. Das Thier vermag mit dem Kopf keine Bewegung nach rechts auszuführen; wird es bei linksseitig verletztem Thalamus opticus bei der rechten Vorderpfote ge-

halten, so vermag das Thier nicht in die rechts befindliche Hand zu beißen. Diese Kreisbewegungen mit der abnormen Kopfhaltung sind andauernd. Wenn auch die Fasern des Pulvinar ergriffen sind, so entsteht bei linksseitiger Verletzung rechtsseitige Hemianopsie, welche ebenfalls dauernd bestehen bleibt.

Niemals machen sich motorische Lähmungen geltend, weder an den vorderen noch an den hinteren Extremitäten.

Woher kommen nun diese zwangsartigen Manöverbewegungen und die abnorme Haltung des Kopfes? Es sind ja mehrere solche Zwangsbewegungen zum Theil bekannt, die nach gewissen Verletzungen auftreten. Für meine Sehhügelexperimente kommen die Verletzungen jener Bahnen in Betracht, die caudalwärts kommen und im Sehhügel endigen. In die caudalen Sehhügelläsionen münden und enden die Schleifenfaserung und die Haubenstrahlung, also Fasern, die theils vom Kleinhirn, theils von den Hinterstrangkernen und verschiedenen Kernen aus Medulla oblongata und Brücke kommen. Sehen wir nun, ob vielleicht die Verletzung dieser ähnliche Symptome erzeugt und die oben geschilderten Erscheinungen zum Theil darauf zurückzuführen sind. Ich habe diesbezüglich viele Durchschneidungsversuche angestellt und zwar Halbseitendurchschneidung der Medulla oblongata, der Brücke und der hinteren Zweihügelgegend.

Ich will nicht alle diese Versuche einzeln schildern, sondern greife nur ein Beispiel heraus, welches die Symptome der Halbseitendurchschneidung der hinteren Zweihügelgegend zeigen soll, da diese Gegend die meisten Bahnen in sich fasst, welche in den Sehhügel einmünden. Ich will diese Durchschneidungsversuche hier nicht detaillirt schildern, da ich auf sie anderweitig zurückkomme und auch die von hier aus degenerirten Bahnen auf den durchgeführten lückenlosen Serienschnitten schildern werde.

Gleich nach zum Beispiele rechtsseitiger Durchschneidung der hinteren Zweihügelgegend unmittelbar hinter dem rothen Kern, wird der Kopf des Thieres nach links und hinten gezogen, also gerade nach der der Operationsseite entgegengesetzten Seite. Die linksseitige Halsmuskulatur ist dabei tonisch gespannt, ebenso die Muskeln der linksseitigen Extremitäten. Wird das Thier auf die rechte Seite gelegt, so wird der Kopf stark nach links gezogen, die linken Beine sind dabei angezogen, die rechten gestreckt. Nach einer Stunde macht das Thier mit der rechten Vorderpfote Schwimmbewegungen, die übrigen Extremitäten liegen ruhig da. In den linksseitigen Extremitäten entstehen dann tonische Streckungen, so dass die linke vordere Extremität passiv kaum abgebogen werden kann.

Am linken Auge tritt Nystagmus horizontalis ein, der wieder vorübergeht. Die Erscheinungen an den Pupillen und den Bulbi schildere ich anderweitig.

Einige Stunden post operationem, wo das Thier bereits besser beobachtet werden kann, zeigt dasselbe die Zwangslage, wie sie beistehende Photographie zeigt (Fig. 22). Das Thier macht zwangsweise, krampfhaftige Bewegungen nach links, der Kopf wird zum linken Hinterbein gezogen, während mit der rechten Vorderpfote Locomotionsbewegungen wie beim Schwimmen erfolgen. Anfallsweise erfolgen auch tonische Streckungen der rechtsseitigen Extremitäten. An der beistehenden Photographie sehen wir den Hinterleib ruhig liegen, der Kopf wird unter dem linken Hinterbeine zwischen beiden hinteren Extremitäten nach links hindurchgekrümmt, während die rechte Vorderpfote Ruderbewegungen macht. Diese Ruderbewegungen erfolgen oft anfallsweise clonisch stossend und enden öfters in tonische Streckungen. Der Kopf des Thieres wird zur linken Seite in den Boden gebohrt. Dieser Zustand dauert unverändert an mit linksseitiger motorischer und sensibler Lähmung. Am neunten Tage vermag es schon einige Schritte nach links im Kreise (in ihrer Zwangshaltung) zu gehen und sich bereits wieder auf den linksseitigen Extremitäten zu stützen.



Figur 22.

Das Thier musste die erste Woche künstlich genährt werden, magerte stark ab, nahm aber dann selbstständig wieder Nahrung zu sich.

Die Zwangshaltung nach links bleibt bestehen; wenn das Thier Locomotionsbewegungen macht, wird der Kopf tief gesenkt gehalten, öfters ist Nystagmus sichtbar, immer erfolgen die Locomotionsbewegungen nach links, nach der gesunden Seite. Die sensible und motorische linksseitige Lähmung bessern sich wesentlich.

Nach drei Wochen vermag das Thier schon ziemlich gut Locomotionsbewegungen auszuführen, die zwangsmässig im kleinsten Kreise nach links, nach der gesunden Seite erfolgen. Die linksseitigen Paresen sind kaum kenntlich. Der Kopf wird zwangsmässig nach links gewendet, doch vermag das Thier auf rechtsseitige Geräusche willkürlich zu schauen. Die genaueren Details dieses Versuchs werde ich seiner Zeit schildern.

Dieselben Symptome boten auch Igel und Hunde dar, denen eine Halbseitendurchschneidung in der hinteren Zweihügelgegend gemacht wurde.

Hier kommt es nur auf die zwangsmässige Stellung und Haltung des Kopfes und die Zwangsbewegungen an, die auf die Halbseitendurchschneidung der hinteren Zweihügelgegend entsteht. Wir sehen also, dass eine solche Durchschneidung gerade gegentheilige Symptome darbietet, als wir sie bei caudalen Thalamusverletzungen erhalten haben.

Wenn wir nun Halbseitendurchschneidungen in der Brücke machen, so finden wir ganz ähnliche Symptome bezüglich der Stellung des Kopfes und der Zwangsbewegungen.

Nur in der Gegend des proximalen Theils des Corpus restiforme können wir durch verschiedene Verletzungen einer Seite verschiedene Symptome auslösen. Wird dort die caudale Brücke halbseitig durchschnitten, so wird der Kopf des Thieres zwangsmässig nach der gesunden Seite gezogen und dabei etwas gedreht gehalten. Wird jedoch das Corpus restiforme verletzt, so wird der Kopf gleich nach der Verletzung nach der operirten Seite nach rückwärts gezogen, und es erfolgen die bekannten Rollbewegungen. Ich habe alle diese Versuche genau auf Serienschnitten untersucht.

Ausser diesen Halbseitendurchschneidungen will ich von meinen Versuchen noch jene erwähnen, welche in die Gegend der Pyramidenkreuzung fallen. Thiere, denen hier eine Halbseitendurchschneidung gemacht wird, zeigen ebenfalls unmittelbar nach der Durchschneidung Zwangsstellungen. Sobald die Halbseitendurchschneidung gemacht ist, wird der Kopf des Thieres krampfhaft nach der unverletzten Seite hingezogen und es machen sich gleichzeitig tonische Streckungen der Extremitäten der unverletzten Seite geltend.

Wir sehen also, dass nach Halbseitendurchschneidungen in der hinteren Zweihügelgegend in der Brücke, und in der Gegend der Pyramidenkreuzung mit den früher erwähnten Einschränkungen ähnliche abnorme Kopfhaltungen entstehen und auch ähnliche zwangsmässige Locomotionsbewegungen und sehen diese verschieden von den Erscheinungen, welche caudale Thalamusläsionen in der obigen Beschaffenheit hervorbringen. Nach Halbseitendurchschneidungen in der Brücke und hinteren Zweihügelgegend wird Kopf, Hals und Wirbelsäule nach der gesunden Seite verkrümmt.

Sehen wir nun, welche Zwangshaltungen und Zwangsbewegungen entstehen durch Läsionen an der Grenze zwischen vorderem Zweihügel und caudalem Thalamus opticus.



Mit der Hakencanüle wurde an der Grenze des dorsalen caudalen Abschnittes des Kerns lat. a, an der lateralen Seite der hinteren Commissur eingegangen bis zum rechten Peduncus corporis mammillaris, dann der Haken hervorgeschoben und einfach durch den rothen Kern, zwischen centralem Höhlengrau und den Haubenfascikeln Forel's emporgezogen, so dass ein sagittaler Schnitt entstand. Dadurch waren verletzt: der rechte Pedunculus corporis mammillaris, der rechte rothe Kern und die dorsal von diesem liegenden Faserbündel, die vom Thalamus zum rothen Kern und in die Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend gehen. Ausserdem war die hintere Commissur durchschnitten. Caudalwärts war von der Verletzungsstelle degenerirt, die Vierhügel-Vorderstrangbahn, beide Monakow'sche Bündel und die Fasern des dorsalen Längsbündels; frontalwärts erstreckten sich die secundären Degenerationen nur bis in die ventralen Thalamuskern, indem Fasern an der lateralen Seite des Meynert'schen Bündels, dorsal von der Haubenstrahlung, welche letztere intact war, degenerirten und ausserdem die Schleifenfasern zum Theil zum Kern vent. a degenerirt waren. Keine Faser war weiter aufwärts zu verfolgen, als bis in den Thalamus opticus.

Nach dieser Verletzung nun wurde der Kopf des Thieres gleich zwangsmässig nach der operirten Seite gewendet, das Thier lag dann eine Zeit in dieser Stellung ruhig da und begann dann fortwährend im kleinsten Kreise nach der operirten Seite zu gehen. Trotz der Hindernisse, welche am Boden liegen, macht die Katze zwangsmässig die Bewegung nach rechts im kleinsten Kreise. Der Kopf wird stark nach der operirten Seite gewendet bis zum Hinterbeine, die Drehung des Körpers wird fortgesetzt bis zum Ueberschlagen des Körpers, so dass das Thier auf den Rücken fällt. Dann beginnt die ganze Bewegung von Neuem. Dabei spreizt das Thier die linke vordere Extremität weg, die Vorderpfoten sind nach der Seite rotirt, die Hinterbeine werden nicht bewegt, sobald das Thier sich mit dem Kopfe über das Kreuzbein hinüberdreht, überkugelt es sich, so dass es auf die operirte Seite fällt. Das Thier ist sehr schreckhaft.

Es zeigt sich dabei keinerlei Lähmung; allmählig wird der Radius des Kreises, welchen das Thier beschreibt, immer grösser, bis endlich nach einigen Stunden die Kreisbewegungen ganz aufhören und man keinerlei Störung mehr bemerkt. Das Thier läuft dann wie ein normales herum und zeigt auch in der ferneren Beobachtung keinerlei Erscheinungen mehr.

Wir sehen also in dieser Region die Zwangshaltungen des Kopfes und der Wirbelsäule wieder nach der operirten Seite hin erfolgen.

Nachdem wir auf Grund unserer Versuche gezeigt haben, welche Symptome caudal vom Thalamus opticus gesetzte Läsionen erzeugen, sehen wir nun, welche Symptome caudale Thalamusläsionen geben, welche über den Sehhügel hinausreichen.

Bei einer Katze wurde in dorsoventraler Richtung mit der Hakencanüle eine Läsion erzeugt, welche den innersten Theil des Hirnschenkelfusses auf einem Frontalschnitt, der durch die hintere Commissur geht, verletzt, ferner die Kerne vent. b, vent. a, vent. c, das Meynert'sche Bündel, die frontale

Haubenstrahlung, die Schleifenendigung, den Kern der hinteren Commissur; dorsalwärts ging die Läsion am Innenrand des inneren Kniehöckers weiter, zerstörte die Kerne med. b, med. a, med. c, den Innenrand des äusseren Kniehöckers, ferner die caudalen Partien von lat. a und lat. b. Das Corpus mamillare und das Vicq d'Azyr'sche Bündel blieben von der Läsion unverletzt. Weiter dorsal durchtrennte die Läsion seitlich den Fornix und Balken, lädierte das Mark dorsal vom Schweifkern und durchschnitt frontal die Markmasse der ersten Frontalwindung. Die zahlreichen sekundären Degenerationen wurden auf lückenlosen Serienschnitten untersucht und komme ich anderweitig darauf zurück.

Es ist das also eine ähnliche Läsion, wie bei unserem oben ausführlich berichteten Experimente, nur war hier das Corpus mamillare und das Vicq d'Azyr'sche Bündel unverletzt, dagegen einige frontalt gelegene Ganglienzellen des rothen Kernes betroffen, so dass das von hier abgehende Monakow'sche Bündel degenerierte, ferner waren hier seitlich die hintere Commissur durchschnitten und die Läsion lateral weiter ausgedehnt, so dass auch der äussere Kniehöcker und das Pulvinar in die Läsion einbegriffen war, ausserdem war Fornix, Balken und die Markmasse der ersten Aussenwindung durchschnitten. Ausser dem Monakow'schen Bündel waren absteigend auch die Fasern des dorsalen Längsbündels ergriffen, da auch der Kern der hinteren Commissur von der Läsion ergriffen war. In dem Stirnhirn, dem Parietallhirn und dem Occipitallappen waren ähnliche Degenerationen, wie in dem oben ausführlich beschriebenen Falle. Ich komme auf diese Degenerationen anderweitig zurück, und kommt es hier nur auf die physiologischen Erscheinungen dieser Läsion an, um sie mit den Erscheinungen, welche isolirte Sebhügelverletzungen machen, zu vergleichen.

Beim Erwachen des Thieres aus der Narcose (die Läsion war rechtsseitig gemacht worden) wurde der Kopf des Thieres krampfhaft nach der rechten Seite gezogen, also zur operirten Seite hin. Der Kopf wird über den Körper des Thieres nach rechts gedreht, dabei greift das Thier mit der rechten vorderen Extremität aus und stützt sich auf die linke vordere. Die linke vordere Extremität wird weggestreckt gehalten und ist nach innen rotirt, während die rechte vordere Extremität nach aussen rotirt ist. Die linke vordere Extremität ist paretisch, wird umgekehrt aufgesetzt, der Körper kommt auch auf sie zu liegen. Das Thier versucht sich aufzurichten, fällt aber auf die linke Seite, es krallt sich fest in den Boden, um sich aufzurichten und führt, so gut es die paretischen Extremitäten gestatten, Kreisbewegungen nach der operirten Seite aus. Vorübergehend Nystagmus horizontalis.

Nach ungefähr einer Stunde schlagen die Kreisbewegungen um und erfolgen nun in der entgegengesetzten Richtung nämlich nach links. Die Drehung des Kopfes erfolgt jetzt ebenso stark nach links wie zuvor nach rechts. Die Pupillen sind gleich und reagiren. Die Sensibilität ist an den

linksseitigen Extremitäten herabgesetzt. Das Thier fällt oft nach links. Am nächsten Tage ist die Lähmung der linksseitigen Extremitäten eine ausgesprochenere. Wenn die Katze geht, fällt sie nach links, überwältigt sich, so dass das linke Ohr zuerst den Boden berührt, um wieder auf die Beine zu kommen. Das Thier vermag am nächsten Tage, wo die ersten Kreisbewegungen geschwunden sind, den Kopf sowohl nach links als rechts zu drehen. Gewöhnlich führt die Katze alle Bewegungen nach rechts aus. Nach links hin ist das Thier hemianopisch, anatomisch war auch das Stratum sagittale laterale des Occipitalhirns degenerirt. Die Pupillen reagiren auf Belichtung. Die Lähmung der linksseitigen Extremitäten ist keine schlaffe, sondern eine spastische. Am linken Hinterbeine gehalten, werden schwache Beugungen vom Thier gemacht. Die linke vordere Extremität vermag auch das nicht. Die Katze muss künstlich genährt werden.

In den ersten Tagen nach der Operation bessert sich wieder die Sensibilität der linksseitigen Extremitäten. Die linke vordere Extremität wird angezogen, wie contrahirt gehalten, der Muskelsinn scheint hier gestört zu sein, da Thier liegt gewöhnlich über den ungewöhnlich gelagerten linksseitigen Extremitäten.

Nach acht Tagen vermag das Thier sich schon wieder etwas auf die linke vordere Extremität zu stützen. Der Kopf wird seit der Operation nach rechts und oben gedreht gehalten, so dass das rechte Auge höher steht. Das Thier ist scheu und wild und pfaucht bei Annäherung, beisst.

Nach vier Wochen hat sich die linksseitige Parese und Sensibilitätsstörung wesentlich gebessert, es besteht noch immer die linksseitige Hemianopsie, die abnorme Stellung des Kopfes, so dass das linke Ohr der linken Schulter genähert ist. Ausgesprochene Kreisbewegungen nach rechts sind nicht vorhanden.

Wenn wir nun auch die Erscheinungen, die nach dieser über den Sehhügel hinausgehenden Läsion entstehen, mit den Erscheinungen der oben geschilderten Thalamusläsionen vergleichen, so finden wir die Hemianopsie und die abnorme Haltung des Kopfes als dauerndes Symptom in diesen beiden Experimenten. Die ausgesprochenen dauernden Kreisbewegungen fehlten hier, dafür waren aber Lähmung, Anästhesie und Muskelsinnsstörungen der Extremitäten der entgegengesetzten Seite ausgesprochener vorhanden. Bezüglich der Kreisbewegungen zeigte das Thier die Erscheinungen, die ich bei Läsion des innersten caudalsten Antheiles des Kerns vent. b, des Meynert'schen Bündels und des medialsten Antheiles der Haubenstrahlung erhielt. Das Thier machte nämlich vorübergehend Kreisbewegungen nach der operirten Seite, die nach einer Stunde in Kreisbewegungen nach der nicht operirten Seite umschlugen; dann hörten die Kreisbewegungen ganz auf und das Thier blieb fortan ruhig, nur dass es mit Vorliebe den Kopf und Rumpf nach

rechts wandte, und meist die Bewegungen nur in dieser Richtung ausstrebte.

Die Rotation der Beine, die Schiff beschrieb, so dass die Vorderbeine nach der Operationsseite rotirt erscheinen, war in diesem Falle, wo die Läsion über den Thalamus opticus hinaus ging, ausgesprochen vorhanden. Doch waren auch hier die Zwangshaltung und die Kreisbewegungen nicht so, wie sie von Schiff angegeben wurden.

Vergleichen wir nun die gewonnenen Resultate bei den verschiedenen von mir ausgeführten Experimenten bezüglich der Zwangstellungen, so haben wir gefunden, dass bei Verletzung des Corpus restiforme, bevor die Walzbewegungen beginnen, die abnorme Haltung des Kopfes nach der Verletzungsseite erfolgt; bei Halbseitendurchschneidungen in der Medulla oblongata, der Brücke und auch in der hinteren Zweihügelgegend geschieht die abnorme Zwangshaltung des Kopfes nach der unverletzten Seite. Der Unterschied bei Halbseitendurchschneidungen in der Brücke und hinteren Zweihügelgegend liegt, abgesehen von den Lähmungssymptomen durchschnittener Hirnnerven bezüglich der Zwangshaltung darin, dass bei Verletzungen der Brücke vorzüglich nur der Kopf und Hals die abnorme Haltung eingehen, während proximalere Verletzungen in der Zweihügelgegend auch eine abnorme und starke Verbiegung der Wirbelsäule verursachen, wie sie Fig. 22, Seite 763 zeigt. Auch Halbseitendurchschneidung in der Pyramidenkreuzung erzeugt Verbiegung des Halses und Kopfes nach der unverletzten Seite hin.

Verletzungen nun, welche bereits ins Gebiet des rothen Kernes und der Grenze des vorderen Zweihügels und des Thalamus opticus fallen, bewirken die abnorme Stellung und Verdrehung des Kopfes nach der verletzten Seite mit Uhrzeigerbewegungen, kleinsten Kreisbewegungen nach der verletzten Seite.

Caudale Läsionen des Thalamus opticus können nun, wie wir gesehen haben, verschiedene Erscheinungen hervorrufen. Wir haben gesehen, dass nach kleinen Läsionen, die den innersten Antheil des Kerns vent. b, den medialsten Abschnitt der frontalen Haubenstrahlung und das Meynert'sche und Vicq d'Azyr'sche Bündel betreffen, vorübergehende Kreisbewegungen (Manègebewegungen) nach der verletzten Seite eintreten, die dann in Kreisbewegungen in die entgegengesetzte Richtung umschlagen, um dann ganz zu verschwinden.

Bei Läsionen, welche das laterale Corpus mammillare, das Vicq d'Azyr'sche und Meynert'sche Bündel, die Kerne vent. b, vent. a, med. b, med. c, med. a und die mediale Partie von lat. a und die Thalamia thalami optici betreffen, haben wir, wie wir oben sahen,

dauernde Kreisbewegungen nach der verletzten Seite gesehen, die sich im Laufe der Zeit bessern, jedoch geschehen dabei alle Locomotionsbewegungen immer im Kreise nach der verletzten Seite. Ausserdem bleibt die abnorme Stellung des Kopfes und die Hemianopsie bestehen.

Nach Verletzungen, welche den innersten Antheil des Hirnschenkel-fusses, die caudalsten Abschnitte der Kerne vent. a, vent. b, vent. c, die Haubenstrahlung und Schleifenendigung, die Kerne med. a, med. b, med. c, den Innenrand des äusseren Kniehöckers und die caudalen Zellen von den Kernen lat. a und lat. b und das Mark der ersten Aussenwindung betreffen, machen sich Erscheinungen geltend, die in vorübergehenden Kreisbewegungen nach der operirten Seite bestehen, die dann in Kreisbewegungen nach der unverletzten Seite umschlagen, um dann aufzuhören. Mit Vorliebe bewegt sich dann das Thier nach rechts, die Locomotionsbewegungen erfolgen meist nach rechts. Ausserdem macht sich die abnorme Stellung des Kopfes dauernd geltend, wie bei dem eben erwähnten Versuche, ferner die Hemianopsie. Die abnorme Stellung der vorderen Extremitäten, die in Rotation nach der verletzten Seite bestehen, bessert sich bald in den folgenden Tagen.

Gemeinsam ist also den caudalen Thalamusläsionen die abnorme Haltung des Kopfes, die Kreisbewegungen, die Verkrümmung der Wirbelsäule, die Hemianopsie, wobei als dauerndes Symptom die Halbseitenblindheit zu nennen ist, die abnorme Haltung des Kopfes kann eine dauernde sein, ebenso wie die Kreisbewegungen nach der verletzten Seite. Je nach Art der Läsion können aber die zwangsweisen Kreisbewegungen vorübergehend sein; sie erfolgen erst nach der verletzten Seite und dann nach der unverletzten Seite, um dann ganz zu schwinden.

Auf die Verletzungserscheinungen der weiter frontal gelegenen Thalamuskern komme ich in einer nächsten Arbeit zu sprechen.

Wie verhält es sich nun mit der Sensibilität, dem Muskelsinne, dem Lagesinne nach experimentellen Sehhügelverletzungen? Die Prüfung der Sensibilität bei Thieren ist mit grossen Schwierigkeiten verbunden. So leicht es sein kann, bei einem Thiere die Lähmung einer Extremität nachzuweisen, so schwierig ist es mit der Prüfung der Sensibilität. Ist die Extremität, welche auf die Sensibilität geprüft werden soll, gelähmt, so kann es möglich sein, dass das Thier wohl den Stich empfindet, aber wegen der Lähmung das Bein nicht wegziehen kann; oder das Thier zieht beim Stich die Pfote zurück, ohne den Stich empfunden zu haben, weil es sieht, oder das Bein wird einfach reflectorisch, durch einen kurzen Reflexschluss zurückgezogen, ohne dass das Thier empfunden hat. Wenn wir zum Beispiele, wie oben erwähnt, eine Halbseitendurchschneidung durch die hintere Zweihügelgegend er-

zeugt haben und die betreffenden gelähmten Extremitäten stechen, so können ganz gut Zuckungen darauf erfolgen.

Können wir so bei der Prüfung des Thieres zu keinen ganz sicheren Resultaten kommen, so kommt man doch, wenn man viele solche operirte Thiere mit Sehhügeloperationen untersucht hat, zu dem Schlusse, dass die Sensibilität nach caudalen Thalamusläsionen, welche die Schleifenendigung und die Haubenstrahlung durchschnitten haben, doch nicht ganz unversehrt geblieben ist. Doch bessert sich die Sensibilitätsstörung rasch, ohne später Spuren zu hinterlassen. Wir haben ja oben gesehen, dass selbst bei Thieren, welchen der halbe hintere Sehhügel durchschnitten ist, sich die auf die Läsion eingetretene Sensibilitätsstörung bald bessert.

Etwas ganz Aehnliches ist es mit dem Muskelgefühl. Wenn eine wie oben geschilderte ausgiebige Läsion im caudalen Sehhügelantheile gemacht wird, können wir für kurze Zeit nach der Operation ganz abnorme Stellungen der Extremitäten constatiren. Ich meine hier nicht die Rotation der vorderen Extremitäten zur Seite der Verletzung, sondern die ungeschickte Haltung der vorderen Extremität, die wie eine Parese aussehen kann, wenn das Thier die Pfote umgekehrt auf den Boden aufsetzt; in dieser Weise können motorische Lähmungen vorgetäuscht werden. Doch bessern sich die Stellungen rasch und sind nach einigen Stunden ganz verschwunden. Bezüglich der Prüfung der Sensibilität und des Muskelsinnes ist es beim Thiere auch vortheilhaft, diese in verschiedenen Lagen zu untersuchen. Nimmt man z. B. die Katze beim Kreuzbein, so dass Kopf und Extremitäten herabhängen, so werden die nicht an der Sensibilitäts- und Muskelstörung beteiligten Extremitäten auf Stich, Druck etc. rasch entzogen, während die afficirte Extremität herunterhängt ohne besondere Abwehrbewegungen.

Die Muskelsinnsstörung und die Sensibilitätsstörung ist nach caudalen Thalamusläsionen keine absolute und die Veränderungen, die sich nach der Operation nachweisen lassen, bessern sich rasch.

Thiere mit Thalamusläsionen müssen meist nach der Operation künstlich mit Pipette oder Löffel genährt werden, was bei zahlreichen Versuchen eine recht mühsame und zeitraubende Arbeit ist, dabei magern auch die Thiere sichtlich ab; doch erholen sie sich nach einigen Wochen wieder, da sie später wieder selbst Nahrung nehmen.

Die Thiere, denen der caudale Thalamus ganz durchschnitten wurde sammt dem medialen Antheil des Hirnschenkelfusses, wie oben geschildert, zeigten eine spastische Lähmung der gegenüber liegenden Extremität, die vordere Extremität wurde wie in Contractur angezogen und war nur schwer auszustrecken, wobei man stets Gefahr lief, von

dem Thiere gebissen zu werden. Es war seit der Operation wild und pfauchte bei jeder Annäherung. Die Sehnenreflexe waren sehr lebhaft.

Setschenow nimmt an, dass in den Sehhügeln Hemmungscentren für die Reflexbewegungen zu finden seien. Die Sehnenreflexe waren bei meinen Thieren nicht sehr verändert, meist waren sie sehr lebhaft. Naunyn und Tschelschichin vermuthen im Vordertheile des Sehhügels ein auf den Verbrennungsprocess des Körpers hemmend wirkendes Centrum. Nach Eckhard hat der Sehhügel nur einen reflexverlangsamenden Einfluss. Die Sehnenreflexe waren bei meinen Fällen, wie erwähnt, stets vorhanden und sehr lebhaft; die erwähnten Autoren haben aber die Verletzung und die secundären Degenerationen nicht auf Serienschnitten untersucht, man kennt also nicht die Grösse der Läsion und weiss nicht, was noch ausser dem Sehhügel zerstört war.

Schiff schrieb den Sehhügeln die Innervation der Gefässe des gesammten Darmtractes zu, welche Ansicht Eckhardt, Affanasieff und Bechterew theilen. Bei meinen Versuchen konnte ich häufig eine starke Peristaltik, häufiges Defäciren und Diarrhoen gleich nach der Operation und auch andauernd sehen. Bechterew meint, dass der Sehhügel motorischer Natur ist und bei Entstehung unwillkürlicher Bewegungen an den äusseren Bewegungsorganen und den inneren Organen wie Herz, Magendarmkanal, Harnblase vorsteht.

Ich kann diesbezüglich auf Grund meiner Versuche nur sagen, dass ich die Peristaltik nach den Operationen meist sehr lebhaft fand, ob aber diese Erscheinung gerade auf die Läsion des Sehhügels bezogen werden muss, erscheint mir noch fraglich bei einer Operation, wo so viele andere Momente mit in Betracht kommen.

Nach experimentellen Sehhügelverletzungen wird auch über Verlangsamung der Herz- und Athembewegungen berichtet als Folge von Reizzuständen des unteren Drittels der Sehhügel (Simbriger). Ich kann diesen Befund für caudale Läsionen nicht bestätigen, sondern fand, dass sowohl unmittelbar nach der Operation, als auch die folgenden Tage sowohl Herzschlag- als Athmungsfrequenz vermehrt waren; ich habe in dem oben genauer geschilderten Experimente die Frequenzahlen angegeben. Die Herzschlagfrequenz betrug 220—230, die Athmungsfrequenz 56. Ich möchte aber auch hier gleichzeitig betonen, dass auch bei dieser Untersuchung ebenfalls eine Menge anderer Factoren bei dem operirten Thiere mitspielen und eine Aenderung in der Frequenz des Herzschlages und der Athmung bewirken können.

Wie verhalten sich nun die Pupillen bei Sehhügelverletzungen? Ich fand auf Grund meiner Versuche, dass bei kleinen caudalen circumscribten einseitigen Thalamusläsionen keine gröbere Veränderung

in der Pupillenreaction zu sehen ist. Aber auch bei grösseren circumscribten Läsionen des Sehhügels, wie ich ein Beispiel oben genauer beschrieb, fand ich keine Abnormität im Verhalten der Pupillen der Versuchsthiere. Selbst bei solchen Läsionen, wo auch das Pulvinar und der Innenrand des äusseren Kniehöckers verletzt wurde, war die Reaction der Pupillen consensuell, sowie einzeln eine gute, und es waren die Pupillen gleich gross. Wie sich die Pupillen bei doppelseitigen Läsionen des Thalamus opticus verhalten, werde ich noch anderweitig schildern. Eine hemianopische Pupillenreaction konnte ich nicht nachweisen.

Ob das Gehör, der Geruch und Geschmack nach einseitigen Sehhügelverletzungen verändert sind, ist bei Thieren mit voller Sicherheit wohl nicht zu entscheiden, da ja diese Organe doppelseitig veranlagt sind. Das Thier des oben genauer geschilderten Experimentes nahm am zweiten Tage schon wieder Nahrung in genügender Menge auf. Dieses Thier hörte Geräusche; ob einseitige Störungen da waren, war nicht zu entscheiden. Ueber das Verhalten dieser Organe bei doppelseitigen Läsionen werde ich noch berichten.

Bezüglich des Gesichtssinnes habe ich schon oben erwähnt, dass Thiere nach Sehhügelverletzungen, nach denen das Stratum sagittale laterale in den Occipitallappen degenerirt, dauernd halbseitenblind sind, wie in dem oben genauer geschilderten Versuch.

#### Anatomische Grundlagen für die Erscheinungen.

Sehen wir nun, wie sich die gefundenen Erscheinungen, die nach caudalen Sehhügelverletzungen auftreten, mit den von mir gefundenen anatomischen Veränderungen in Einklang bringen lassen. Die Verletzungen der Sehhügelbestandtheile habe ich bei allen Läsionen genau geschildert; wie verhalten sich nun aber die Leitungsbahnen, welche vom Sehhügel ausgehen, zu den gefundenen Symptomen.

Ich habe bereits ausgeführt, dass eine Anzahl von Forschern dem Thalamus opticus directe motorische Functionen zuschreiben. Durch welche directen motorischen Bahnen, die zum Rückenmark gehen, soll nun diese Function von Statten gehen? Meynert, dem keine feinere Untersuchungsmethode zu Gebote stand, hat gelehrt, dass der Sehhügel direct Bahnen ins Rückenmark entsendet, und auch in neuerer Zeit haben Boyce und Bechterew direct ins Rückenmark gehende Bahnen des Thalamus opticus angenommen. Ich habe schon früher nachgewiesen, dass das von mir als Monakow'sches Bündel bezeichnete Fasersystem nicht vom Thalamus opticus entsendet wird, sondern von den Ganglienzellen des rothen Kerns.

Auf Grund meiner Untersuchungen kann ich nun behaupten, dass



der Thalamus opticus gar keine directen Fasern ins Rückenmark entsendet, sondern dass alle vom Thalamus opticus caudalwärts gesendeten Bahnen an der Grenze zwischen hinterer Zweihügelgegend und proximaler Brückengegend ihr Ende finden. Ich werde diese Bahnen weiter unten noch näher erörtern.

Kölliker hat folgende Möglichkeiten zur Erklärung einer centrifugalen Leitung aus dem Thalamus opticus auf tiefer liegende Hirntheile, also einer Wirkung derselben auf motorische Bahnen, herbeigezogen. Einmal könnten solche Leitungen durch den rothen Kern gehen, wenn man annehmen dürfte, dass im Thalamus entspringende Fasern im rothen Kern enden und auf diejenigen Zellen desselben wirkten, die centrifugal in das Kleinhirn eingehen. Zweitens hält Kölliker es für möglich, dass Fasern aus dem Sehhügel in den Hirnstiel und in die innere Capsel eintreten und in demselben centrifugal abwärts verlaufen. Solche Fasern könnten bis in die Brücke oder noch weiter abwärts ziehen und vasomotorische Gebiete beeinflussen und unwillkürliche Einwirkungen auf willkürlich motorische Bahnen bedingen. Ferner hält es Kölliker bei dem sehr complicirten Faserverlaufe in der Gegend der Lamina medullaris lateralis des Sehhügels und der sogenannten Gitterschicht auch für möglich, dass der sogenannte Stabkranz des Sehhügels neben Fasern, die aus der Hirnrinde stammen, auch andere Elemente enthält, die im Thalamus entspringen und in die innere Capsel eingetreten im Hirnstiel peripher weiter ziehen.

Die Vermuthungen, die Kölliker betreffs der vom Thalamus opticus caudalwärts entsendeten Fasern hegte, kann ich nicht bestätigen. Ich bin auf Grund meiner Untersuchungen zu manchen neuen Resultaten gekommen, die ich anatomisch weiter unten erörtere. Hier will ich nur vorausnehmen, dass der Thalamus opticus keine Fasern in den Hirnschenkelfuss entsendet, die peripherwärts verlaufen würden, sondern nach meinen Untersuchungen steht der Thalamus opticus caudalwärts direct in Verbindung mit dem rothen Kern, dem Marke der vorderen Zweihügel und den Ganglienanhäufungen in der Substantia reticularis der vorderen und hinteren Zweihügelgegend.

Es existirt also keine direct vom Thalamus opticus bis in's Rückenmark gehende centrifugale Bahn, sondern der Sehhügel bedient sich für peripher zu entsendende Reize bestimmter motorischer Zwischenglieder, das sind der vordere Zweihügel, der rothe Kern, die Ganglienzellen der Substantia reticularis der vorderen und hinteren Zweihügelgegend;

der Kern der hinteren Commissur und die übrigen Ganglienzellen neben dem centralen Höhlengrau des Mittelhirns.

Ich habe anderwärts<sup>1)</sup> genau die centrifugalen Bahnen, die in diesen Kernen ihren Ursprung nehmen, beschrieben. Das Monakow'sche Bündel nimmt seinen Ursprung im rothen Kern und gelangt in die Seitenstränge des Rückenmarkes, von wo ich Einstrahlungen in die Vorderhörner des Rückenmarkes beschrieb. Die von mir beschriebene Vierhügel-Vorderstrangbahn nimmt ihren Ursprung vom vorderen Zweihügel und endet nach meinen Befunden mit Einstrahlungen in die Vorderhörner des Rückenmarkes. Vom Kern der hinteren Commissur gehen nach meinen Untersuchungen an Hunden und Katzen und nach den gründlichen Untersuchungen Edinger's bei der Eidechse die absteigenden Fasern des dorsalen Längsbündels ab, um in den Vorderstrang des Rückenmarkes zu gelangen. Von den neben dem centralen Grau des vorderen Zweihügels gelegenen Zellen gehen die Fasern der absteigenden Trigeminuswurzel ab, welche zum motorischen Trigeminuskern führen, theils direct in die motorische Wurzel des Trigeminus einmünden, theils nach meinen Befunden weiter caudal zum Glossopharyngeus-Vagus-kern gehen. Von den Ganglienzellen, welche in der Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend und proximalen Brückengegend gelegen sind, gehen nach meinen Befunden Fasern aus, welche die Fasern der Vierhügel-Vorderstrangbahn verstärken, andererseits geht von den hier lateraler gelegenen Zellen der von mir als Brückenseitenstrangbahn bezeichnete Faserzug in die Seitenstränge des Rückenmarkes und bildet hier die innersten Fasern des Monakow'schen Bündels. Aehnliche Fasern (Brückenvorderstrangbahn) gelangen als Zuwachs in die Vierhügel-Vorderstrangbahn in den Vorderstrang des Rückenmarkes.

Alle diese Bahnen, die ich beschrieben, haben centrifugalen, motorischen Charakter. Durch die oben geschilderten Zwischenglieder steht nun der Sehhügel mit diesen Bahnen in Zusammenhang. Nebenbei will ich noch erwähnen, dass ich keine Fasern finden konnte, die vom rothen Kern entspringend zum Kleinhirn gingen.

Da, wie wir sehen, der Sehhügel keine directen motorischen Bahnen besitzt, die bis in's Rückenmark gehen und nur kürzere peripherwärts verlaufende Bahnen besitzt, die ihn mit Ganglienzellengruppen verbinden, welche erst directe motorische Bahnen in's Rückenmark entsenden, so können auch nicht directe motorische Lähmungen nach Sehhügel-

---

1) Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. XV. und dieser Band dieses Archivs Heft 1.

verletzungen entstehen, wie dies manche Autoren angenommen haben. Wenn also motorische Veränderungen gefunden werden, so können diese nur indirecte sein.

Ganz anders stehen die sensiblen Bahnen mit dem Thalamus opticus in Verbindung. Es giebt hier zwar auch zwischen Rückenmark und Thalamus opticus Zwischenstationen wie zum Beispiele die Hinterstrangkern. Ich habe aber auch bereits gleich Edinger über directe Verbindungen des Rückenmarkes mit dem Thalamus opticus berichten können. Ich konnte auf Grund meiner Untersuchungen behaupten, dass alle Schleifenfasern im Thalamus opticus enden und keine dieser Fasern durch den Sehhügel hindurch weiter zieht. Die Goll'schen und Burdach'schen Kerne stehen in directer Beziehung hauptsächlich zum Thalamuskern vent. a, wo diese Fasern enden. Ausserdem habe ich nach isolirten Vorderstrangläsionen des Halsmarkes ein Faserbündel gefunden, welches ungekreuzt vom Vorderstrang (ventrale Randzone) des Halsmarkes im lateralsten Theile der Schleifenformation zum Thalamuskern vent. a zieht und wahrscheinlich von den gegenüberliegenden Hinterhörnern des Rückenmarkes kommt. Die Fasern der Schleifenformation, die von den Hinterstrangkernen kommen, gehen nach meinen Untersuchungen zu einem sehr geringen Theile durch die hintere Commissur in den gegenüberliegenden medial caudalen Abschnitt des Thalamus opticus.

Ausserdem ziehen im medialen Antheile der Schleifenformation Fasern aus der Gegend des Nucleus reticularis tegmenti mit zur Haubenstrahlung, bilden dann die Forel'sche Commissur und enden im gegenüberliegenden Sehhügel in der Gitterschichte ventral vom äusseren Kniehöcker. Auch von der Substantia gelatinosa der aufsteigenden Trigeminiwurzel entspringen Fasern, die als *Fibrae arcuatae* über die Mitte ziehen und genau über dem medialsten Antheil der medialen Schleife ein Bündel formiren, das ebenfalls in den ventralen Thalamuskern vent. b und vent. a sich aufsplittert; ganz ähnlich zieht die von mir als ventrales Kleinhirn-Thalamusbündel beschriebene Bahn zur inneren Marklamelle des Sehhügels. Ausser diesem Befunde konnte ich noch nachweisen, dass die Fasern des Bindearmes nicht im rothen Kern endigen, sondern hier nur Collateralen abgeben, und die meisten Fasern weiter in den Thalamus opticus ziehen, in dessen Kernen med. c und vent. a diese Kleinhirn-Thalamusbahn endet, nachdem Collateralen in die hintere Commissur entsendet wurden.

In dieser Weise enden eine grosse Menge centripetaler Fasern im Sehhügel. Wenn also hier eine Läsion erzeugt wird, können auch diese Fasern ausser Function gesetzt werden. Die Fasern, welche so im Sehhügel enden, enthalten offenbar die Leitung aller Empfindungen der Haut und der Muskel und Gelenke. Aus anatomischen Gründen sind deshalb auch Sensibilitätsstörungen bei Thalamusläsionen begründet. Ich fand aber bei allen meinen einseitigen Thalamusläsionen nie eine absolute Sensibilitätsstörung. Ich habe anatomisch nachgewiesen, dass die Fasern der Schleifenformation einer Seite, auch theilweise Fasern in den gegenüberliegenden Thalamus opticus entsenden. Es wäre also darin schon eine Begründung zu suchen; ich glaube aber, dass noch andere dabei mitspielen. Auf die Schwierigkeit, die Sensibilität bei Thieren zu prüfen, habe ich schon oben hingewiesen. Da die im Thalamus opticus endenden Gefühlsbahnen alle Qualitäten der Haut-, Muskel- und Gelenkempfindung leiten, können nach Unterbrechung dieser Bahnen im Sehhügel Störungen sich einstellen. Das Berührungs- und Druckgefühl, das Lagegefühl, das Bewegungsgefühl und das Tastgefühl kann Veränderung erleiden. Bei grösseren caudalen Thalamusläsionen können dann die Veränderungen dieser Gefühle eine Ungeschicklichkeit in den vorderen Extremitäten erkennen lassen, die durch die Veränderung des Tastgefühls des Thieres wie eine motorische Parese aussehen kann, indem es mit der Extremität ausgleitet, oder indem es mit dem Fussrücken auftritt, ganz ähnlich wie Thiere mit Kleinhirnrindenabtragungen und wie Thiere mit Abtragung der motorischen Zone der Grosshirnrinde.

Für eine exacte motorische Leistung ist ausser der groben motorischen Kraft ein Regulator nothwendig in Form eines gesunden Berührungs-, Druck-, Lage-, Bewegungs- und Tastgefühls. Wenn von der Peripherie her keine Leitung mehr für Berührung, Druck, Lage, Bewegung und Tasten besteht, so wird die Extremität ungeschickt, und sie wird fehlerhafte Stellungen einnehmen.

Alle diese Veränderungen können bei Thalamusläsionen mehr minder ausgesprochen sein, doch bessern sie sich auffallend rasch. Bei Thieren gehört viel Uebung und Geduld und Zeit dazu, um irgendwie verlässliche Resultate zu gewinnen.

Die rasche Besserung aller dieser Gefühlsveränderungen bei Sehhügelverletzungen geht ganz ähnlich vor sich, wie nach Exstirpation der Rinde der Körperfühlsphäre. Munk hat diesbezüglich durch seine glänzenden Experimente nachgewiesen, dass die Seelenlähmung, die Seelengefühllosigkeit von Tag zu Tag zurückgeht. Es vermindert sich täglich der Druck, der erforderlich ist, die Hebung des Vorderbeines

zu veranlassen. In der zweiten Woche beginnt der Hund nach der Druckstelle hinzusehen; in der dritten Woche trifft er beim Zubeissen die Druckstelle ganz gut. Auch das Gehen mit dem Beine bessert sich mit der Zeit, und gegen die Verstellung des Beines macht sich immer grösserer Widerstand fühlbar. Nach vier Wochen ist nur noch ein Deficit in den activen Bewegungen des Vorderbeines zu bemerken und einige Ungeschicklichkeit desselben, indem das Bein hin und wieder ausgleitet. Nach 10 Wochen sind auch die letzten Abnormitäten geschwunden. Goltz hat auch beim Affen ähnliche Befunde erhoben.

So starke Veränderungen kommen nach Sehhügelzerstörungen nicht vor, auch bessern sich die Symptome auffallend rasch, oft schon nach einigen Stunden, wenn die Läsion keine grosse war.

Gehen wir nun in der Symptomatologie der Thalamusläsionen weiter und sehen wir, ob und in welchem Verhältnisse die Zwangshaltungen zu den verletzten Leitungsbahnen des Thalamus opticus stehen. Wir haben gesehen, dass die Zwangshaltungen des Kopfes, des Halses und der Wirbelsäule verschieden sein können, je nach dem Orte der Läsion im Hirnstamme.

Wir haben gefunden, dass nach Halbseitendurchschneidungen in der Pyramidenkreuzung, in der Medulla oblongata, in der Brücke und in der hinteren Zweihügelgegend der Kopf und Hals des Thieres mit den oben erwähnten anderen Symptomen nach der unverletzten Seite stark gegen die Wirbelsäule gebogen, gehalten wird; dabei findet auch eine Drehung der Wirbelsäule und des Kopfes um die Längsachse statt. Bei caudalen Thalamusläsionen fanden wir, wie in dem genau geschilderten Falle, eine dauernde Ablenkung und abnorme Drehung des Kopfes nach der Verletzungsseite, nach anderen kleineren, oben bereits genauer geschilderten caudalen Thalamusverletzungen wurde der Kopf des Thieres nur für kurze Zeit nach der Verletzungsseite gebogen gehalten, worauf der Kopf des Thieres nach der anderen Seite gebogen gehalten wurde, was zugleich mit entsprechenden Kreisbewegungen verbunden war; nach wenigen Stunden waren die Zwangshaltungen vorüber.

In welcher Beziehung stehen nun diese Zwangshaltungen zu den verletzten Leitungsbahnen. Ich habe oben einige Beispiele meiner zahlreichen Versuche herausgegriffen, auf die ich wieder zurückkommen will.

Die Zwangshaltung des Thieres nach Halbseitendurchschneidung der hinteren Zweihügelgegend sehen wir auf Fig. 22, S. 763. Welche Bahnen waren nun hier verletzt. Absteigend in's Rückenmark degenerirten nach dieser Verletzung die absteigenden Fasern des dorsalen Längsbündels, die Vierhügel-Vorderstrangbahn, das Monakow'sche Bündel, die Brückenseitenstrangbahn, die Brückenvorderstrangbahn und

die Pyramidenbahn, centripetal degenerirten die aufsteigenden Fasern der Schleifenformation, die Fasern der Substantia reticularis, die aufsteigenden Fasern des dorsalen Längsbündels und die Bindearmfasern; das sind also Fasern, welche mit Ausnahme der Fasern des dorsalen Längsbündels zum Theil beide Thalami optici versorgen.

Die Läsion eines einzelnen dieser degenerirten Bündel bewirkt keine Zwangshaltung und keine motorische Lähmung, sondern nur die halbseitige Läsion aller dieser centrifugalen Bündel zusammen und auch dann ist die Lähmung keine absolute.

Aehnlich wie nach Halbseitendurchschneidung in der hinteren Zweihügelgegend degeneriren die oben bezeichneten Fasersysteme nach Halbseitendurchschneidungen, die weiter caudal gemacht werden, nur kommt bei diesen die Verletzung der anderseitigen Brückenseitenstrangbahn in Betracht, welche beim Facialisknie sich kreuzt. Alle diese Läsionen bewirken eine Drehung und Verbiegung des Kopfes und Halses nach der nicht verletzten Seite.

Die Zwangshaltung des Thieres, bei welchem, wie oben erwähnt, in der vorderen Zweihügelgegend an der Grenze zum Thalamus opticus eine Läsion gesetzt wurde, welche die hintere Commissur sagittal durchschnitt und zwischen centralem Höhlengrau und dem Forel'schen Haubenfascikel ventral durch den rothen Kern und den Pedunculus corporis mammillaris reichte, war vorübergehend und dauerte nur durch einige Stunden an. Der Kopf wurde nach der Verletzungsseite gebogen und auch die Kreisbewegungen erfolgten nach dieser Seite.

Nach dieser Verletzung degenerirten peripherwärts die absteigenden Fasern des dorsalen Längsbündels und die vom Thalamus ausgehenden Fasern, die in der Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend und proximalen Brückengegend enden; ferner die Vierhügel-Vorderstrangbahn und die Monakow'schen Bündel beider Seiten, da die Fasern beider beim rothen Kern getroffen wurden. Centralwärts degenerirten die Fasern lateral vom Meynert'schen Bündel in die ventralen und theilweise medialen Thalamuskern und die Schleifenfasern zum Kern vent. a. Die Haubenstrahlung war intact. Keine der Fasern war über den Thalamus opticus weiter hinaus verfolgbar, und alle endigten in den ventralen Thalamuskernen und im Kern med. b und med. c.

Nach den oben genauer erwähnten Thalamusläsionen fanden wir nun Zwangshaltungen und Verdrehung des Kopfes nach der verletzten Seite, die nach einiger Zeit in die gegenseitige Zwangshaltung umschlägt und nach einigen Stunden verschwindet; dabei waren caudal degenerirt die Thalamusbündel zu der *Formatio reticularis* der hinteren Zweihügelgegend und der *Pedunculus corporis mammillaris*, der im *Gudden'schen*

Kern endigte. Proximal degenerirte das Vicq d'Azyr'sche Bündel. Die medialen Haubenstrahlungsfasern, welche in den Kernen des Sehhügels enden und die Thalamusfasern, welche zur vordersten Spitze der vierten Aussenwindung lateral vom Gyrus coronarius gehen und dort in der Grosshirnrinde enden. Wir haben nach caudalen Thalamusläsionen aber auch dauernde Zwangsstellungen erzielt, wie der oben ausführlich auf Seite 756 erörterte und der auf Seite 766 beschriebene, aus einer grösseren Versuchsreihe herausgenommene Fall zeigt. Nach diesen Läsionen war Kopf, Hals und Wirbelsäule dauernd nach der Verletzungsseite abgebogen, sehr stark gleich nach der Operation und in der folgenden Zeit an Intensität abnehmend; besonders blieb die abnorme Haltung des Kopfes bestehen, indem derselbe um die Längsachse gedreht war und zwar so, dass das Ohr der unverletzten Seite der Schulter dieser Seite genähert erscheint, es steht also dadurch das Auge der verletzten Seite etwas höher als das andere.

Nach diesen caudalen Thalamusläsionen waren die caudalwärts gehenden Bahnen degenerirt. Caudalwärts gehen aber vom Sehhügel nur Bahnen, die nicht weiter caudalwärts reichen, als bis zum proximalen Brückenantheil. Ich werde auf diese Bahnen weiter unten bei der anatomischen Besprechung näher eingehen. Die vom Thalamus opticus caudalwärts gesendeten Bahnen enden in den Ganglienzellengruppen der Substantia reticularis der Vierhügelgegend und reichen bis zum Gudden'schen Kern und bis zum Nucleus reticularis tegmenti. Caudal degeneriren vom Thalamus noch Fasern zum rothen Kern, zur Kuppe des vorderen Zweihügels, zum Kern der hinteren Commissur und die hier zerstreut liegenden Ganglienzellen. Frontalwärts degenerirten Vicq d'Azyr'sches Bündel, einzelne Fasern des Meynert'schen Bündels, Fasern zum Ganglion habenulae und die von den caudalen Kernen des Thalamus opticus entspringenden Fasern des Thalamusstabkranzes in die gesammten Windungen des Stirnhirnes, in die erste Aussenwindung des mittleren Theiles des Grosshirnes und in die erste und zweite Aussenwindung des Occipitalhirnes.

Ich habe diese Beispiele aus der Versuchsreihe herausgenommen, da eine einzelne Besprechung aller Versuche zu weit führen würde. Wir sehen also, dass nach Verletzung resp. Degeneration der centrifugalen Fasern des dorsalen Längsbündels, der Vierhügelvorderstrangbahn, des Monakow'schen Bündels und der Pyramidenbahn Kopf und Hals des Thieres dauernd nach der unverletzten Seite abweichen, bei Verletzung der centrifugalen Fasern des dorsalen Längsbündels, der Vierhügelvorderstrangbahn und beider Monakow'schen Bündel der Kopf des Thieres vorübergehend nach der verletzten Seite abgebogen wird. Nach caudalen

Thalamusläsionen, wobei die peripherwärts bis zum rothen Kern und in die Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend gehenden Fasern degeneriren und ausser diesen keine anderen, macht das Thier vorübergehende Verbiegungen des Kopfes nach der verletzten Seite, dann nach der unverletzten Seite, welche nach einigen Stunden ganz aufhören. Bei ausgedehnteren caudalen Thalamusläsionen, wo ausser den Fasern zum rothen Kern und zur Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend auch die Fasern zur Kuppe des vorderen Zweihügels degeneriren, waren dauernd abnorme Stellung des Kopfes und erst starke dann schwächere Verbiegung des Kopfes zur Verletzungsseite zu constatiren.

Steht nun der Wegfall dieser peripher degenerirten Bahnen in Beziehung zu den Zwangshaltungen?

Durchschneidung eines Monakow'schen Bündels in der hinteren Zweihügelgegend bewirkt nach meinen Untersuchungen keine Zwangshaltung, ebenso auch nicht eine einzelne Durchschneidung der Pyramidenbahn, des dorsalen Längsbündels und der Vierhügelvorderstrangbahn. Bei Degeneration der peripherwärts entsendeten Fasern des dorsalen Längsbündels, der Vierhügelvorderstrangbahn, beider Monakow'schen Bündel sehen wir eine vorübergehende Ablenkung des Kopfes nach der Verletzungsseite, nach auf Halbseitendurchschneidungen in der hinteren Zweihügelgegend folgender Degeneration der peripheren Fasern des hinteren Längsbündels, der Vierhügelvorderstrangbahn, des Monakow'schen Bündels und der Pyramidenbahn folgt lange dauernde Ablenkung des Kopfes nach der unverletzten Seite. Nach Degeneration der caudalen peripheren Thalamusfasern erfolgen vorübergehende und dauernde Zwangshaltungen nach der verletzten Seite.

Es kann also der Wegfall der peripheren Fasern des dorsalen Längsbündels und der Vierhügelvorderstrangbahn, Brückenseitenstrangbahn, des Monakow'schen Bündels und der Pyramidenseitenstrangbahn gewiss nicht die alleinige Ursache zur Entstehung der Zwangshaltungen sein, wenn das Ausschalten dieser centrifugalen Fasern überhaupt etwas dazu beiträgt.

Sehen wir nun, ob die centrifugal von den Läsionen ausgehenden degenerativen Bahnen eine Ursache für die Zwangshaltungen sind. Nach sagittaler Durchschneidung des Bindearmes, im lateralen Theile der Substantia reticularis der hinteren Zweihügelgegend konnte ich keine Zwangshaltung constatiren.

Nach Halbseitendurchschneidung der hinteren Zweihügelgegend, nach welcher dauernde Ablenkung des Kopfes nach der unverletzten Seite besteht, degeneriren centripetal die aufsteigenden Fasern des dor-



salen Längsbündels, Fasern im Areal des Monakow'schen Bündels, der Schleifenformation, der Bindearme, die Fasern der Forel'schen Kreuzung und Fasern, welche von den zerstreuten Ganglienzellen der Formatio reticularis zum Thalamus opticus ziehen. Alle diese Fasern enden im Thalamus opticus und geht keine dieser Fasern über die subcorticalen grossen Basalganglien hinaus. Diese Fasern versorgen aber zum Theil beide Thalami optici mit Fasern.

Nach der oben geschilderten Läsion des rothen Kerns, der hinteren Commissur, des dorsalen Längsbündel, der peripher entsendeten Thalamusfasern, degenerirten centrifugal die Schleifenfasern zum Kern vent. a, ferner Fasern an der lateralen Seite des Meynert'schen Bündels, welche auch degenerirt war, zum Kern vent. b, vent. a und med. c; ferner degenerirten Fasern durch die hintere Commissur bis an die Innenseite des inneren Kniehöckers. Es bestand darnach eine vorübergehende Verbiegung des Kopfes nach der verletzten Seite.

Nach kleinen caudalen Thalamusläsionen, welche das Vicq d'Azyr'sche Bündel, das Haubenbündel und den Pedunculus corporis mammillaris, den medialsten Theil der frontalen Haubenstrahlung, den medialen Theil des Kernes vent. b und das Meynert'sche Bündel erfasste, degenerirte frontalwärts das Vicq d'Azyr'sche Bündel, Fasern der Meynert'schen Bündel, die Endigung der medialst gelegenen Fasern der Haubenstrahlung in den Thalamuskernen, ferner degenerirte eine Bahn vom Kern vent. b. durch die Lamina medullaris lateralis des Thalamus, durch den lateralen Theil der Capsula interna, eng dem Linsenkern anliegend zum frontalsten Ende der vierten Aussenwindung. Nach Degeneration dieser centrifugalen Bahnen, traten vorübergehende Ablenkungen des Kopfes nach der Verletzungsseite und nach ein bis zwei Stunden entgegengesetzte Ablenkungen des Kopfes auf, die mit Kreisbewegungen verbunden waren.

Nach grösseren caudalen Läsionen des Thalamus opticus, wobei lateraler Antheil des Corpus mamillare, Vicq d'Azyr'sches Bündel, Haubenbündel und Pedunculus corporis mammillaris, Zona incerta, frontale Haubenstrahlung, Schleifenendigung, die caudalen Abschnitte, die Kerne vent. b, vent. a, med. a, med. b, med. c und die medialen ventralen Antheile von lat. a und das Ganglion habenulae zerstört waren, degenerirten die verletzten Bündel, und waren frontalwärts die Thalamuskerne in der oben geschilderten Weise von Degenerationen erfüllt, ferner degenerirten die von den Thalamuskernen ausgehenden Thalamusfasern durch die Lamina medullaris lateralis in die innere Capsel und zu allen Windungen des Stirnhirns, zur ersten Aussenwindung des mittleren Theiles des Grosshirns und durch die Pulvinarstrahlung zur ganzen

ersten Aussenwindung und zu den caudalen Abschnitten der zweiten Aussenwindung im Occipitalhirn, wie es die Abbildungen zeigen. Nach dieser Läsion und diesen centrifugalen Degenerationen traten länger dauernde Zwangshaltungen des Kopfes ein mit Kreisbewegungen nach der operirten Seite.

Finden wir nun hier eine Uebereinstimmung der Zwangshaltungen mit den centrifugal degenerirten Fasern?

Nach Halbseitendurchschneidungen in der Medulla oblongata, der Brücke und hinteren Zweihügelgegend haben wir die Zwangshaltung des Kopfes nach der unverletzten Seite beobachtet; centripetal degeneriren von diesen Stationen aus überall die Schleifenfasern zum Thalamus opticus. Bei Verletzungen des rothen Kernes treffen wir nur vorübergehende Erscheinungen. Bei caudalen Thalamusläsionen kommen eher schon die degenerirten Stabkranzfasern des Sehhügels mit in Betracht.

Wie wir sehen, kommen wir auch an der Hand der aufsteigenden, centripetalen Degenerationen, die von den Läsionsstellen ausgehen, zu keinem bestimmten Resultate, wenngleich diese nicht ohne Bedeutung sind. Ausser dem Ausfalle der degenerirten centrifugalen und centripetalen Bahnen scheinen noch andere Momente zur Entstehung gewisser Zwangsstellungen mitzusprechen.

Wundt hat die Bewegungsstörungen, welche der halbseitigen Durchschneidung des Thalamus opticus folgen, zu erklären versucht. Die Bewegungen unserer Skelettmuskeln sind zunächst abhängig von den Sinnesindrücken; sie richten sich nach diesen, noch bevor der Wille bestimmend und verändernd einwirkt. In erster Linie stehen aber hier die beiden räumlich auffassenden Sinne, also neben dem Gesichtssinn der Tastsinn. Unsere unwillkürlichen oder durch den Willen zwar zuerst angeregten, aber nun der reflectorischen Selbstregulirung überlassenen Bewegungen richten sich fortwährend nach den Tasteindrücken. Durch sie werden insbesondere die Ortsbewegungen, sowie die Tastbewegungen der Arme und Hände geregelt. Ebenso sind diejenigen Muskelspannungen, die in den verschiedenen ruhenden Körperstellungen, wie beim Sitzen, Stehen, eintreten, durch die Tasteindrücke bestimmt. Die letzteren lösen in den Sehhügelcentren motorische Innervationen aus, welche genau der in den Tasteindrücken sich spiegelnden Körperhaltung entsprechen. Wird nun eines jener bilateralen Centren entfernt, so können die von ihm abhängigen Innervationen nicht mehr erfolgen, während das Centrum der anderen Seite noch fortwährend functionirt: so müssen denn die schon in den ruhenden Körperstellungen bemerkbaren Verbiegungen eintreten, mit welchen unmittelbar die Störungen bei der Bewegung zusammenhängen. Diese letzteren sind theils

direct durch jene Verbiegungen, theils dadurch verursacht, dass während der Bewegung die veränderte Innervation natürlich in gleichen Sinne sich geltend macht. Diese Erklärung hat gewiss manches für sich, aber so einfach dürfte es doch nicht sein. Wenn wir die centripetalen Bahnen beobachten, welche die Empfindungsqualitäten dem Sehhügel übermitteln, so haben wir hauptsächlich die Fasern der Schleifenformation zu berücksichtigen. Auf dem Wege von der hinteren Zweihügelgegend bis zum Thalamus opticus strahlen der Schleifenfaserung keine zahlreichen Fasern mehr zu. Warum also sollte die Durchschneidung dieser Bahn in der hinteren Zweihügelgegend ganz andere Symptome bieten wie bei ihrer Endigung in den caudalen Thalamuskernen? Für die sensiblen Fasern, welche durch den Bindearm vom Kleinhirn kommen, habe ich nachgewiesen, dass ihre isolirte Durchschneidung im hinteren Zweihügel auch keine Zwangshaltungen bewirkt.

Es müssen hier wohl mehrere Componenten mitspielen, nämlich sowohl der Ausfall centripetaler und centrifugaler Reize, welche die detaillirte anatomische Erklärung sehr schwierig machen.

Wir sehen ja nach Läsionen im Thalamus, je nachdem verschiedene Ganglienzellengruppen zerstört sind, verschiedenartige Symptome auftreten. Eine sichere Erklärung der verschiedenen Zwangshaltungen bei den verschiedenen Läsionen kann derzeit noch nicht gegeben werden und bin ich weit entfernt, Hypothesen darüber aufzustellen. Die nächste Aufgabe muss es sein, erst eine anatomische Grundlage für die einzelnen verschiedenen Symptome zu schaffen; eine genaue auf lückenlosen Serienschnitten geschilderte Läsionsstelle mit den abgehenden secundären Degenerationen bei genau beobachteten Symptomen zu geben.

Wenn wir nun in der anatomischen Erklärung der durch die Thalamusläsion gesetzten Symptome weiterschreiten, so ist es gegenüber den früher erwähnten Symptomen leicht, die Halbseitenblindheit zu erklären. Sie beruht auf dem Ausfall der Faserbündel, welche von Ganglienzellen des Thalamus opticus ausgehen und dorsal vom äusseren Kniehöcker in die innere Capsel ziehen und von hier aus die ganze caudale Partie der ersten Aussenwindung und den caudalsten Theil der zweiten Aussenwindung sammt ihren ventral absteigenden, umbiegenden Windungszügen, welche das dorsale caudale Ende der Grosshirnhemisphäre bilden, welche die Sehsphäre A. Munk's ausmachen. Diese Thalamusfasern, welche zum Occipitalpol gehen, bilden das Stratum sagittale laterale des Markes des Hinterhauptlappens.

Die Pupillen reagirten stets gut und waren bei dem Thiere stets gleich. Man hat behauptet, dass die Halbseitenblindheit in Folge

von Thalamusläsionen sich durch das Vorhandensein einer hemiopischen Pupillenreaction, durch Mangel der Störung des Orientierungsvermögens und durch Mangel eines überschüssigen Gesichtsfeldes von der corticalen Hemianopsie unterscheide: Eine hemianopische Pupillenreaction konnte ich bei diesen Thalamusläsionen nicht nachweisen, sondern die Pupillen reagirten wie bei einem normalen Thiere. Der Mangel eines überschüssigen Gesichtsfeldes ist selbstverständlich bei Thieren nicht zu prüfen.

Ich habe, um die Halbseitenblindheit nach Thalamusläsionen mit der Halbseitenblindheit nach corticalen Läsionen zu vergleichen, Rindenexstirpationen im Bereiche der Sehsphäre, die ich durch die Einstrahlung der degenerirten Fasern nach Thalamusläsionen genau umschreiben konnte, vorgenommen<sup>1)</sup>. Die Pupillen waren auch in diesen Fällen gleich und reagirten stets prompt. Nach Rindenabtragungen in der Sehsphäre geberdeten sich die Thiere aber furchtsam, suchten sich immer zu verkriechen, fanden sich aber ganz gut in den Räumlichkeiten zurecht. Ausser der Halbseitenblindheit stellten sich keine besonderen Erscheinungen ein.

Auf andere Symptome, die andersgeartete Thalamusläsionen bewirken, wie schleudernde Bewegungen der vorderen Extremitäten, Nystagmus u. s. f., komme ich anderweitig näher zu sprechen. Ueber den Nystagmus will ich hier nur so viel erwähnen, dass er nach meinen Untersuchungen sowohl nach Rindenreizung der Kleinhirnrinde, nach Verletzungen des Kleinhirns, wie nach Verletzungen in der Brücke, als auch nach Sehhügelverletzungen zu beobachten ist. Ueber Parästhesien geben natürlich Thierversuche keinen Aufschluss.

Das Symptom nach Sehhügellassionen, das von Nothnagel beschrieben wurde, und das ausserhalb des Thierversuches liegt, kann auf Grund meiner anatomischen Ergebnisse ebenfalls erklärt werden. Bei Sehhügellassionen vermag der Kranke willkürlich beide Gesichtshälften ganz gut zu innerviren, nicht aber bei psychischen Emotionen. Ferner habe ich sowie andere Autoren bei gewissen Erkrankungen gerade auf das gegentheilige Verhalten bezüglich der Innervation der beiden Gesichtshälften hingewiesen<sup>2)</sup>. Bei Erkrankungen, wo die Pyramidenbahn in toto bis zur Hirnrinde erkrankt ist, kommt es vor, dass der Kranke nicht mehr willkürlich den Facialis, den motorischen Trige-

---

1) Probst, Ueber die centrale Sehbahn. Dieses Archiv (noch nicht erschienen).

2) Probst, Amyotrophische Lateralsklerose. Dieses Archiv Bd. 30. H. 3.

minus zu innerviren vermag, nicht mehr willkürlich zu schlucken vermag, sondern nur mehr reflectorisch. Bei psychischen Affecten jedoch vermag er ganz gut die Gesichtsmuskeln, die Kau- und Schlingmuskeln in Bewegung zu setzen.

Es existiren also hier zweierlei Innervationen, die willkürliche geht durch die Pyramidenbahn zu den Kernen des Facialis, Trigemini, Vagus, Glossopharyngeus und Hypoglossus. Ihre Unterbrechung bedingt die Lähmung der willkürlichen Innervation. Ausser dieser Bahn würde dann noch eine zweite Bahn existiren, die über den Thalamus opticus geht. Die Bahn kann nach meinen Untersuchungen nur so stattfinden, dass die Reize, welche von der Grosshirnrinde peripherwärts gesendet werden sollen, dem Thalamus opticus übertragen werden. Der Thalamus opticus sendet aber, wie wir gesehen haben, seine peripheren Bahnen nur bis zum vorderen Zweihügel, dem rothen Kern, dem Kern der hinteren Commissur und der absteigenden Trigeminiwurzel resp. Trigemini-Vagus-Wurzel und den Ganglienzellgruppen in die Substantia reticularis der vorderen und hinteren Zweihügelgegend. Alle diese genannten Ganglienzellencomplexe, zu denen der Thalamus opticus seine peripheren Bahnen entsendet, sind aber die Ursprungszellen von centrifugalen Bahnen, die ich anderweitig schon als Bahnen beschrieben habe, welche den automatisch reflectorischen Bewegungen vorstehen. Diese Bahnen sind das Monakow'sche Bündel, das dorsale Längsbündel, die cerebrale Trigeminiwurzel, die nach meinen Untersuchungen bis zum Glossopharyngeus-Vagus Kern reicht, und die Vierhügel-Vorderstrangbahn. Auf diesen Bahnen kann nun die unwillkürliche Innervation gewisser Muskeln von Statten gehen, wenn die Willkürbahn, d. i. die Pyramidenbahn unterbrochen ist und umgekehrt, wenn die Bahn für die unwillkürlichen Bewegungen bei psychischen Emotionen unterbrochen ist, können noch Willkürbewegungen derselben Muskeln zu Stande kommen. In dieser Weise hätten wir der Willkürbahn eine Affectbahn gegenüberstehen. Eine solche Unterscheidung können wir aber nur beim Menschen machen, beim Thiere können wir eine solche nicht annehmen, da der Hund nach Durchschneidung der Pyramiden noch immer willkürliche Bewegungen ausführen kann und ebenso nach Durchschneidung einzelner motorischer Haubenbündel.

## Ergebnisse für die Anatomie der Leitungsbahnen des Sehhügels.

Die Leitungsbahnen des Sehhügels sind bisher noch wenig erforscht worden. Während einzelne feinere Bündelchen, die im Thalamus opticus selbst verlaufen, wie das Meynert'sche Bündel, das Vicq d'Azyr'sche

Bündel, in ihrem Verlaufe genau festgestellt werden konnten, blieb der weitere Verlauf der Thalamusfasern, welche aus dem Thalamus opticus in die innere Capsel eintreten, ganz unbekannt, und ebenso unbekannt blieben seine peripherwärts entsendeten Fasern.

Am ausführlichsten schildert Köl liker die Faserung des Zwischenhirns: „Lateralwärts wird der Thalamus opticus durch die Lamina medullaris lateralis begrenzt, welche nicht etwa ein besonderes Markblatt darstellt, sondern von einer grossen Zahl dickerer Bündel gebildet wird, die von der Capsula interna aus in den Sehhügel einstrahlen und den grössten Theil des Stabkranzes des Sehhügels darstellen. Hierbei kreuzen sich diese Faserbündel verschiedentlich unter spitzen Winkeln und bilden so einen etwas dickeren Streifen, der aus einer medialen und einer helleren, zwischen dieser und der Capsula interna gelegenen Zone besteht. Hierauf zerfallen diese Faserbündel, indem sie weiter medianwärts verlaufen, in viele feinere Bündelchen, die nach und nach im Innern des lateralen Kernes sich verlieren. Die Gegend, wo die gröberen Bündel liegen, stellt an frischen Theilen einen weissen, an Weigert'schen Präparaten dagegen einen dunklen, gebogenen Faserzug dar, der seines eigenthümlichen netzförmigen Aussehens halber auch den Namen Gitterschicht (*Stratum reticulatum* Arnold) erhalten hat, unter welchem Namen nach Köl liker keine besondere von der Lamina medullaris lateralis verschiedene Lage zu verstehen ist.

Genauer bezeichnet dringen aus allen Theilen der inneren Capsel Markstrahlen in den Sehhügel ein, und bezeichnet man dieselben je nach den verschiedenen Gegenden mit verschiedenen Namen. In das vordere Ende des lateralen Kernes treten zwischen dem Kopfe des Nucleus caudatus und dem Linsenkerne zahlreiche Faserbündel aus dem Stirnlappen ein, welcher sogenannte vordere oder frontale Stiel des Sehhügels somit den vorderen Theil und das Knie der inneren Capsel zu durchlaufen hat.

In die laterale Seite des lateralen Kernes treten aus dem hinteren Schenkel der inneren Capsel zahlreiche Markstrahlen, die aus dem hinteren Theile des Stirnlappens und aus dem Parietallappen abstammen, welche als lateraler oder parietaler Stiel des Sehhügels bezeichnet wird.

Der hintere Theil des lateralen Thalamuskernes grenzt im Pulvinar lateralwärts hinter dem Linsenkerne an weisse Substanz, welche mit der Markmasse des Occipitallappens und des Schläfelappens zusammenhängt und finden sich auch hier Einstrahlungen aus diesen Hirngegenden in den Sehhügel, die wir occipitalen und temporalen Stiel desselben nennen.

Ausserdem finden sich noch Einstrahlungen von der ventralen Seite her in den Thalamus, die jedoch nicht nur in den lateralen, sondern auch in den medialen Kern des Thalamus statt haben und den sogenannten unteren oder ventralen Stiel des Thalamus darstellen.“

Kölliker hat auch die Verhältnisse des Sehhügelstabkranzes mit Bezug auf das feinste Verhalten seiner Elemente im Inneren des Thalamus opticus zu verfolgen sich bemüht und fand bei einer jungen Katze neben Theilungen von Stabkranzfasern auch Endigungen solcher in Form eines dichten Filzes um die Nervenzellen herum. Auf Grund dieses Befundes nahm Kölliker an, dass die Stabkranzfasern des Thalamus von der Rinde des Gehirnes centrifugal zum Thalamus ziehen und da enden. Kölliker nimmt auch an, dass wahrscheinlich neben diesen vom Parietallappen des Cerebrum stammenden Fasern, auch diejenigen des Frontallappens im Hilus anterior thalami und diejenigen des Unterlappens ebenfalls centrifugale zum Thalamus laufende Bahnen sind. Dagegen lässt Kölliker die zum Occipitallappen gehenden Fasern im Sehhügel entspringen.

Obersteiner beschreibt einen schwächtigen Faserzug, den der Thalamus aus dem Bulbus olfactorius erhält. Er verläuft in sagittaler Richtung gegen die Basis des Ganglions und zweigt von jenem Theil der Riechbahn ab, der in die vordere Commissur geht.

Die Gürtelschicht des Sehhügels, die an dessen oberer Fläche einen dünnen Markbelag bildet, soll ihre Fasern aus dem hinteren und unteren Thalamusschenkel, aus dem lateralen Bündel der Tractus optici, aus Fasern der Taenia thalami und der Pedunculi conarii beziehen.

Bezüglich der Kerneintheilung des Thalamus opticus bin ich ganz der Eintheilung v. Monakow's gefolgt, wie auch in meinen früheren Arbeiten.

Monakow hat mittelst der Gudden'schen Degenerationsmethode die glänzendsten Resultate erzielt, indem er umschriebene oder ausgehntere Grosshirnrindenabtragungen ausführte und die degenerirten Grosshirnantheile studirte. Unter Grosshirnantheilen versteht Monakow ausserhalb des Grosshirns liegende, mit diesem aber eng verknüpfte Neuronencomplexe, die ohne Mitwirkung des Grosshirns gar nicht oder nur mangelhaft in Action treten können, und die nach Ausschaltung dieses über kurz oder lang, total oder partiell verkümmern müssen. Monakow unterscheidet in jedem Hirntheil mit Rücksicht auf die secundären Veränderungen nach Grosshirnabtragung folgende Nervencomplexe. Erstens Neuronencomplexe, die nach dem operativen Eingriff selbst nach Monaten nicht beeinträchtigt werden (meist directe Producte des Mittel-, Hinter- und Nachhirns, sowie des eigentlichen

Medullarrohrs). Zweitens Neuronencomplexe, die ohne Grosshirn nicht existenzfähig sind und schon wenige Wochen nach der Operation degeneriren (directe Grosshirnantheile). Die Zwischensubstanz theilhaftig sich in wechselnder Weise an dem secundären Zerfall; sie kann aber lange Zeit resistent bleiben. Drittens Neuronencomplexe, die durch Wegfall einer Hemisphäre theilweise verkümmern, d. h. deren Elemente ihre natürliche Form partiell einbüßen und vor allem eine Volumsreduction erfahren (indirecte Grosshirnantheile).

Das Zwischenhirn geht nach Rindenabtragungen die umfangreichsten Veränderungen ein. Als zur ersten Gruppe gehörig fand Monakow das Ganglion habenulae nebst dem Meynert'schen Bündel, die Thalamia thalami und das centrale Höhlengrau. Die eigentlichen Kerngruppen des Sehhügels zerfallen aber im Groben in zwei Lager, die theils der zweiten, theils der dritten Gruppe angehören. Zwischen diesen beiden Gruppen finden sich zahlreiche Uebergänge. Die vorderen Kerne (ant. a und ant. b), die medialen Kerngruppen (med. a, med. b, med. c), das Pulvinar, der hintere Kern, der laterale Kern (lat. a und lat. b) degeneriren auf der operirten Seite vollständig und werden grösstentheils resorbirt; im äusseren und inneren Kniehöcker bleiben dagegen, selbst wenn diese bis auf ein Fünftheil ihres normalen Volumens zusammengeschrumpft sind, stets noch eine kleine Anzahl von leidlich normal aussehenden, kleineren Ganglienzellen zurück, die nicht secundär zu zerstören sind.

Die ventralen Kerngruppen des Sehhügels sowie der mediale Kern des Corpus mamillare bilden dagegen die Vertreter der dritten Gruppe und bieten Veränderungen dar, die von denen der anderen Kerne zu unterscheiden sind. Es finden sich hier alle Uebergänge von einfacher Verkleinerung bis zur völligen Sklerose.

Der laterale Kern des Corpus mamillare und die Zona incerta nehmen eine vermittelnde Stellung zwischen der zweiten und dritten Gruppe ein, eine solche zwischen erster und dritter Gruppe das Tuberculum cinereum. Das Corpus Luysii ist ein directer Grosshirnantheil. Wichtig ist das Verhalten der äusseren Marklamelle des Sehhügels, indem diese selbst bei ausgedehnter Degeneration des Sehhügels und totaler Resorption der inneren Capsel, zum Theil erhalten bleibt und nur eine erhebliche Verminderung des Calibers ihrer Fasern aufweist.

Im Mittelhirn und speciell in der Haubengegend fand Monakow als vom Grosshirn völlig unabhängig das Grau der Formatio reticularis, das mittlere Grau des vorderen Sehhügels, ferner das centrale Höhlengrau, den lateralen Schleifenkern, sämtliche reticulären Geflechte dorsal von der Schleifenschicht und in der Umgebung der Kappe,



sowie die Augenmuskelnervenkerne. Directe Grosshirnantheile sind die Fasern des Pedunculus, die Substantia nigra und das oberflächliche Grau des vorderen Zuehügels. Die übrigen Theile erweisen sich als sogenannte indirecte Grosshirnantheile und verrathen secundäre Veränderungen im Sinne der dritten Gruppe, dazu gehören der rothe Kern und der hintere Zuehügel, die Haubenstrahlung, die Forel'schen Haubenfascikeln, die Schleifenschicht und der Arm des hinteren Zuehügels; diese Fasern zeigen einfache Atrophie.

Monakow hat, gestützt auf seine Ergebnisse experimenteller Rindenläsionen bei neugeborenen und erwachsenen Thieren, die Kerngruppen des Sehhügels in bestimmte Beziehung mit umschriebenen Grosshirnrindenbezirken gebracht.

Monakow fand, dass die Zone des medialen Kerns, med. a., der Zone J von Munk, der Rumpfreion, entspricht, die Zone des medialen Kerns, med. der Zone H, der Nackenregion, die Zone des vorderen ventralen Kerns, vent. ant., der Vorderbeinregion D von Munk, die Zone des medial ventralen Kerns, vent. b., der Hinterbeinregion C von Munk, die Zone des central ventralen Kerns, vent. a., der Kopfreion E von Munk, die Zone des lateral ventralen Kerns, vent. c., entspricht theilweise der Kopfreion E von Munk und liegt im vorderen Drittel der ectosylvischen Windung; die Zone der vorderen Kerngruppe, ant. a, ant. b, ant. c, liegt im ersten Fünftel der suprasylvischen Windung, im Felde F von Munk. Die Zone des vorderen lateralen Kerns, lat. ant., liegt im vordersten Abschnitt des Gyrus coronarius und fällt theilweise ebenfalls in die Munk'sche Kopfreion. Die Zone des dorsal lateralen Kerns, lat. a, liegt im zweiten Fünftel der suprasylvischen Windung, die des ventral lateralen Kerns, lat. b, nimmt das zweite Fünftel der ectolateralen und suprasylvischen Windung ein. Die Zone des hinteren Kerns, hint., liegt im hinteren Drittel der ectosylvischen Windung im Felde G von Munk, die Zone des Pulvinars nimmt das dritte Fünftel des Gyrus suprasplenius und ectolateralis ein. Die Zone des äusseren Kniehöckers fällt grösstentheils mit der Munk'schen Sehsphäre zusammen und nimmt die drei caudalen Fünftel der ersten und zweiten äusseren Windung ein. Die Zone des inneren Kniehöckers liegt im Gyrus compositus post. und vielleicht auch im hinteren Schenkel der Sylvischen Windung, der Hörsphäre von Munk. Die Zone des Corpus mamillare fällt ins Gebiet des Uncus und des Ammonshorns.

Monakow nimmt an, dass die meisten der Stabkranzfasern des Sehhügels im Thalamus opticus entspringen, während Kolliker die Stabkranzfasern des Sehhügels aus der Hirnrinde kommen und im Thalamus blind verästeln lässt.

Monakow's Annahme bezüglich des Ursprungs der Stabkranzfasern des Sehhügels wurde von mancher Seite angezweifelt. Ich konnte bereits in früheren Arbeiten diese Ansicht Monakow's bestätigen, indem ich nach umschriebenen Zerstörungen von Thalamuskernen die Stabkranzfasern nach dem Waller'schen Gesetz zur Hirnrinde hin nach der Marchi'schen Färbung degeneriren sah.

Die Stabkranzfasern des Thalamus opticus konnte bisher keiner der Autoren isolirt verfolgen. Mittelst der Methode der Hakencanüle, der Marchi'schen Färbung und der genauen Untersuchung auf lückenlosen Serienschnitten ist mir dies in der besten Weise gelungen.

In den verschiedenen Abbildungen, die ich bringe, ist die isolirte Verfolgung der Stabkranzfasern leicht zu überblicken. Ich habe, wie ich schon eingangs erwähnte, zahlreiche isolirte Thalamusläsionen erzeugt und die secundären Degenerationen auf lückenlosen Serienschnitten verfolgt.

Bevor ich näher auf den Verlauf der Faserung eingehe, will ich erst einem Einwande begegnen, den man bezüglich der Stabkranzfaserung des Sehhügels bei dem in den Abbildungen wiedergegebenen Experimente machen könnte. Man könnte nämlich einwenden, dass die oben ausführlich geschilderte Läsion keine circumscripte Sehhügelläsion sei, sondern eine circumscripte Zwischenhirnläsion, da auch ein Theil der Regio subthalamica durchschnitten wurde, nämlich die Zona incerta, das dorsale Mark der Regio subthalamica, ferner der laterale Kern des Corpus mammillare mit dem Vicq d'Azyr'schen Bündel, dem Haubenbündel und dem Stiel des Corpus mammillare. Ich habe aber auch andere ähnliche caudale Läsionen des Sehhügels erzeugt, wobei die Regio subthalamica nicht betroffen wurde, und welche dieselben Symptome und dieselben secundären Degenerationen der Sehhügelfasern boten.

Ich habe das in den Abbildungen wiedergegebene Experiment deshalb als Beispiel meiner zahlreichen experimentellen Sehhügelverletzungen herausgewählt, weil es eine Läsion ist, welche die caudalsten Antheile des Sehhügel zerstört hat, welche für die Frage, ob und welche Fasern der Sehhügel caudal entsendet, am geeignetsten ist, und da ich bezüglich der Degeneration des Stabkranzes bei caudalen Läsionen, welche nicht die Regio subthalamica betrafen, dieselben Degenerationsbilder erhielt. Ausserdem werden durch frontaler gelegene Läsionen auch andere Fasern der Thalamuskern mitverletzt.

Eine andere Frage ist die, ob nicht bei den caudalen Thalamusläsionen auch Fasern zerstört werden, die nicht von den Ganglienzellen des Sehhügels ausgesendet werden, sondern caudalwärts kommend den Sehhügel einfach durchziehen und in die innere Capsel und von hier

zur Grosshirnrinde ziehen. Welche Fasern kommen da in Betracht? Caudalwärts kommen die Fasern der Schleifenformation, die Bindearme, Fasern aus Ganglienzellengruppen der *Formatio reticularis* der Brücke und Zweihügelgegend, Fasern vom rothen Kern und vom vorderen Zweihügel, welche alle in die Sehhügel einmünden. Durchziehen nun solche Fasern einfach den Thalamus opticus?

Diesbezüglich habe ich zahlreiche Durchschneidungsversuche mit darauffolgender Untersuchung an lückenlosen Serienschnitten vorgenommen.

Bezüglich der centripetalen Schleifenfasern habe ich Zerstörungen der Hinterstrangkern, Halbseitendurchschneidungen durch das verlängerte Mark, die Brücke und die Zweihügelgegend vorgenommen. Ich habe bereits anderweitig diese Frage erörtert und nachgewiesen, dass alle Schleifenfasern im Thalamus opticus sich aufsplittern und enden. Es lagen mir die Serienschnitte von vierzig Experimenten vor, wo die Schleifenformation durchschnitten war. In keinem Falle konnten Schleifenfasern weiter frontal verfolgt werden als bis zum Kerne, vent. a, des Sehhügels; keine einzige Faser geht in die Capsula interna über. Die Fasern, welche vom Nucleus reticularis tegmenti ausgehen und weiter frontal die Forel'sche Commissur bilden, gehen bis zur Gitterschicht ventral vom äusseren Kniehöcker, woselbst die Fasern sich aufsplittern.

Die Fasern des Bindearmes konnte ich nach isolirter Durchschneidung dieses ebenfalls genau verfolgen. Ein Theil der Fasern endet im rothen Kern, ein Theil zieht in der Haubenstrahlung weiter und endet in den Sehhügelkernen, med. b, med. c und vent. a. Auch von diesen centripetalen Fasern geht keine einzige in die Capsula interna über.

Um nun auch sicher zu sein, ob es nicht auch andere Fasern giebt, die, caudalwärts kommend, den Sehhügel einfach durchziehen, habe ich Halbseitendurchschneidungen in der hinteren Zweihügelgegend gemacht, welche unmittelbar hinter dem rothen Kern gelegt wurden. Ich komme auf die einzelnen von der Läsion aus degenerirten Züge anderweitig im Einzelnen genauer zu sprechen. Proximal degenerirten hauptsächlich die Schleifenfasern und die Haubenfasern in der Haubenstrahlung. Alle proximal degenerirten Züge endeten nun in den grossen subcorticalen Ganglienmassen. Keine einzige Faser war als degenerirt zur Grosshirnrinde zu verfolgen. Alle Haubenfasern endeten im Thalamus opticus, einzelne Fasern im Hirnstiel waren zum Corpus striatum zu verfolgen. Von degenerirten Fasern waren einzelne

im ventralsten Theil des Sehhügels bis in den vorderen ventralen Kern verfolgbar.

Dieser Versuch lehrt also, dass die Fasern, welche caudalwärts vom hinteren Zweihügel kommen, alle in den grossen subcorticalen Ganglienzellen enden, und keine direct centripetal zur Grosshirnrinde zieht.

Ausserdem habe ich in dem auf Seite 765 erwähnten Versuche, wo die Fasern des rothen Kerns und die dorsalwärts gelegenen Fasern, sowie die Kuppe des vorderen Zweihügels sagittal durchschnitten waren, auf den lückenlos gefertigten Serienschnitten nach Marchi keine Faser weiter als bis in den Thalamus opticus verfolgen können.

Ausserdem habe ich versucht, genauestens an der Grenze zwischen caudalem Thalamus opticus und vorderem Zweihügel experimentell eine Trennung zu vollziehen, doch war in diesen Experimenten die Trennung entweder nicht eine vollständige, oder sie verletzte den caudalen Thalamus oder gar den Hirnschenkelfuss.

Ich kann deshalb nicht mit voller Sicherheit Fasern ausschliessen, die vom vorderen Zweihügel kommen, die möglicherweise den Thalamus opticus einfach durchziehen und bei caudalen Thalamusläsionen ebenfalls degeneriren. Jedenfalls kommen aber keine Fasern weiter caudalwärts her, welche über den Thalamus opticus hinausreichen würden. Auch vom hinteren Zweihügel kommen keine solchen Fasern her.

In Folge dieser Befunde kann ich schliessen, dass die grosse Hauptmasse der nach experimentellen caudalen Thalamusläsionen in die innere Capsel und zur Grosshirnrinde degenerirenden Fasern solche des Sehhügels sind. Dasselbe beweisen auch jene meiner Versuche, wo nur isolirt Kerne des Sehhügels zerstört wurden<sup>1)</sup>.

Bezüglich der Vorläufer der Thalamusstabkranzfasern habe ich durch circumscripte Läsionen nachgewiesen, dass die medialst gelegenen Ganglienzellen des medial ventralen Kerns vent. b Fasern aussenden, welche durch die äussere Marklamelle des Sehhügels in den ventralen Abschnitt der inneren Capsel zieht und im weiteren proximalen Verlauf in den lateralen Theil dieser knapp am Linsenkern zu liegen kommen, dessen dorsalen Theil sie zum Theil durchziehen, und in die Grosshirnrinde des vordersten Abschnittes jener Windung ausstrahlen,

---

1) Probst, Zur Anatomie und Physiologie des Sehhügels. Monatsschr. für Psychiatrie. Bd. 7. H. 5.

welche die vereinigte dritte und vierte Aussenwindung stirnwärts entsenden.

Ausserdem habe ich durch weitere circumscripte Läsionen, welche den Kern vent. b und den medialen Theil des central ventralen Kerns betreffen, nachgewiesen, dass die Ganglienzellen dieser Kerngruppen Fasern aussenden, welche ebenfalls ihren Verlauf durch die äussere Marklamelle des Sehhügels nehmen, den ventralen Theil der inneren Capsel knapp am Linsenkern liegend und diesen zum Theil durchziehend aufwärts zur Grosshirnrinde steigen und dort sich verästeln. Das Gebiet, welches diese Fasern versorgen, sind der vorderste Antheil der zweiten, dritten und vierten Aussenwindung, hauptsächlich im Gyrus coronarius.

Alle diese Experimente beweisen die Richtigkeit der Annahme Monakow's, dass die Ganglienzellen des Sehhügels eine grosse Zahl von Fasern zur Hirnrinde entsenden, wo sie blind endigen.

Zahlreiche Experimente mit Grosshirnrindenabtragungen zeigten mir aber auch zahlreiche Einstrahlungen von Fasern in den Sehhügel, welche von Ganglienzellen der Grosshirnrinde ausgehen und im Sehhügel blind endigen. Ich kann also hierin die von Kölliker und Bechterew gegebenen Erklärungen bestätigen. Was die im Sehhügel endigenden Retinafasern des Nervus opticus betrifft, verweise ich auf meine diesbezügliche Arbeit<sup>1)</sup>.

Wir sehen demnach aus meinen Versuchen, dass nicht nur der Sehhügel eine Anzahl von Fasern in die Grosshirnrinde entsendet, sondern dass auch die Grosshirnrinde eine grosse Zahl von Fasern in den Sehhügel schickt. Es können demnach Erregungen sowohl vom Sehhügel zur Grosshirnrinde, als von der Grosshirnrinde zum Sehhügel entsendet werden. Diese gegenseitige Versorgung mit Fasern zwischen Sehhügel und Grosshirnrinde geschieht in einer gewissen Gesetzmässigkeit, wie das schon Monakow fand, nur konnte ich bei meinen Versuchen auch die bezüglichen Fasern mit der Marchi'schen Methode genau verfolgen und die Leitungsrichtung dieser Fasern bestimmen.

In dem durch die Abbildungen wiedergegebenen Experimente sehen wir auf den verschiedenen Bildern, wie zahlreich von den Ganglienzellen des Thalamus Fasern zur Grosshirnrinde entsendet werden. Nachdem ich schon den Einstrahlungsbezirk für den Kern vent. b und vent. a oben abgegrenzt habe, kommen die in diesem Falle zum Stabkranz hinzutretenden Fasern auf Rechnung der caudalen Ganglienzellen der medialen Kerngruppen zu stehen.

1) Probst, Ueber den Verlauf der Sehnervenfasern und deren Endigung im Zwischen- und Mittelhirn. Monatsschr. für Psychiatrie. 1900. Bd. 8. H. 3.

Zum Unterschiede von den früher erwähnten Experimenten, wo der medial ventrale Kern vent. b, ferner, wo der medial ventrale Kern vent. b und der central ventrale Kern vent. a zerstört wurden, und wo der Einstrahlungsbezirk der vorderste Antheil der zweiten, dritten und vierten Aussenwindung war, angefangen von Frontalschnitten, wo der Linsenkern geschwunden ist und nach vorne proximalwärts bis in die vordersten Antheile dieser Windungen reichte, war in diesem Experimente das Einstrahlungsgebiet ein viel umfangreicheres. Das Plus, welches hier hinzukam, war die erste Aussenwindung, ferner der Gyrus sigmoideus posterior und anterior. Der Verlauf ist in den Abbildungen zu sehen. Es waren im Thalamus opticus ausser dem medial ventralen Kern vent. b und dem central ventralen Kern vent. a, noch die dorsaler gelegenen Kerne med. a, med. b, med. c und der medial ventrale Theil von lat. a ergriffen; von diesen Kernen strahlen die Fasern in die erste Aussenwindung, den vorderen und hinteren Gyrus sigmoideus. Diese zerstörten Kerne sind dorsaler und in gewisser Beziehung frontaler gelegen und auch ihr Einstrahlungsbezirk ist ein frontalerer, nämlich der vordere und hintere Gyrus sigmoideus und die erste Aussenwindung. Es ist also auch eine gewisse Gesetzmässigkeit in der Anordnung der Kerne des Thalamus und in dem Ausstrahlungsbezirke der Fasern dieser Kerne in der Grosshirnrinde zu constatiren.

Die Stabkranzfasern des Sehhügels nehmen den Weg der Lamina medullaris lateralis, um in die Capsula interna zu gelangen, wie es die Figuren 8, 9 und 10 zeigen; dort, wo der äussere Kniehöcker verschwunden ist, treten an derselben Stelle Fasern aus dem Sehhügel in die erste Aussenwindung, wie dies Fig. 6 zeigt. Alle Fasern, welche der Sehhügel entsendet, drängen ventral- und lateralwärts zur Gitterschichte. Jene Fasern, welche vom Kern vent. b ausgehen, nehmen die ventralste lateralste Partie in der Capsula interna ein, dicht daneben ebenfalls im lateral ventralen Theil der Capsula interna liegen die Fasern, welche vom Kern vent. a, dem central ventralen Kern ausgehen.

Dorsal von diesen Fasern liegen die Faserbündel, welche die medialen Kerngruppen aussenden. Die dorsalsten Fasern der Thalamusstabkranzfasern in der Capsula interna werden von den Fasern gebildet, welche die laterale Kerngruppe entsendet.

Während auf einem Frontalschnitte, wie ihn Fig. 5 zeigt, die degenerirten Stabkranzfasern einen grossen Theil der inneren Capsel erfüllen, sehen wir in den weiter proximal gelegten Schnitten, dass die Stabkranzfasern der Thalamuskern, welche verletzt waren, die lateralen Partien der sogenannten Corona radiata ausmachen. Diese lateralsten Fasern der Corona radiata verlaufen, wie Fig. 4 zeigt, zur ersten Aussenwindung aufwärts.

In der inneren Capsel liegen die Fasern des Thalamusstabkranzes eng dem Linsenkern an. Die dorsalsten Theile des Linsenkernes werden durchzogen und auch in der äusseren Capsel sind Thalamusstabkranzfasern zu sehen. Ob und wie viel Fasern etwa im Linsenkern Verbindungen eingehen, vermag ich nicht zu sagen.

Diese Fasern verlaufen in mancher Beziehung, namentlich in Beziehung

zum Linsenkern ähnlich, wie die Fasern, welche Edingen bei achtmonatlichen Föten als Haubenfasern beschrieb.

Sowie die Stabkranzfasern des Sehhügels in den vorderen Theilen der inneren Capsel die lateralste Schichte bilden, ebenso sehen wir auch im Mark des frontalen Hirnes diese Fasern einen ähnlichen Verlauf nehmen. Wenn wir die Fig. 3 betrachten, können wir hier von einem Stratum sagittale laterale des Stirnhirns (ss Fig. 3) sprechen, indem hier die Thalamusstabkranzfaserung ganz ähnlich wie im Occipitalhirn ist, wo die Stabkranzfasern ebenfalls das Stratum sagittale laterale bilden, wie wir noch sehen werden.

Von diesem Stratum sagittale laterale des Stirnhirns, das wie ein laterales Band in der Markmasse aussieht, sehen wir nun auf Fig. 4, wo der Linsenkern im Verschwinden ist, Einstrahlungen in die erste Aussenwindung und auf Fig. 3 auch Einstrahlungen in die zweite, dritte und vierte Aussenwindung. Die Faserung des Stratum sagittale laterale ist so beschaffen, dass die Fasern dort, wo es am ausgebreitetsten und dichtesten ist, nämlich neben dem Mark der zweiten und dritten Aussenwindung, in sagittaler Richtung verlaufen; die bogenförmigen Ausstrahlungen von hier zur ersten Aussenwindung (Fig. 3) verlaufen natürlich nicht mehr sagittal.

Proximalwärts gegen den Frontalpol verlieren sich die Fasern des Stratum sagittale laterale immer mehr durch die abgehenden Rindeneinstrahlungen (Fig. 2).

Im Frontalpol (Fig. 1) sehen wir dann die Einstrahlungen in die laterale Grosshirnrinde erfolgen, und zwar in die laterale Seite des Gyrus sigmoides anterior.

Ausser auf dem Wege der äusseren Marklamelle des Sehhügels und der Gitterschichte und der Partie dorsal vom äusseren Kniehöcker, ziehen noch andere fein calibrige Fasern vom Sehhügel zur Grosshirnrinde. Während die Stabkranzfasern, welche durch die Gitterschichte und aus dem Pulvinar in die innere Capsel eintreten, von dickerem Caliber sind, haben diese Fasern eine dünnere Markscheide und treten bei der Markcapsel, welche den vorderen Kern ant. a umgibt, lateralwärts. Hier existirt nun ein Markbändchen, welches schon Monakow erwähnt, welches die vorderen Theile der Kerne lat. a und lat. b von einander trennt (r Fig. 5), und welches in die obersten Anthelle der inneren Capsel eintritt. Diese Fäserchen sind in den obigen Schnitten nach der caudalen Läsion des Thalamus degenerirt. Sie kommen knapp an die ventrale und laterale Seite des Schweifkernes zu liegen, wie es z in Fig. 5 zeigt; ob sie Verbindungen mit den Ganglienzellen des Nucleus caudatus eingehen, kann ich auf Grund meiner Untersuchungsmethoden nicht behaupten. Jedenfalls zieht aber der grösste Theil dieser feinsten Fäserchen in die Markmasse am Grunde der ersten und zweiten Aussenwindung, wie es Fig. 5 zeigt, woselbst sie an der Innenseite der früher beschriebenen grobcalibrigen Stabkranzbündeln des Sehhügels zur ersten Aussenwindung ziehen und zum Theil die degenerirten Fäserchen bilden, welche unmittelbar unter der Hirnrinde in dem Zuge zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus liegen. Diese

Fäserchen ziehen zum Theil durch die lateralen Theile der Balkenfasern, wo diese bajonettförmig umbiegen.

Die erste Aussenwindung ist in ihrem ganzen Verlaufe von Thalamusstabkranzfasern beschickt, nur ist der Bezug dieser Fasern ein verschiedener. Der vorderste Theil der ersten Aussenwindung, etwa vom Schnitte Fig. 5 an, wird von jenen Stabkranzfasern des Sehhügels versorgt, welche von der medialen Kerngruppe aus in lateral ventraler Richtung durch den Kern vent. a zur äusseren Marklamelle und Gitterschichte ziehen und ventral vom äusseren Kniehöcker in den ventralen Abschnitt der inneren Capsel ziehen, hier frontalwärts ziehen und erst auf proximaleren Frontalschnitten, wie Fig. 5 zeigt, zur Grosshirnrinde, und zwar zur ersten Aussenwindung ziehen. Ausserdem wird von der medialen Kerngruppe der Gyrus sigmoideus anterior und posterior gespeist.

Die übrigen Antheile der ersten Aussenwindung von Frontalschnitten, wie sie Fig. 6 und 7 zeigen, caudalwärts gerechnet, werden von anders verlaufenden Stabkranzfasern gespeist, welche vom lateralen Kern her kommen. Diese Partien der ersten Aussenwindung werden von Sehhügelfasern versorgt, welche dorsal vom äusseren Kniehöcker austreten, wie in Fig. 6, 7 und 8. Diese Stabkranzfasern treten zum Unterschied jener früher erwähnten Sehhügelfasern, welche in die frontalen Hirnwindungen ausstrahlen, gleich in den dorsale Abschnitt der inneren Capsel und verlaufen gleich bogenförmig im lateralen Theile zur ersten Aussenwindung.

Ausser diesen Stabkranzfasern werden vom Pulvinar aus Fasern entsendet, die dorsal vom äusseren Kniehöcker (Fig. 8) caudalwärts in die Markmasse des Grosshirnes entsendet werden, und zwar in den retrolenticulären Abschnitt der inneren Capsel. Diese caudalen Stabkranzfasern verlaufen also in entgegengesetzter Richtung von den frontalen Stabkranzfasern. Die Fasern verlaufen dorsal vom äusseren Kniehöcker im Bogen im lateralen Theil des Markes zur ersten Aussenwindung; ganz ähnlich, wie ich die im Stirnhirn zur ersten Aussenwindung aufsteigenden Fasern beschrieb. Während nun die beständig in die caudalen Partien der ersten Aussenwindung aufsteigenden Fasern bogenförmig verlaufen und auf Frontalschnitten meist mehr längs getroffen sind, ganz so wie im Stirnhirn, verläuft die Hauptmasse der vom Sehhügel caudalwärts gesendeten Fasern in sagittaler Richtung und bildet hier ebenso ein Stratum sagittale laterale wie im Stirnhirn.

Die Faserzüge des Sehhügelstabkranzes, welche dieses caudale Stratum sagittale laterale im Hinterhauptslappen bilden, verlaufen so, dass sie auf Frontalschnitten, wie sie bei Fig. 8 anfangen, dorsal vom äusseren Kniehöcker in die mittlere Partie der inneren Capsel ziehen und weiter caudalwärts auch in den ventralen Partien derselben zu liegen kommen. Caudalwärts ziehend, bilden dann diese Stabkranzfasern des Sehhügels ein Stratum sagittale laterale, wie es Fig. 13 und zum Theil auch schon Fig. 9 und 10 zeigt.

Dieses Stratum sagittale laterale nimmt die ganze laterale Markmasse in Anspruch und sendet lateralwärts Fäserchen ab. Am Grunde des Markes der ersten und zweiten Aussenwindung verlaufen die Faserzüge etwas bogen-



förmig und sind auf Frontalschnitten etwas längs getroffen. Die übrigen ventraler gelegenen Fasern dieses Stratum sagittale laterale verlaufen in sagittaler Richtung. In der Höhe, wie Fig. 13 einen Frontalschnitt zeigt, finden hauptsächlich Einstrahlungen in die erste und zweite Aussenwindung statt. Ausserdem werden auch die feinen Fasern zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus, welche knapp unter der Rinde liegen, von Sehhügelfasern gebildet.

Der Verlauf des Stratum sagittale laterale ist ein ganz gesetzmässiger. Caudalwärts wird die Schichte dünner, es werden stets Fasern in die erste Aussenwindung abgegeben und die feinen Markfasern, die bisher knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus bis zur Hauptfaserung des Cingulums sich erstreckten, schlagen sich weiter caudalwärts, wo der Gyrus fornicatus sich nach unten wendet, ebenfalls ventralwärts, ähnlich wie das Cingulum und bilden eine dünne Marklage knapp unter den medialen Windungen Fig. 14—18 (p).

Ebenso schlagen sich auch im ventralsten Theile des Stratum sagittale laterale Fasern auf die mediale Seite über Fig. 15—18 (k), woder in den caudalsten Partien des Occipitallappens mit dem von oben kommenden medialen Marksaum confluit, wie es Fig. 18 zeigt.

Alle diese Fasern bilden dann die Markmasse der caudalsten Abschnitte der ersten und zweiten Aussenwindung.

Die ganze bisher beschriebene occipitale Einstrahlungszone dieser Stabkranzbündel ist die Sehsphäre Munk's, welche degenerirte Partie die Halbseitenblindheit des Thieres bewirkte. Auch im menschlichen Gehirne konnte ich eine solche caudale Sehhügelbahn feststellen, die ihren Verlauf durch das Stratum sagittale externum nimmt, um im Occipitallappen auszustrahlen.

Monakow lässt seine Zone für den äusseren Kniehöcker in die Munk'sche Sehregion fallen. Bei meinem Falle war aber der äussere Kniehöcker gar nicht verletzt, und fanden sich nur Einstrahlungen in denselben hinein degenerirt. Von welchen Kernen kommen nun diese Fasern des Sehhügels? Verletzt waren nur die Kerne vent. b, vent. a, med. a, med. b, med. c und der medial ventrale Theil von lat. a, wobei alle Kerne in den caudalsten Partien betroffen waren. Ausser der primären Verletzung fand sich eine winzige Stelle im Pulvinar, wo einige grobe Degenerationsschollen aufgehäuft waren, ebenso wie an der Grenze zwischen den Kernen lat. a und lat. b in den caudalsten Abschnitten, welche Stelle y in Fig. 8 und x in Fig. 6 in relativer Grösse wiedergibt. Diese Anhäufung von groben Degenerationsschollen ist offenbar secundär erfolgt. Nirgends war aber ausserhalb der Sehhügelkerne auch nur die geringste ähnliche Veränderung zu finden. Ein Theil der degenerirten Fasern des Stratum sagittale laterale im Occipitallappen ist auf die secundäre Veränderung im Pulvinar zurückzu-

führen. Da aber diese secundär veränderte Stelle im Pulvinar sehr klein ist, glaube ich, dass auch von der Verletzungsstelle Fasern herkommen, die dorsal vom äusseren Kniehöcker in das caudale Stratum sagittale laterale ziehen, um in die Occipitalrinde einzustrahlen. Von welchen genauer bestimmten Kernen ausser dem Pulvinar und dem lateralen Kern diese Fasern noch kommen, vermag ich nicht mit Bestimmtheit zu sagen, da, wenn die Ganglienzellen dieser Fasern gerade an der Grenze der Läsion liegen, die Markscheide des abgehenden Nervenfortsatzes noch zu dünn ist, um mit Osmiumsäure nachgewiesen zu werden, und benachbarter Kerne mitlädirt werden. Ich komme auf diese Fasern und ihre Ursprungskerne noch anderweitig zurück.

Alle die bisher beschriebenen Züge der Stabkranzfasern des Sehhügels waren bisher unbekannt, während die Beziehung der Sehhügelkerne zu bestimmten Grosshirn-Rindenzonen von Monakow bereits in der oben geschilderten Weise ausgesprochen wurde. Ich komme auf diese Beziehungen gewisser Grosshirn-Rindenzonen zu bestimmten Sehhügelkernen noch in späteren Arbeiten zu sprechen, wo ich die Erfolge nach Rindenabtragungen und ganz circumscribten Läsionen von Sehhügelkernen bezüglich ihrer secundären Degenerationen vergleichend wiedergeben werde.

Von den im Thalamus opticus selbst verlaufenden Bündeln konnte ich auf Grund meiner Untersuchungen constatiren, dass die Fasern des Meynert'schen Bündels von Ganglienzellen des medialen und lateralen Kernes des Ganglion habenulae entspringen und ventralwärts ziehen zum gleichseitigen Ganglion interpedunculare; daselbst verlieren die Fasern ihre Markscheide und sind mittelst Methoden, die auf Markscheidenfärbungen basiren, nicht weiter verfolgbar. Die Hauptmasse der Fasern des Meynert'schen Bündels verläuft absteigend zum Ganglion interpedunculare. Ich konnte aber auch einzelne Fasern im Meynert'schen Bündel finden, welche aufsteigend degeneriren.

Für die absteigenden Fasern hat bereits Gudden den Beweis gebracht, dass nach Wegnahme des Ganglion habenulae beim neugeborenen Kaninchen das gleichseitige Meynert'sche Bündel und seine Enden im Ganglion interpedunculare zu Grunde gehen.

Das Vicq d'Azyr'sche Bündel geht nach meinen Untersuchungen aus den lateral dorsalen Ganglienzellen des Corpus mamillare hervor, deren Nervenfortsätze zum vorderen Kern ant. a. entsendet werden und dort blind enden. Diese Befunde stimmen mit den Resultaten Kölliker's und Ramón y Cajal's überein. Die Fasern des Vicq d'Azyr'schen Bündels degeneriren aufsteigend gegen den Kern ant. a. hin.

Das Markfaserbündchen, welches die Kerne lat. a und lat. b in den vorderen Partien trennt (r, Fig. 5), kommt von der seitlichen Markkapsel des vorderen Kerns ant. a, und sieht gleichsam wie eine Fortsetzung des Vicq d'Azyr'schen Bündels in die innere Capsel aus. Dieses Markfaserbündchen entsendet aber auch Fasern in die ventralen Partien des Schweifkerns. Die Fasern liegen dem ventralen und lateralen Rand des Schweifkerns dicht an.

Die Stria medullaris war in zahlreichen Fällen ebenfalls zur Degeneration gebracht. Köl liker unterscheidet an der Thalamia oder Stria medullaris das Hauptbündel, das in sagittaler Richtung an der medial dorsalen Kante des Sehhügels verläuft, die Zirbelstiele, welche in die Commissur der Striae übergehen, und die Verbindungen und Zuzüge der Stria medullaris. In die Stria medullaris münden Faserzüge, die in der Gegend des Ganglion habenulae an der lateralen Seite des Meynert'schen Bündels an die ventrale Seite des lateralen Ganglion herantreten und sich der eigentlichen Stria anschliessen oder in dem Ganglion sich verlieren; ferner kommen Faserzüge aus dem Stratum zonale in die laterale dorsale Ecke der Stria zu liegen. Die Stria medullaris geht nach Köl liker unmittelbar in den Stiel der Zirbel über, der aber nur mit einigen Fasern in die Zirbel eindringt und sich vielmehr als eine Commissur beider Striae ergab, an der ein oberflächlicher und tiefer Theil zu unterscheiden ist.

Ein bedeutender Theil der Stria soll mit der Columna fornicis dorsälwärts weiter verlaufen, ein Theil der Stria geht lateralwärts von der Columna fornicis ventralwärts. Die Faserzüge welche von der ventralen Seite an die Stria treten, gehen in weiteren Ebenen in eine Fasermasse über, die lateral von den Columnae fornicis gelegen, in einer grossen Ganglienmasse sich verliert, die zwischen dem medialen Ende der Capsula interna, den Columnae fornicis und dem Tractus opticus ihre Lage hat, in der Köl liker das Ganglion der Hirnschenkel-schlinge von Meynert findet. Ausserdem liegt am Tractus opticus jederseits noch eine Ganglionmasse, das Ganglion opticum basale, die möglicherweise mit Striafasern in Zusammenhang stehen. Im weiteren Verlaufe soll sich die Fasermasse, die ventral mit der Stria sich verbindet, zur Linsenkernschlinge und zum ventralen Stiel des Thalamus gestalten.

Die Pedunculi conarii und die Commissuren der Zirbel kommen nach Köl liker der Hauptmasse nach aus der Stria, doch glaubt Köl liker auch Fasern aus dem Thalamus in dieselben verfolgen zu können.

Ganser wies experimentell nach, dass sich die Stria medullaris

proximal in einen dorsalen und ventralen Schenkel spaltet, der dorsale verschmilzt mit dem Fornixsäulchen, während der ventrale an der lateralen Seite des Fornixsäulchen zur Gegend des Chiasma optici weiterzieht. Auch Eddinger und Lotheisen geben ähnliche Verhältnisse wieder. Das Ende des ventralen Striabündels giebt Köl liker dicht dorsal vom Chiasma nervi optici in einer Zellenmasse, welche aus multipolaren, mittelgrossen Zellen besteht und keinen scharf begrenzten Kern bilden, der oralwärts an den Kern des basalen Längsbündels grenzt.

Eddinger hob hervor, dass die Stria medullaris in Folge ihrer Verbindungen zum Mechanismus des Riechapparates gehört. Es wurde auch die Annahme aufgestellt, dass der Stria medullaris, weil die Zirbel ein rudimentärer Sehapparat sei und das Ganglion habenulae jedenfalls mit Fasern des Tractus opticus in Verbindung stehe, wahrscheinlich die Aufgabe zukomme, Geruchs- und Gesichtscentrum zu verknüpfen.

Nach meinen experimentellen Untersuchungen treten an der lateralen Seite des Meynert'schen Bündels Fasern in das Ganglion habenulae, die vom Kern med. c kommen; zum Theil ziehen diese Fasern zur Stria medullaris. Die Pedunculi conarii verbinden commissurenartig beide Striae medullares. Die Einstrahlungen der Fasern der Stria medullaris ins Ganglion habenulae erfolgen in feinen Faserbüscheln, welche zwischen medialen und lateralen Antheilen des Ganglions eindringen. Weiter frontalwärts werden von der Stria medullaris Fasern ins Stratum zonale gesendet. In den vorderen Kern des Thalamus ant. c strahlen feine Fäserchen der Stria medullaris ein.

Nach Durchschneidung der Fasern der Stria medullaris bei ihrer Einmündung ins Ganglion habenulae degeneriren die Fasern oralwärts und wenden sich dort, wo sie mit den Fornixfasern zusammenkommen, centralwärts, zum Theil die Fasern der Columna fornicis durchsetzend, zum Theil lateral davon ziehend. Dort, wo die vordere Commissur auf den Frontalschnitten in der Medianlinie nicht mehr auftritt, wenden sich die Fasern ventral- und im geschwungenen Bogen etwas lateralwärts zu Ganglienzellenmassen, die theils dorsal vom Chiasma nervi optici liegen, theils an der Basis des Hirnes weiter frontalwärts reichen. Die Hirnschenkelschlinge hat damit nichts zu thun. Ein Theil der degenerirten Fasern reicht bis ins Septum frontalwärts. Die von den Autoren beschriebenen Fasern, welche durch den Fornix der Stria medullaris zuwachsen, sind nach Durchschneidung der Stria medullaris durch Degeneration nicht zu verfolgen; ihre Ursprungszellen liegen deshalb wahrscheinlich im Cornu Ammonis.

Bezüglich der Fasern der Commissura mollis nimmt Köl liker

nach Golgipräparaten von Kaninchen und Maus an, dass die Fasern dieser Commissur auf der einen Seite im Sehhügel entspringen und auf der anderen Seite enden, indem nicht selten Zellen zur Beobachtung kommen, die ihren Nervenfortsatz auf die andere Seite entsenden. Auf Grund meiner Untersuchungen sah ich diese Fasern nach einseitiger Verletzung degeneriren und zwar gingen die Fasern von Zellen aus, die dem medial ventralen Kern, vent. b, und dem medialen Kern, med. b, angehören und die Mittellinie überschritten, um auf der anderen Seite theils in den Kern vent. b, theils beim Kern med. b, in die Lamina medullaris interna einzugehen. Es sind das nicht zahlreiche Fasern von mittlerem Caliber.

Bezüglich der Gürtelschicht des Sehhügels konnte ich feststellen, dass Fasern der Stria medullaris ins Stratum zonale übergehen, zum Theil, auch Fasern aus dem Kern ant. c und Fasern aus der Markkapsel des vorderen Kerns, ant. a, erhält. Diese Fasern lassen sich theils bis zum Schweifkern verfolgen, theils treten sie knapp ventral und lateral dem Nucleus caudatus anliegend in die innere Capsel ein.

Relativ leicht sind Einstrahlungen aus den vorderen Kernen des Thalamus in den Nucleus caudatus zu sehen; die Einstrahlungen, die in den Linsenkern gehen, scheinen aber diesen zum grössten Theil in seinen beiden Marklamellen zu durchziehen. Wir haben oben gesehen, wie die Stabkranzfasern des Sehhügels zur Gitterschicht ziehen und ganz nahe dem Linsenkern zu liegen kommen, der theilweise durchzogen wird. Wahrscheinlich werden hier Collateralen abgegeben, nachweisen konnte ich aber solche Verbindungen nirgends mit Sicherheit. Zahlreich sind die Einstrahlungen von Sehhügelfasern in den äusseren und auch inneren Kniehöcker, wie es die Abbildungen zeigen.

Bezüglich meiner Ergebnisse über den Verlauf des Vicq d'Azyr'schen Bündels habe ich bereits oben berichtet. Das Haubenbündel des Corpus mammillare entspringt zugleich mit Fasern des Vicq d'Azyr'schen Bündels in den Ganglienzellen des Corpus mammillare und degenerirt nach Zerstörung desselben peripherwärts. Die Fasern des Haubenbündels des Corpus mammillare wenden sich zugleich mit den Fasern des Vicq d'Azyr'schen Bündels dorsalwärts, trennen sich dann von diesen caudalwärts und ziehen mit Thalamusfasern an der lateralen und ventralen Seite des dorsalen Längsbündels weiter. Beim Gudden'schen Ganglion zersplittern sich die Fasern des Bündels und enden hier mit Aufsplitterungen.

Bezüglich des Pedunculus corporis mammillaris stehen mir sowohl Präparate nach Zerstörung des Corpus mammillare zu Gebote, als auch solche, wo der Pedunculus peripher durchschnitten wurde.

Nach Zerstörung des Corpus mammillare degenerirt eine Anzahl Fasern caudalwärts, jedoch sind noch gesunde Fasern im Bündel zu sehen. Die Fasern ziehen peripher dorsalwärts und enden beim dorsalen Gudden'schen Ganglion. Nach Durchschneidung des Pedunculus corporis mammillaris degeneriren aber auch eine Anzahl Fasern zum Corpus mammillaris hin, was beweist, dass der Pedunculus corporis mammillaris nicht nur Fasern enthält, die im Corpus mammillare entspringen, sondern einen anderen Ursprung haben und im Corpus mammillare mit Aufsplitterungen enden. Diese letzteren Fasern kommen von Ganglienzellen in der Substantia reticularis. Diese Fasern nehmen ihren Verlauf beim Austritt des Nervus oculomotorius, an der lateralen Seite des Ganglion interpedunculare, als medial-lateral breit gezogene Bündelchen. An der lateralen Seite des Corpus mammillare angekommen, nehmen sie eine lateral ventrale Richtung an, ziehen dann im Bogen an der ventralen Seite des Fornixsäulchens herum, um im medialen Kern des Corpus mammillare sich aufzusplitteln. Einzelne Fasern ziehen auch dorsal vom Fornix ins Corpus mammillare ein.

Was nun die caudalen Thalamusfasern betrifft, so vermuthete Kölliker, dass Fasern aus dem Sehhügel in den Hirnstiel und in die innere Capsel eintreten und in denselben centrifugal abwärts verlaufen. Ich konnte in allen meinen Fällen niemals solche Fasern nachweisen, trotz vollständiger Läsionen. Ich konnte aber zahlreiche Verbindungen des Thalamus opticus mit dem vorderen Zweihügel und dem rothen Kern feststellen. An der Grenze zwischen lateraler und medialer Kerngruppe, dort, wo das Meynert'sche Bündel ins Ganglion habenulae einmündet. Fig. 9 (c), kommen Fasern her, die im ventralen Abschnitte des lateralen Kernes, lat. a, weiter caudal verlaufen, später an der Grenze zwischen dem Kern, lat. a, und der ventralen Kerngruppe in das mittlere Mark des vorderen Zweihügels eintreten und sich hier aufsplitteln (o Fig. 9—17). Einzelne dieser medialst gelegenen Fasern gehen auch in das oberflächliche Mark des vorderen Zweihügels über c<sup>1</sup>. Andere Fasern mit ähnlichem Ursprunge kommen an die laterale Seite der Fasern der hinteren Commissur zu liegen (t Fig. 12) und gelangen ins tiefe Mark des vorderen Zweihügel, woselbst sich die Fasern aufsplitteln (t Fig. 9—16).

Als Verbindungen der Ganglienzellen des Sehhügels mit dem rothen Kerne konnte ich eine grosse Zahl von Fasern aufdecken, die von den Ganglienzellen der ventralen Kerngruppe und der medialen Kerngruppe kommen und in der Richtung der Haubenstrahlung in den vorderen Zweihügel gelangen und dorsal und lateral zum rothen Kern derselben Seite treten und daselbst mit zahlreichen Aufsplitterungen enden Fig. 15 (u)

Einzelne Fasern überschreiten aber die Mittellinie und gehen zum gegenüberliegenden rothen Kern (Fig 15 z).

Auch Verbindungsfasern zu beiden Oculomotoriuskernen konnte ich vom Sehhügel aus nachweisen; diese Fasern kommen vom medialen Kern und endigen im Oculomotoriuskern.

Zum äusseren als auch zum inneren Kniehöcker ziehen zahlreiche Sehhügelfasern und zwar an die mediale Seite, woselbst sich die Fasern aufsplintern. Ich werde diese Fasern noch anderweitig näher beschreiben.

Caudal verlaufende Fasern des Zwischenhirns konnte ich auch lateral vom dorsalen Längsbündel verlaufen sehen. Ich habe diese Fasern bereits anderweitig beschrieben.<sup>1)</sup> Diese Fasern gehen eine Strecke mit den Fasern des Haubenbündels des Corpus mammillare (d Fig. 19) und gelangen bis in die Substantia reticularis beim Trochleariskern. Dasselbst treten diese Fasern zum runden, dorsalen Haubenkern knapp hinter dem Trochleariskern (a Fig. 19), zum Theil gehen sie zu den verstreut liegenden grossen Ganglienzellen (b Fig. 19) und einzelne gehen auch Verbindungen ein mit den Ganglienzellen des Nucleus reticularis tegmenti (Fig. 19c). Weiter peripherwärts verlaufende Sehhügelfasern giebt es nicht. Die meisten caudalen Thalamusfasern enden bereits im vorderen Zweihügel, und zwar im rothen Kern und im mittleren und tiefen Mark und in den zerstreut liegenden Ganglienzellen der Substantia reticularis daselbst.

Die Bedeutung der beschriebenen Sehhügelbahnen für die Physiologie habe ich bereits im vorigen Capitel näher erörtert und ich weise nur nochmals auf die zahlreichen Verbindungen des Sehhügels respective des Zwischenhirns mit allen Centren der Sinnesorgane hin.

### Sehhügel läsionen im menschlichen Gehirn.

Geschickt ausgeführte Operationen, durch welche der Sehhügel zerstört wird, führen bei guter Methodik der Serienschnitte, wie wir gesehen haben, in mancher Hinsicht zu sicheren Schlüssen. In der Pathologie des menschlichen Gehirns finden wir nur selten solche von der Natur gesetzte Sehhügelverletzungen, welche zur Kenntniss der Anatomie und Physiologie des menschlichen Sehhügels ausgenützt werden

---

1) Probst, Zur Anatomie und Physiologie experimenteller Zwischenhirn-läsionen. Deutsche Zeitschrift für Nervenheilkunde, Bd. 17 und dieser Band dieses Archivs Heft 1.

können. Es finden sich entweder ganz zufällig bei Obductionen alte Sehhügelveränderungen, die im Leben keine gröberen Erscheinungen darboten, oder es finden sich, wie es meist der Fall ist, die Läsionen nicht auf den Sehhügel beschränkt, sondern auf die innere Capsel, den Linsenkern u. s. w. ausgedehnt, oder die Sehhügelverletzung findet sich in einem anderweitig veränderten Gehirne vor. Entweder ist also die anatomische Bearbeitung auf Complicationen angewiesen, oder es ist die Symptomatologie eine complicirte oder ungenügende. Am gesichertsten sind noch circumscriphte Thalamusblutungen zur Untersuchung. Circumscriphte Erweichungen oder Tumoren sind wegen der meist complicirenden Umstände nicht recht brauchbar. Andererseits muss aber das Individuum eine bestimmte Zeit leben, um sichtbare Veränderungen in Form von secundären Degenerationen zu finden, die einen Aufschluss über die Leitungsbahnen des Sehhügels geben sollen.

Solche umschriebene Sehhügelverletzungen sind recht selten zu beobachten. Im Folgenden will ich über eine Sehhügelblutung berichten, die den ganzen linken Sehhügel isolirt zerstörte, ohne dass die innere Capsel dabei mitgelitten hätte, und ohne dass eine Blutung in den Ventrikel erfolgt wäre. Das Gehirn wurde an Frontalschnitten durch die ganze Hemisphäre nach der Marchi'schen Färbung, welche letztere auch für Frontalschnitte durch die ganze Hemisphäre nach der von mir veröffentlichten Methode leicht möglich ist, untersucht.

Die Kranke war eine 64jährige Pfründnerin, welche in Folge Verworrenheit und grosser Vergesslichkeit, die sich seit 4 Monaten geltend machte, mittelst Polizeipareres der Wiener Irrenanstalt übermittlelt wurde. Laut Polizeipareres war die Kranke verwirrt, vergesslich, ging oft nackt im Zimmer umher, führte allerlei unvernünftige Handlungen aus und sprach oft unverständlich vor sich hin. Vor zwei Tagen wollte sie eines der Kinder ihres Sohnes mit einem Messer erstechen, worauf sie in der Küche zusammengestürzt sein soll. Bei der Untersuchung, die der Polizeiarzt vornahm, lag die Kranke nackt im Bette, die Antworten derselben waren unverständlich und zusammenhanglos. Die Bewegungen der rechtsseitigen Extremitäten schienen ein wenig erschwert zu sein.

Die Frau kam in einem recht verwahrlosten Zustande in der hiesigen Anstalt zur Aufnahme, auf die gestellten Fragen erfolgen nur unverständliche, lallende Laute. Bei der Aufnahme zeigte sie eine Temperaturerhöhung auf 38°, die am nächsten Tage zurückging. Das Körpergewicht war 45,2 kg. Im Harne mässige Eiweissmengen.

Die Kranke bietet ein marastisches Aussehen dar, mit fettloser Haut, schlaffen Muskeln, eingefallenem Gesichte und kühlen Extremitäten. Die Haare sind ergraut, die Bindehäute sind mit Secret erfüllt; es findet sich keine äussere Verletzung. Sie liegt regungslos da, äussert nichts, versteht nicht das Gesprochene und zeigt eine rechtsseitige Hemiplegie.



Der Schädel ist symmetrisch, gestuft, hat einen Umfang von 54,5 cm, ist auf Beklopfen nicht schmerzhaft. Die Schläfearterien sind stark geschlängelt. Die Pupillen sind gleich und reagiren gut. Dem Klirren mit dem Schlüsselbund nahe dem Ohr wird keine Aufmerksamkeit geschenkt, auch einfache Aufforderungen, Augen-schliessen, Zunge-zeigen werden nicht beachtet. Die Beweglichkeit des Bulbi ist nicht eingeschränkt. Die vom rechten Nervus facialis innervierten Muskeln sind etwas schlaffer.

Die Zunge ist belegt, ziemlich trocken, liegt median in der Mundhöhle, die Zähne sind cariös, die Kiefer atrophisch.

Der Puls ist regelmässig, die Frequenzzahl 90. Die Arterie ist verdickt und geschlängelt. Der Puls ist gespannt, doch erscheint die Spannung auf der rechten Seite bedeutend geringer und die Radialarterie daselbst weniger gefüllt.

Der Brustkasten ist gut gewölbt; der Spitzenstoss ist verbreitert und undeutlich fühlbar, die Herztöne sind dumpf aber ohne Geräusch.

Das Abdomen ist kugelig in Folge der gespannt gefüllten Blase, die bis zum Nabel reicht. Nach Entleerung der Blase ist eine bedeutende Diastase der Musculi recti constatarbar. Die Milz ist nicht vergrössert, von der Leber reicht ein kleiner Schnürlappen herab.

Die rechtsseitigen Extremitäten sind gelähmt. Die Kniesehnenreflexe sind beiderseits gesteigert, beiderseits ist Fussclonus angedeutet. Das linke Bein vermag in die Höhe gehalten zu werden, das rechte nicht. Bei passiven Bewegungen bietet das rechte Bein einen stärkeren Widerstand dar. Bei stärkeren Stechen in den linken Arm wird derselbe entzogen, auf der rechten Seite ist die Sensibilität nicht mit Sicherheit zu eruiren. Jedenfalls ist die Sensibilität beiderseits sehr herabgesetzt. Die Plantarreflexe sind beiderseits recht lebhaft.

Die nächsten zwei Tage liegt die Kranke regungslos, apathisch zu Bette und äussert sich in keiner Beziehung. Sie muss vollständig gepflegt werden, und muss gespeist werden. Die Patientin ist unrein und muss catheterisirt werden.

Am zweiten Tage wurde neuerlich festgestellt, dass der Schädel nicht percussionsempfindlich ist. Die Bulbi stehen in gewöhnlicher Stellung und ist keine Störung in der Beweglichkeit zu verzeichnen. Nach rechts hin scheint die Kranke hemianopisch zu sein. Das rechte Facialisgebiet ist vielleicht etwas weniger innervirt; die trockene Zunge weicht beim Vorstrecken nach rechts ab. Die Kranke hört sicher Geräusche.

Die linke Carotis und Radialis ist bedeutend besser gespannt und der Puls bedeutend stärker als rechts. Kein Herzgeräusch. Die rechtsseitigen Extremitäten sind gelähmt, auf Nadelstiche daselbst erfolgt keine Reaction, auf Nadelstiche in die linksseitigen Extremitäten erfolgen nur geringe Abwehrbewegungen. Das Abdomen ist vorgetrieben, schlaff, die Haut runzelig, mit zahlreichen Schwangerschaftsnarben.

Der Kniesehnenreflex ist fast clonisch beiderseits gesteigert, beiderseits ist Fussclonus angedeutet. Der Sohlenreflex ist beiderseits sehr lebhaft.

Die Kranke versteht von dem an sie Gesprochenen nur Weniges. Auf die Aufforderung, die linke Hand zu geben, legt sie die linke Hand auf den Hals des Arztes. Auf die Aufforderung, die Zunge zu zeigen, reagirt sie nicht und thut es erst, nachdem man es ihr mehrmals mimisch vorgezeigt hat. Vorgezeigte Gegenstände vermag sie im rechten Gesichtsfelde nicht zu sehen.

Im Harn finden sich mässige Spuren von Eiweiss.

Der Mann der Patientin, der zum Besuche seiner kranken Frau kam, gab nun an, dass er seit 37 Jahren mit ihr verheirathet sei, und dass sie während dieser Zeit nur einmal durch kurze Zeit an „Skorbut“ erkrankt war, wobei Blutungen in der Haut entstanden (1878); sonst war die Frau immer gesund. Sie gebar fünf Kinder, die frühzeitig an Infectiouskrankheiten, Scharlach und Masern, zu Grunde gingen. Sie hat nie abortirt.

Die Patientin hat die Schule mit gutem Erfolge besucht, kann lesen und schreiben. Sie konnte bisher immer gut sprechen. Die Kranke ist Rechtshänderin. Seit 4 Monaten ist sie sehr vergesslich, verloren, was kurz vorher gesprochen wurde, vergass sie gleich wieder. Körperliche Beschwerden hatte sie keine, bot keinen Kopfschmerz, keine Schwindelerscheinungen dar. Sie vermochte noch den Tag vor der Aufnahme in die Anstalt den Fussboden ihrer Wohnung zu reinigen.

Vor fünf Tagen wollte sie mit einem Messer auf das Kind ihres Sohnes losgehen, wurde jedoch von ihrem ältesten Enkel daran gehindert, und es wurde ihr das Messer entwunden. Bald darauf soll sie in Folge eines Schlaganfalles zu Boden gestürzt sein, nachdem sie sich unmittelbar vorher vollständig entkleidet hatte.

Am fünften Tage nach diesem Schlaganfall konnte bei der Nachmittagsvisite festgestellt werden, dass die Kranke weniger benommen war. Sie beantwortet den Gruss, führt gewünschte Bewegungen aus, sie erkennt die ihr gezeigten Gegenstände. Sie vermag nachzusprechen, perseverirt aber häufig bei dem Worte. Gegenstände, die auf der rechten Seite sich befinden, sieht sie nicht. Sie giebt die richtige Zeit auf der Uhr an. Ihre Aussprache ist durch die schlechte Beweglichkeit der Zunge beeinträchtigt. Spontan spricht die Kranke nicht.

Die rechtsseitigen Extremitäten vermag sie nicht zu bewegen.

Am nächsten Tage ist die Kranke wieder benommen, liegt ganz apathisch da und reagirt auf keinerlei Ansprache. Die tiefen Reflexe sind gesteigert. Auf Nadelstiche erfolgt keine Reaction. Die rechte Stirnhälfte ist mehr gerunzelt als die linke und auch das rechte übrige Facialisgebiet weist einen erhöhten Tonus auf, so dass das linke Facialisgebiet schwächer innervirt erscheint. Temperatur 36,7°. Die Kranke wird gespeist, schluckt die Nahrung; sie lässt unter sich.

Am zehnten Tage nach dem Schlaganfall liegt die Kranke ganz apathisch da, spricht nichts mehr auf Fragen, kommt Aufforderungen nicht mehr nach. Mit den Bulbi macht die Kranke deviirende Bewegungen nach rechts und nach links unter nystagmusartigen Zuckungen.

Ueber den beiden unteren Lungenpartien entwickelt sich eine lobuläre Lungenentzündung, welcher sie am zehnten Tage erliegt.

Die Obduction wurde von Herrn Dr. Ghon ausgeführt, das Ergebniss war: *Bronchitis diffusa purulenta cum Pneumonia lobulari lobi inferioris pulmonis utriusque. Eндarteritis chronica deformans. Atrophia viscerum senilis. Cystitis haemorrhagica.*

Das Gehirn zeigte äusserlich keine gröberen Veränderungen. Das Rückenmark wie das Gehirn wurde in Formol und in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und in Frontalschnitte zerlegt. Im linken Sehhügel wurde dabei eine Blutung constatirt, die den ganzen Umfang desselben einnahm und nirgends die Gitterschicht überschritt und die Capsula interna intact liess.

Nachdem das Gehirn ordentlich gehärtet war, wurde dasselbe mit dem von mir construirten Schneideapparate in  $1\frac{1}{2}$  mm dicke, planparallele Scheiben zerlegt, ohne dass es vorher eingebettet zu werden brauchte. Die Scheiben wurden dann in Osmiumsäure gefärbt, eingebettet und geschnitten. Ein Theil der Scheiben wurde eingebettet, geschnitten und nach Weigert-Pal gefärbt, ferner mit Nigrosin und nach van Gieson. An diesen mikroskopischen Frontalschnitten durch die ganze Hemisphäre, die theils nach der Färbung von Marchi, theils nach Weigert, van Gieson und mit Nigrosin behandelt waren, konnte nun genau die Grösse der Verletzung des Sehhügels festgestellt werden. An keiner Stelle nun überschritt die Läsion die Grenzen des Sehhügels.

In Frontalschnitten, die durch den retrolenticulären Abschnitt der inneren Capsel und den rothen Kern gelegt sind, sieht man, wie es Fig. 20 zeigt, die Läsion den ganzen Sehhügel einnehmen. Die Verletzung reicht dorsal bis zum dorsalen Rand des Sehhügels, ventral bis zur äusseren Markleiste, medial bis zur Medianlinie, lateral bis zur Zona reticulata und bis zum Schweifkern. Nirgends überschreitet die Läsion die Grenzen des Sehhügels. Alle Thalamuskern sind durch eine Blutmasse ersetzt. Nirgends ist die Blutung in den Ventrikel durchgebrochen. Nur der lateral ventrale Kern, vent. c, ist wenig von der Blutung girt.

In ziemlich gleicher Ausdehnung, wie in Fig. 20, erweist sich die Blutung in weiter frontal gelegenen Frontalschnitten, die laterale Kerngruppe ist bis in die frontalsten Theile derselben von der Blutung zerstört. Ebenso ist auch die ganze mediale und vordere Kerngruppe ergriffen, von den ventralen Kernen ist nur der lateral ventrale wenig lädirt. Das Tuberculum anterius ist ebenfalls in seinem dorsalen Theil unverletzt. Die Blutung kommt der inneren Capsel am nächsten zu liegen am vorderen Ende der lateralen Kerngruppe. Die beiden Kniehöcker sind überall intact.

Am caudalen Ende des Sehhügels nimmt die Blutung den lateralen dorsalen Abschnitt des Pulvinars ein (Fig. 21). Der Kern hint. und vent. c sind frei. Ueberall ist die Läsion auf den Sehhügel beschränkt, und finden wir nirgends im Grosshirn eine Blutung oder Erweichung.

Von dieser Läsion des Sehhügels liessen sich nun mittelst der Marchischen Methode zahlreiche Degenerationen verfolgen, die den Stabkranz des Sehhügels ausmachen. Leider war die Lebensdauer der Kranken nach der Blu-

tung eine etwas zu kurze, so dass die secundären Degenerationen nur in ihrem Anfangstadium zu beobachten waren.

Ich will hier nicht die einzelnen Schnitte ausführlich schildern, sondern die secundären Degenerationen im Ganzen anführen, da ich bei diesen Schnitten zu ganz gleichen Resultaten wie bei den Thierversuchen kam.

Alle Stabkranzfasern, die vom zerstörten Sehhügel aus durch die Degeneration verfolgbar waren, nahmen ihren Verlauf durch die äussere Marklamelle des Sehhügels. Von hier aus traten die Fasern in den ventralen Abschnitt der inneren Capsel, indem sie deren Fasern durchquerten. Die Stabkranzfasern erfüllen erst die ganze innere Capsel, in weiter frontal gelegten Schnitten ziehen sie aber mehr lateralwärts und liegen dicht dem Linsenkerne an. Die Marklamellen des Linsenkerne werden namentlich in den oberen Abschnitten von den degenerirten Fasern durchzogen.

Je weiter man die Frontalschnitte stirnwärts verfolgt, desto höher kommen die Stabkranzfasern des Sehhügels in der inneren Capsel zu liegen.

Von der inneren Capsel strahlen nun die Stabkranzfasern zur Hirnrinde aus.

In der sogenannten Corona radiata nehmen die Stabkranzfasern des Sehhügels den lateralen Abschnitt ein. Die Einstrahlungen in die Hirnrinde sind ungemein zahlreich. Von den lateralen Fasern der Corona radiata aus gehen die Fasern zu den verschiedenen Hirnwindungen. Das ganze Stirnhirn und Parietalhirn wird auf diese Weise mit Stabkranzfasern des Sehhügels versorgt.

Von den caudaleren Abschnitten des Sehhügels wird der Hinterhauptslappen versorgt, indem in der Gegend des Pulvinars zahlreiche Fasern vom Sehhügel aus in die sogenannte Sehstrahlung, als auch in das Stratum sagittale externum ziehen, um von hier aus in die verschiedenen Windungen des Occipitallappens einzustrahlen.

In den Schläfelappen hinein konnte ich keine degenerirten Fasern verfolgen, doch muss ich erwähnen, dass die Zeit, welche die Kranke nach der Blutung lebte, zu kurz war, um stärkere Degenerationen zu setzen, ausserdem war der innere Kniehöcker und der hintere Kern nicht lädirt, welche für diese Rindengebiete in Betracht kommen.

Zum Mark des vorderen Zweihügels und zum rothen Kern gehen ebenfalls degenerirte Züge; doch sind auch diese, in Folge der kurzen Degenerationszeit, weniger ausgeprägt.

Im Grosshirn erwies sich das Cingulum stark in seinem ganzen Verlaufe degenerirt. Im Hirnstamme und im Rückenmark fand sich eine mässige Degeneration beider Pyramidenstränge, die bis in's Sacralmark verfolgbar war.

Im Hirnstamm und Rückenmark waren sonst anderweitige Veränderungen nicht constatirbar.

Als Einstrahlungsbezirke für die degenerirten Thalamusstabkranzfasern fand ich alle drei Stirnwindungen, den Gyrus fornicatus, beide Centralwindungen, das obere Scheitelläppchen und die Windungen des Occipitallappens. Die Schläfewindungen zeigten keine secundären Degenerationen.

Klinisch handelte es sich also in diesem Falle um eine senile

Psychose, eine Dementia senilis. Die Frau stürzte zu Hause in Folge der Sehhügelblutung zusammen und kam in benommenem Zustande mit einer rechtsseitigen Hemiplegie bei uns zur Aufnahme. Die Benommenheit der Kranken besserte sich im Laufe der ersten Tage und es konnte ausser der rechtsseitigen Lähmung eine rechtsseitige Hemianopie constatirt werden. Die rechtsseitige Lähmung betraf die obere und untere Extremität und war laut Bericht des Polizeiarztes zu Hause noch nicht eclatant, die Zunge wich nach rechts ab. Das rechtsseitige Facialisgebiet zeigte ein ungleichmässiges Verhalten, erst war eine geringe Schloffheit, dann ein tonisches Gespanntsein constatarbar. Die rechtsseitige Halbseitenlähmung war mit Rigidität und Anästhesie verbunden, doch war auch die Sensibilität auf der linken Körperhälfte herabgesetzt.

Nachdem sich die Kranke etwas gebessert hatte, erfolgten neuerliche Blutungen in den Sehhügel nach, in Folge deren die Kranke wieder benommen wurde und es bis zum Exitus letalis blieb.

Vor der Einbringung der Kranken in die Anstalt konnte der herbeigerufene Polizeiarzt eine Schwebbeweglichkeit der rechtsseitigen Extremitäten constatiren. Bei der Ankunft in der Anstalt waren die rechtsseitigen Extremitäten bereits gelähmt. Die Lähmung nahm also langsam zu.

Die Lähmung der Extremitäten kann wohl nicht auf die Sehhügel-läsion als solche zurückgeführt werden, sondern auf die der Blutung folgenden secundären Umstände. Die Blutung in den Sehhügel ist nämlich nicht gleichgiltig für die Umgebung desselben, welche durch das secundäre Oedem und den Druck von Seite der Blutung her leidet. Offenbar hat auch unter diesen secundären Umständen die motorische Bahn in der inneren Capsel zu leiden gehabt, obwohl die innere Capsel nicht von der Blutung tangirt war. Leider lebte die Kranke nicht lange genug, um diese secundären Umstände bei den beobachteten Erscheinungen ausschliessen zu können. Jedenfalls würde die Lähmung zurückgegangen sein.

Die Sensibilitätsstörung dürfte wohl auf die Sehhügel-läsion als solche zurückgeführt werden, ebenso auch die tonische Spannung im Facialisgebiete und in den Muskeln der gelähmten Seite. Auch der Nystagmus, der sich vorübergehend geltend machte, dürfte auf die Sehhügel-läsion als solche zurückgeführt werden. Aufmerksam möchte ich machen auf das Verhalten des Pulses auf der der Sehhügel-läsion gegenüberliegenden Seite. Der Carotispuls und der Radialispuls waren auf der rechten Seite gerade um die Hälfte schwächer als links. Die Füllung und Spannung

der Arterien bot einen überraschenden Unterschied zwischen links und rechts dar.

Die Halbseitenblindheit trat in diesem Falle ein wie bei meinen experimentellen Fällen, und auch die Pupillenreaction war in diesem Falle ebenso erhalten wie bei den Versuchsthieren, welche in Folge Sehhügelläsionen halbseitenblind wurden. Das Symptom, welches Nothnagel für Thalamusläsionen angab, war hier nicht zu constatiren.

Die Sehnenreflexe waren auf den rechtsseitigen Extremitäten bis zum Clonus gesteigert, aber auch die linksseitigen Extremitäten zeigten bis zum Clonus gesteigerte Reflexe. Die Sohlenreflexe waren beiderseits sehr lebhaft.

Vasomotorische Störungen wurden bei Sehhügelläsionen in den dem Herd gegenüberliegenden Extremitäten beobachtet. Letztere fühlen sich oft wärmer an und zeigen eine gewisse Röthe; hier und da ist auch ein Hautödem vorhanden. Aus diesen Gründen wurde ein vasomotorisches Centrum im Sehhügel vermuthet. Uspensky verlegt ebenfalls ein vasomotorisches Centrum in die Gegend der Sehhügel. Petrina und Jackson berichten über Cyanose der Extremitäten und des Gesichtes bei Sehhügelerkrankungen. Rémy berichtet über Temperaturdifferenzen auf der kranken Seite, über Oedeme und Schwitzen daselbst.

In dem obigen Falle war eine auffällige Erscheinung das Verhalten des Pulses der Carotis und der Radialis auf der kranken Seite, ohne dass bei der Obduction ein specieller Grund im Gefässsystem dafür gefunden werden konnte. Der Puls auf der kranken Seite war sowohl in der Carotis als in der Radialis bedeutend schwächer. Vielleicht hat diese Erscheinung etwas mit der Sehhügelverletzung zu thun und soll in künftigen Fällen darauf gefahndet werden, nachdem ja auch bei experimenteller Reizung des Sehhügels über Pulsschwankungen und Blutdruckschwankungen berichtet wird.

Choreatische Erscheinungen, schleuderartige Bewegungen konnten nicht constatirt werden. Die Störungen des Muskelsinns, Parästhesien, schmerzhaftes Sensationen konnten wegen der meist vorhandenen Benommenheit der Kranken nicht sicher festgestellt werden.

Die Halbseitenblindheit wurde bei Sehhügelerkrankungen auf die Zerstörung des äusseren Kniehöckers und des Pulvinar zurückgeführt. In diesem Falle war der äussere Kniehöcker intact und nur das Pulvinar zerstört und auch hier trat Halbseitenblindheit ein; es genügen also auch Sehhügelverletzungen mit Läsion des Pulvinar, ohne dass der äussere Kniehöcker ergriffen zu sein braucht, um Halb-

seitenblindheit zu erzeugen. Dasselbe Resultat ergeben auch die experimentellen Untersuchungen.

Die anatomischen Resultate dieses Falles bestätigen ebenfalls die Befunde bei meinen Experimenten. Wenngleich dieser Fall mit den anatomischen Veränderungen der senilen Demenz combinirt ist, giebt er doch wichtige Aufschlüsse über die Stabkranzfasern des Sehhügels. Es konnte festgestellt werden, dass vom Sehhügel eine grosse Zahl von Fasern entspringen, die der Grosshirnrinde zuströmen. Alle Stirnwindungen, die Centralwindungen, das Scheitelläppchen, die Windungen des Hinterhauptlappens, des Gyrus fornicatus, werden von Stabkranzfasern des Thalamus opticus versorgt. Da sie nach Zerstörung der Sehhügelkerne nach dem Waller'schen Gesetze gegen die Hirnrinde zu degeneriren, liegen ihre Ursprungszellen im Sehhügel.

Die Stabkranzfasern kommen auf dem Wege der äusseren Marklamelle in die innere Capsel, gelangen dann in den lateralen Theil dieser, dicht dem Linsenkern anliegend, den sie zum Theil in seinen Marklamellen durchziehen, um dann in die Hirnwindungen auszustrahlen. In den Hinterhauptslappen ziehen die Stabkranzfasern vom Pulvinar weg und benutzen als Strasse zu den Hirnwindungen das Stratum sagittale externum.

Ich kann zwar auf Grund dieses Falles nicht die einzelnen Einstrahlungsbezirke der Grosshirnrinde bestimmen, die von gewissen Kerngruppen des Sehhügels versorgt werden, kann aber doch die Einstrahlung der Fasern aus dem vorderen Kern und dem medianen Kern in die Stirnwindungen, sowie die Einstrahlungen aus dem Pulvinar in den Hinterhauptslappen verfolgen. Die Fasern aus der lateralen und ventralen Kerngruppe gehen gegen die Centralwindungen hin, es ist aber nicht möglich die einzelnen Fasergruppen auseinanderzuhalten.

Auch die Verbindungen des Thalamus opticus mit dem rothen Kern und dem vorderen Zweihügel könnten gleichwie in den experimentellen Fällen festgestellt werden.

Im Grosshirn waren auch die Faserzüge des Cingulums degenerirt, ferner waren auch in der gesunden Hemisphäre einzelne Fasern degenerirt, die im Hirnschenkelfuss in die Pyramidenbahn übergingen; auch auf der kranken Seite waren die Pyramidenbahnen mässig degenerirt. Diese Veränderungen haben mit der Sehhügelblutung nichts zu thun, da diese Degenerationen älter sind als die Sehhügelblutung und auch auf der gesunden Seite vorhanden sind. Sie sind auf Rechnung der senilen Veränderungen zu beziehen. Frontalschnitte, welche durch das

Gehirn bei seniler Demenz gemacht und nach Marchi behandelt, ergaben mir sehr oft ganz ähnliche Befunde mit mässiger Degeneration beider Pyramidenbahnen bis ins Lendenmark. Auch die Faserzüge des Cingulum degeneriren häufig bei seniler Demenz. Frontalschnitte nach Marchi von seniler Demenz und progressiver Paralyse verglichen ergeben oft ganz gleiche Veränderungen. Ich habe diese senilen Veränderungen sehr wohl bei meinen obigen Befunden berücksichtigt; die Degeneration der Markfasern bei einfacher, uncomplicirter seniler Demenz ist gewöhnlich eine im Vergleich zu anderen Degenerationen, die nach Herdläsionen entstehen, sehr spärliche und meist gleichmässig über das ganze Gehirn vertheilte, wenn auch einzelne Faserstränge öfters mehr theilhaftig sind.

Wir sehen im Vorhergehenden, dass die Diagnose einer frischen Sehhügelblutung mit grossen Schwierigkeiten verbunden ist und in einem Falle wie der obige kaum von einer Capselblutung unterschieden werden kann, wenn die Blutung so ziemlich den ganzen Sehhügel betrifft, wie oben beschrieben, so dass die Fernwirkung der Blutung auf die innere Capsel, trotz deren Unversehrtheit, nicht ausgeschlossen werden kann.

Sehhügelläsionen bieten oft gar keine gröberen Erscheinungen dar, wenn sie älteren Datums sind und werden solche circumscripte Verletzungen, wenn sie nicht ganz umfangreich sind, ganz zufällig bei Sectionen gefunden.

Auch in dem folgenden Falle, der in der Landes-Irrenanstalt in Klosterneuburg zur Beobachtung kam, war die Erkrankung des Thalamus opticus, obgleich sowohl der rechte als der linke ergriffen war, verborgen geblieben.

Die 55jährige ledige Köchin Anna R. wurde im Februar 1889 in die Anstaltspflege der Wiener Irrenanstalt übernommen. Die leidlich orientirte Kranke bot die Erscheinungen einfacher Demenz dar mit zeitweiliger erhöhter Reizbarkeit. Die Patientin war hereditär belastet. Von dem am 3. März 1889 aufgenommenen Status somaticus erwähne ich nur, dass die rechte Nasolabialfalte etwas schlechter innervirt war, sonst aber keine anormalen nervösen Verhältnisse vorgefunden wurden. In der ferneren Beobachtung war sie ruhig, desorientirt über Zeit und Personalien, vermochte nicht ihr Alter, die Namen der Geschwister etc. zu nennen. Am 30. Januar 1890 wurde die Patientin in die Landesirrenanstalt nach Klosterneuburg überführt. Hier bot die Kranke in den folgenden fünf Jahren bei tiefergehender Demenz ein ruhiges verträgliches Verhalten dar und sass den ganzen Tag beschäftigungslos herum.

Im Februar 1895 zeigten sich Schwächezustände und Oedeme der Beine, so dass sie das Bett hüten musste. Im Mai 1895 bot die Kranke eine Bronchitis mit leichter Temperaturerhöhung dar. Im selben Monate hatte sie



einen Ohnmachtsanfall, nachdem sie erbrochen hatte. Bis Ende Mai waren die Erscheinungen der Bronchitis wieder vorüber. Bis Januar 1896 bot die Kranke keine besonderen Erscheinungen dar, nur war sie stets schwach und hinfällig, zeigte in Folge des langen Liegens leichten Decubitus. Die Kranke lag nach der mir überlassenen Krankengeschichte stets ruhig, apathisch im Bette, ohne gröbere Erscheinungen darzubieten. Am 14. Januar 1896 starb die Kranke an allgemeinem Marasmus und einer hypostatischen Pneumonie.

Bei der Obduction fanden sich die Hirnwindungen typisch gebildet und fand sich keine gröbere Atrophie vor. Nach Durchtrennung des Balkens trat eine Geschwulstmasse hervor. Das Gehirn wurde in Formol gehärtet und in Frontalschnitte zerlegt, welche zeigten, dass beide Thalami optici in ihrer ganzen Ausdehnung durch eine Geschwulstmasse ersetzt waren, ohne die innere Capsel zu beschädigen. Die Geschwulst wurde von Prof. Kolisko untersucht und als Cholesteatom erkannt.

Wenngleich ich keine genaueren Details dieses Falles geben kann, ist es doch auffällig, dass eine Geschwulstmasse, die von der Medianlinie ausgegangen ist und beide Sehhügel bis zur Regio subthalamica ergriffen hat, keine besonderen Herderscheinungen geboten hat, sondern nur Allgemeinerscheinungen in den letzten Monaten. Die Kranke lag beständig regungslos, apathisch, äusserte keinen Wunsch, bot nur einmal einen Ohnmachtzustand und Erbrechen dar und zeigte Oedeme der Beine. Die Geschwulstmasse ist auch keine jener Neubildungen, die rasch sich entwickeln, sondern deren Entwicklung auf eine längere Zeit zurückdatirt werden muss. Es traten keine Erscheinungen posthemiplegischer Chorea auf, auch keine Erscheinungen, die sich in zitternden oder schleuderartigen Bewegungen äussern. Wie sich die Sehstörungen gestalteten, ist mir leider aus der Krankengeschichte nicht genauer ersichtlich. Vielleicht sind die Oedeme der unteren Extremitäten auf vasomotorische Störungen zurückzuführen, welche durch die Sehhügel-läsion herbeigeführt wurden. Kleinere Läsionen des Thalamus opticus setzen, selbst wenn sie doppelseitig sind, keine nennenswerthen Symptome und in dem vorhergehenden Falle war der doppelseitige Herd schon ein recht grosser, ohne gröbere Herdsymptome zu setzen. Auch Nothnagel, Charcot, Gowers u. A. haben solche Fälle beschrieben. Wir müssen aber in solchen Fällen wohl unterscheiden die Art und Weise der Läsion. Eine Geschwulstmasse kann ganz andere Symptome setzen, als eine plötzlich eintretende Blutung und unter den Geschwulstmassen giebt es wieder verschiedenartige, die differente Symptome bei Ergriffen-sein desselben Gehirntheiles geben. Alle diese Umstände müssen bei Berücksichtigung der „Herdsymptome des Sehhügels“ in Betracht kommen, abgesehen von den Kerngruppen, welche jeweilig von der Läsion betroffen sind. Unbedingt nöthig ist es aber, dass alle Fälle mit Seh-

hügelläsionen, welche die oben besprochenen Erscheinungen darbieten können, auf lückenlosen Serienschnitten mikroskopisch untersucht werden, um die Verletzung als eine genau umschriebene kennen zu lernen und ausserdem müssen bei frischeren Fällen noch die Fernwirkungen mit in Betracht gezogen werden. Nur so ist es möglich einigermaassen einen Einblick in die Pathologie der Sehhügelverletzungen zu gewinnen.

### Erklärung der Abbildungen (Taf. XVIII—XX).

ant. a. Hauptkern des Tuberculum anterius (vorderer Kern). ant. c. Medialer Nebenkern desselben. Aqu. Aquaeductus Sylvii. B. Balken. B. A. Bindearm. Br. qu. ant. Arm des vorderen Zweihügels. Br. qu. post. Arm des hinteren Zweihügels. B. M. Meynert'sches Bündel. B. V. Vicq d'Azyr'sches Bündel. c. a. Commissura anterior. c. f. Ventrale Wurzel des Fornix. c. g. e. Aeusserer Kniehöcker. c. g. i. Innerer Kniehöcker. c. g. i. st. Stiel des inneren Kniehöckers. c. i. Innere Capsel. C. L. Luys'scher Körper. c. p. Hintere Commissur. c. qu. ant. Vorderer Zweihügel. fi. Fimbria. fr. Formatio reticularis. f. kr. fontaineartige Haubenkreuzung. G. ip. Ganglion interpedunculare. G. hab. Ganglion habenulae. gitt. Gitterschichte. G. f. Gyrus fornicatus. H. L. Hinteres Längsbündel. h. fasc. Haubenfascikel Forel's. hint. Hinterer Sehhügelkern. Hstr. Haubenstrahlung. i. Th. Innerer Thalamusstiel. J. Insel. lat. Lateraler Sehhügelkern. lat. a. Dorsale Abtheilung des lateralen Kerns. lat. b. Laterale ventrale Abtheilung des lateralen Kerns. Li. I, Li. II, L. III. Erstes, zweites, drittes Linsenglied. L. S. Linsenkernschlinge. l. s. Laterale Schleife. L. m. e. Lamina medullaris externa. L. m. i. Lamina medullaris interna. M. C. Meynert'sche Commissur. med. Medialer Sehhügelkern. med. a. Mediale Abtheilung desselben. med. b. Laterale Abtheilung desselben (Centre médian von Luys). m. Corpus mamillare. m. M. mittleres Mark des vorderen Zweihügels. n. Substantia nigra. o. M. Oberflächliches Mark des vorderen Zweihügels. p. Hirnschenkelfuss. p. c. m. Pedunculus corporis mamillaris. Pu. Pulvinar. r. Stiel des Tuberculum anterius. R. K. Rother Kern. s. Schleife. str. m. Stria medullaris und Taenia thalami. S. k. Schweifkern. Tap. Tapetum. t. cin. Tuber cinereum. t. M. Tiefes Mark des vorderen Zweihügels. T. olf. Tractus olfactorius. UH. Unterhorn des Seitenventrikels. vent. a. Mittlerer ventraler Kern des Sehhügels. vent. ant. Vorderer ventraler Sehhügelkern. vent. b. Medial ventraler Kern des Sehhügels. vent. c. Lateral ventraler Kern des Sehhügels. v. H. Ventrale Haubenkreuzung. z. i. Zona incerta. II. Tractus opticus, Chiasma. III. Nervus oculomotorius. N. III. Nucleus oculomotorius.

Figur 1. Frontalschnitt durch die vordersten Antheile des Stirnhirns einer Katze. Einstrahlung der Sehhügelfasern in die Grosshirnrinde. (Photogramme.)

Figur 2. Frontalschnitt durch das Stirnhirn derselben Katze. Das Stratum sagittale laterale s. s. giebt eine Menge Fasern an die Aussenwindungen ab.

Figur 3. Frontalschnitt durch das Stirnhirn caudal von den vorigen Schnitten. ss. Stratum sagittale laterale des Stirnhirns.

Figur 4. Frontalschnitt durch die vordersten Antheile des Schweifkerns, durch den Linsenkern und durch den Balken. C. e. Capsula externa, G. f. Gyrus fornicatus, B. Balken, p. feincalibrige Markfasern knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus.

Figur 5. Frontalschnitt durch die vordere Commissur, die vorderen Thalamuskern, innere Capsel und den Linsenkern. r. Markfaserbändchen zwischen dem Kern lat. a und lat. b, str. m. Stria medullaris, p. feine Markfasern knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus. Li. Linsenkern. c. f. centrale Fornixwurzel. c. a. vordere Commissur. z. die Fasern des Bändchen r. zur Hirnrinde.

Figur 6. Frontalschnitt durch das Chiasma nervi optici II, x. Rundzellenanhäufung, die mit Degenerationsschollen erfüllt sind. d. die degenerirten Fasern, welche vom lateralen Kern kommen und durch die Gitterschichte zur ersten Aussenwindung ziehen.

Figur 7. Frontalschnitt durch das Chiasma II. x. einige Rundzellen mit Zerfallsproducten. d. degenerirte Fasern zur ersten Aussenwindung. i. degenerirte Fasern, die ventral vom äusseren Kniehöcker in die innere Capsel ziehen.

Figur 8. Frontalschnitt durch das Chiasma nervi optici und äusseren Kniehöcker. y. eine kleine circumscribede Stelle mit Rundzellen, die mit Degenerationsschollen erfüllt sind. x. Einstichsstelle der Canüle durch den Balken. i. die ersten Fasern, die aus der Gitterschichte in die innere Capsel ziehen. FK. Fasern der Forel'schen Kreuzung. M. C. Meynert'schen Commissur. s. Fasern, die dorsal vom äusseren Kniehöcker in die innere Capsel ziehen, v. Fasern, welche hier in die ventralen, rückwärtigen Partien der inneren Capsel ziehen. d. Fasern, welche in die erste Aussenwindung ziehen. p. die Fasern knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus. s. Ausstrahlung in den Hinterhauptslappen.

Figur 9. Frontalschnitt durch den äusseren Kniehöcker und Hirnschenkelfuss. V. die Verletzungsstelle, c. Fasern zum mittleren Mark des vorderen Zweihügels, t. solche zum tiefen Mark des vorderen Zweihügels, f. c. p. Fasern der hinteren Commissur angehörend, g. feine degenerirte Einstrahlungen im äusseren Kniehöcker, h. solche in den inneren Kniehöcker, s. die dorsale, s' die ventrale Partie des Stratum sagittale occipitale laterale (Hinterhauptstrahlung).

Figur 10. Frontalschnitt durch das Ganglion habenulae, den Hirnschenkelfuss, Tractus opticus und äusseren Kniehöcker. f. c. p. Fasern in lateral ventraler Richtung im medial ventralen Theil des Kerns vent. c (hintere Commissurenfasern). e. degenerirte Fasern zwischen Fornix, Hirnschenkelfuss und Vicq d'Azyr'schem Bündel. c. Fasern zum mittleren, t. solche

zum tiefen Mark des vorderen Zweihügels. s. Stratum sagittale occipitale, g. feine degenerirte Einstrahlungen in den äusseren Kniehöcker. h. feine degenerirte Einstrahlungen in den inneren Kniehöcker.

Figur 11. Frontalschnitt durch die hintere Commissur, äusseren Kniehöcker und Hirnschenkelfuss. g. feine Einstrahlungen in den äusseren Kniehöcker, h. solche in den inneren Kniehöcker, c. Fasern zum mittleren, t. solche zum tiefen Mark des vorderen Zweihügels.

Figur 12. Frontalschnitt durch die hintere Commissur, den inneren Kniehöcker und den Hirnschenkelfuss. V. Verletzungsstelle. CHstr. Commissur der Haubenstrahlung, c. Fasern zum mittleren, t. solche zum tiefen Mark des vorderen Zweihügels. a. Fasern, die dorsal vom Hirnschenkelfuss bis über das laterale Ende desselben gehen. b. Fasern der hinteren Commissur bis zur medialen Seite des gegenüberliegenden inneren Kniehöckers. c. p. Hintere Commissur.

Figur 13. Frontalschnitt durch die caudale Verletzungsstelle, wie Fig. 12. ss. Stratum sagittale laterale. s. die Fasern im dorsalen Theil, welche bogenförmig zur ersten Aussenwindung laufen, s<sup>1</sup> die Fasern im ventralen Theil, welche sagittal verlaufen. p. Fasern knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus. Einstrahlung von Fasern in die erste und zweite Aussenwindung.

Figur 14. Frontalschnitt durch den vorderen Zweihügel knapp frontal vom rothen Kern. c. Fasern zum mittleren Mark, t. solche zum tiefen Mark des vorderen Zweihügels. f. degenerirte Fasern in der Gegend der Haubenschicht Forel's und Fasern, die in die laterale Partie des rothen Kerns münden, z. Fasern zum gegenüberliegenden rothen Kern. w. Degenerirte Einstrahlungen im centralen Höhlengrau c. H. ss. Striatum sagittale laterale im Hinterhauptslappen, s<sup>1</sup> der ventrale, s. der dorsale Abschnitt desselben. p. Fasern, die bisher knapp unter der Rinde zwischen erster Aussenwindung und Gyrus fornicatus lagen, und die sich hier ventralwärts wenden zur medialen Grenze der Markmasse.

Figur 15. Frontalschnitt durch den vorderen Zweihügel, rothen Kern, Nervus oculomotorius, inneren Kniehöcker und Fasern zum gleichseitigen, z. solche zum gegenüberliegenden rothen Kern. Degenerirte Einstrahlungen im Oculomotoriuskern, im centralen Höhlengrau. ss. Stratum sagittale laterale occipitale, s. dorsaler, s<sup>1</sup> ventraler Abschnitt desselben. p. Fasern, die sich im dorsoventralen Verlauf an die mediale Grenze der Markmasse begeben, y. Fasern, welche vom ventralen Abschnitt s<sup>1</sup> des Stratum sagittale laterale sich abzweigen und ebenfalls an die mediale Grenze der Markmasse gelangen.

Figur 16. Frontalschnitt etwas caudaler als Fig. 15. ss. Stratum sagittale laterale, die Fasern p. wenden sich hier ventraler, die Fasern y reichen mehr medialwärts.

Figur 17. Frontalschnitt durch den vorderen Zweihügel und Hinterhauptslappen. ss. Stratum sagittale laterale. Die Fasern p. und die Fasern y. treffen hier an der medialen Seite des Markes zusammen. c<sup>1</sup> die medialsten

Fasern von c, welche in der Mitte c<sup>1</sup> bis in's oberflächliche Mark reichen. Bezeichnung sonst wie Fig. 14. Zahlreiche Degenerationen im rothen Kern und in dessen Umgebung. Degenerationen im Oculomotoriuskern.

Figur 18. Frontalschnitt in derselben Ebene wie alle vorigen Schnitte durch den Hinterhauptslappen.

ss. Stratum sagittale laterale, s. dorsaler, s<sup>1</sup> ventraler Abschnitt. Die Fasern p. von oben und die Fasern y. von unten her haben sich vereinigt und begrenzen den medialen Theil der Markmasse.

Figur 19. Frontalschnitt durch den hinteren Zweihügel knapp hinter dem Trochleariskern.

a. der runde Ganglienzellenkern knapp hinter dem Trochleariskern, b, die in der Substantia reticularis zerstreut endenden Fasern, c, die zu den frontalen Zellen des Nucleus reticularis hintretenden Fasern, d. der Faserzug lateral vom dorsalen Längsbündel von der Gegend der hinteren Commissur bis zum runden, dorsalen Haubenkern knapp hinter dem Trochleariskern.

Figur 20. Frontalschnitt durch die linke Grosshirnhemisphäre (Färbung nach Marchi). V. die Blutung im Sehhügel.

Figur 21. Frontalschnitt durch die linke Grosshirnhemisphäre. V. Caudaler Abschnitt der Sehhügelblutung im Pulvinar.

---

Fig. 1.

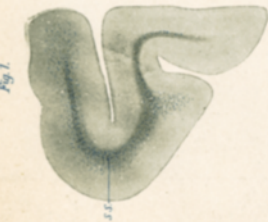


Fig. 2.



Fig. 3.

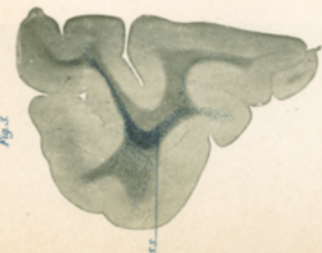


Fig. 4.

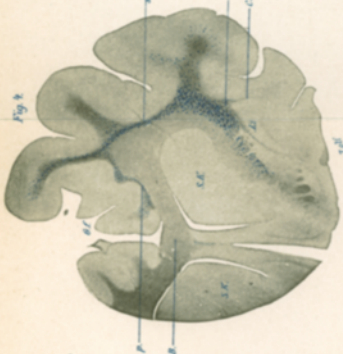


Fig. 5.

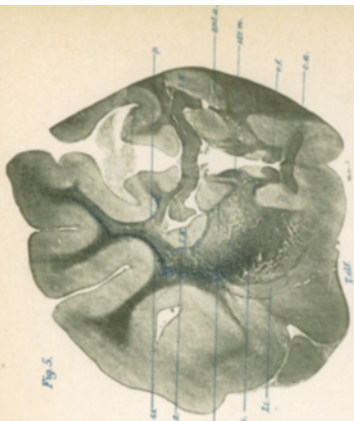


Fig. 6.

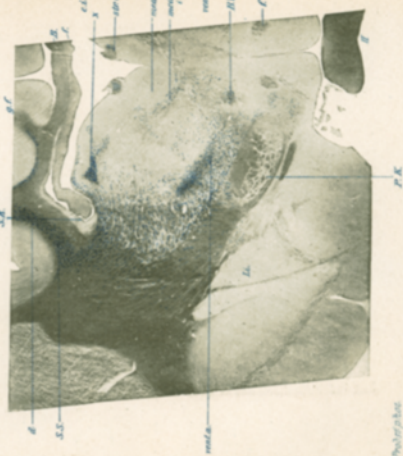
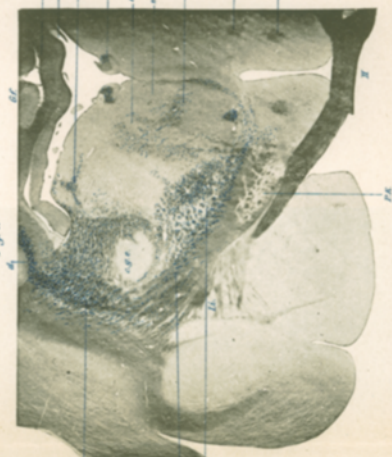


Fig. 7.







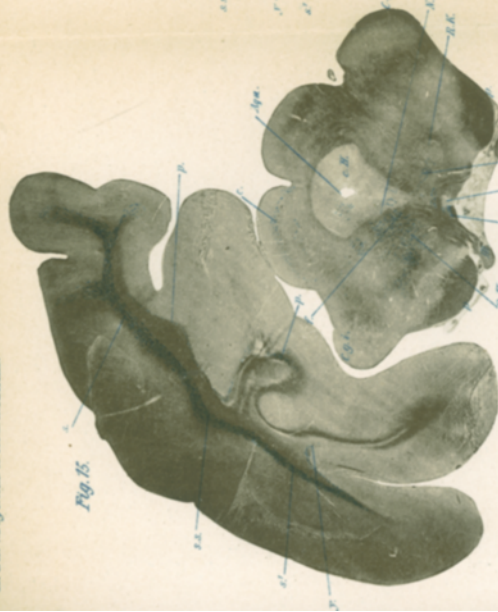


Fig. 15.

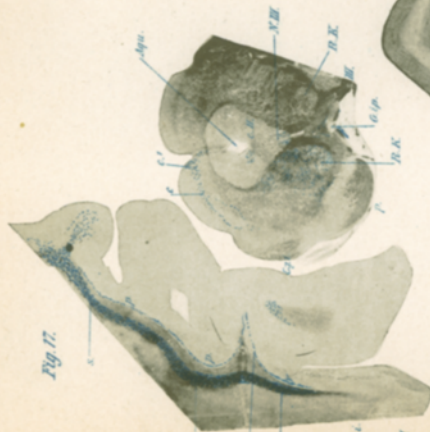


Fig. 17.

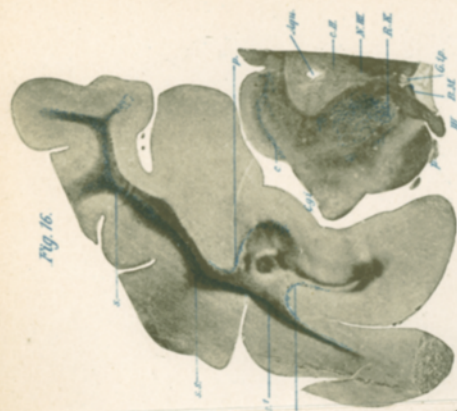


Fig. 16.

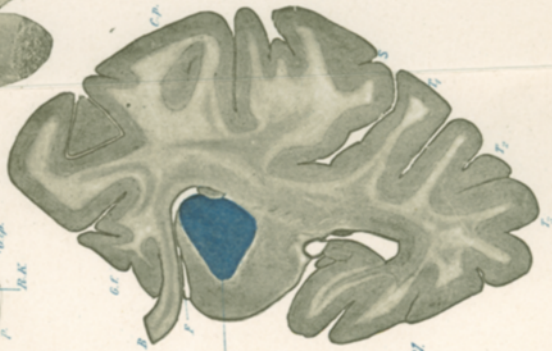


Fig. 21.

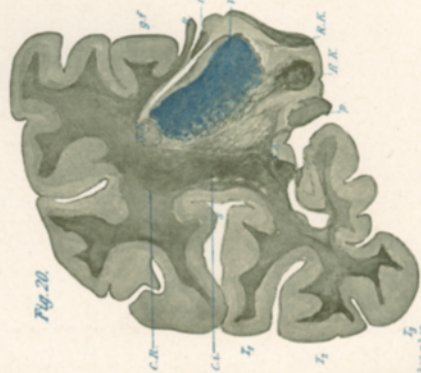


Fig. 20.

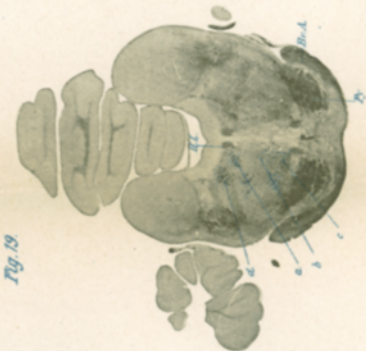


Fig. 19.

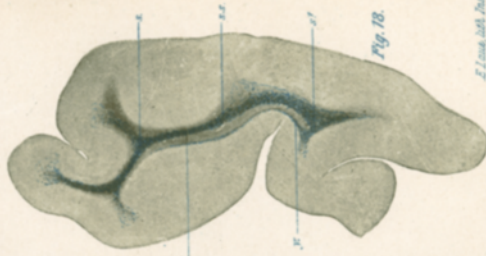


Fig. 18.