

XXXIV.

Experimentelle und pathologisch-anatomische Untersuchungen über die optischen Centren und Bahnen.

(Neue Folge.)

Von

Dr. **C. v. Monakow,**

Docent an der Universität in Zürich.

(Hierzu Taf. XI., XII., XIII.)



Seitdem Goltz*) im Jahre 1884 den Ansichten Munk's über die Localisation der Gesichtsbilder eine Reihe nicht bedeutungsloser Zugeständnisse gemacht und damit einen ersten Schritt zur Verständigung in der Localisationsfrage gethan hat, drehen sich die Hauptstreitpunkte mehr um die Frage nach der feineren Begrenzung der Sehsphäre, beziehungsweise darum, ob Thiere mit Abtragung des ganzen von Munk als Sehsphäre benannten Rindengebiets noch im Stande sind, sich durch Netzhautbilder in ihrem Thun beeinflussen zu lassen, und ob eine Projection der verschiedenen Netzhautsegmente auf die Sehsphäre im Sinne Munk's statthabe oder nicht. Goltz hält auch in der neuesten Abhandlung**) an seiner früheren Annahme fest, dass allen ausserhalb der Munk'schen Sehsphäre liegenden Rindenbezirken eine gewisse Bedeutung für das Sehen zukomme, wenn schon nicht im selben Umfange wie dem Occipitallappen, und auch hier betont er mit Nachdruck, dass ein beider Hinterhauptlappen beraubter Hund nicht nothwendig blind werden müsse, ja dass er es nicht einmal stets nach Abtragung beider Grosshirnhemisphären werde,

*) Pflüger's Archiv 1884. Bd. 34.

**) Pflüger's Archiv 1888.

und dass andererseits dem Hinterhauptslappen Beziehungen zu anderen höheren Sinnen eingeräumt werden müssten.

Gegen die Annahme einer scharf umschriebenen Sehspäre, deren Abtragung nothwendig absolute Blindheit erzeuge, verhalten sich aber nicht nur Goltz und Loeb*) ablehnend, sondern auch Luciani und Sepilli**), welche die Frage nach der Localisation der optischen Rindencentren neuerdings einer eingehenden experimentellen Nachprüfung unterworfen hatten; doch nehmen letztere Forscher in der ganzen Frage einen zwischen Goltz und Munk vermittelnden Standpunkt ein.

Goltz und Loeb geben allerdings zu, dass unter Umständen das Sehvermögen beider Hinterhauptlappen beraubter Hunde auf ein nicht nennenswerthes Minimum herabsinke, sie nehmen aber im Verein mit Luciani und Sepilli an, dass diese Sehstörung nicht dauernd sei, dass sie sich mit der Zeit wesentlich bessere, und dass sie durch neue operative Eingriffe an anderen Rindenregionen (vor Allem am Temporal- und Parietalhirn) abermals bis zur annähernd völligen Amaurose verschlimmert werden könne. Diese Amaurose sei dann, wie Goltz und Loeb fanden, ebenfalls keine permanente, während Luciani und Sepilli an der Permanenz derselben nach jener operativen Erweiterung nicht sehr zweifeln.

In der allerneuesten Zeit haben die Ansichten Munk's indessen eine wichtige Stütze mehr gewonnen durch die Untersuchungsergebnisse von E. A. Schäfer***), der beim Affen wenigstens (im Gegensatz zu Ferrier und auch zu Goltz), eine scharf begrenzte mit Munk's Angaben völlig übereinstimmende Sehspäre nachweisen konnte. Nach beiderseitiger Abtragung derselben zeigte sich totale dauernde Blindheit, während ein Thier, bei welchem die Sehspären bis auf ein Stückchen ihrer basalen Fläche zerstört waren, an den unteren Hälften der Retinae Lichtempfindung behielt. Mit dieser letzteren Angabe würde sogar die von Munk so lebhaft vertheidigte Projection besonderer Netzhautabschnitte in besondere Rindenregionen, gegen welche sich fast alle früheren Autoren (voran Goltz, Loeb, Luciani und Sepilli, Mauthner) mehr oder weniger ablehnend verhalten, im Princip wenigstens bestätigt.

Andererseits hat aber auch die Goltz'sche Ansicht, dass anderen

*) Pflüger's Archiv 1884.

**) Die Functionslocalisation auf der Grosshirnrinde. Uebersetzt v. Dr. M. O. Fränkel.

***) Experiments on special sense localisations in the cortex cerebri of the monkey. Brain 1888. XXXIX. and XL.

Rindenbezirken eine gewisse Bedeutung für das Sehen zukomme, ebenfalls eine scheinbare Bestätigung erfahren, indem Hitzig*) und auch Luciani und Sepilli**) beobachten konnten, dass nach Abtragungen aus dem Gebiete des Stirnlappens bei Hunden vorübergehende Sehstörungen auftreten. Damit wurde zunächst nachgewiesen, dass unter Umständen auch vom Stirnhirn aus der Sehsact beeinflusst werden kann, wobei es dahingestellt bleibt, ob dies in directer oder in indirecter Weise geschieht. Weiter ging auch Hitzig in seinen Schlüssen nicht, es veranlasste ihn diese Thatsache als solche durchaus nicht, seine Ansicht über die Localisation der Grosshirnrinde irgendwie zu modificiren. Auch meiner Meinung nach wird durch diese Beobachtung das Bestehen einer scharf umgrenzten Sehsphäre im Hinterhauptlappen nicht in Frage gestellt.

Noch widersprechender sind die Angaben der Autoren hinsichtlich der Frage, ob bei niederen Säugethieren (Nagern) das Sehen unter allen Umständen an die Erhaltung der Sehsphäre direct gebunden sei, beziehungsweise ob bei diesen Thieren ein selbstständiges infracorticales Sehen vorhanden sei oder nicht. Hier stehen sich bekanntlich die ganz controversen Beobachtungen von Christiani***) und Gudden†), nach welchen sogar beider Hemisphären beraubte Kaninchen noch sehen sollen, einerseits und von Munk††), der dies in Abrede stellt, andererseits einander gegenüber. Dagegen scheinen im Gegensatz zu den Physiologen die Kliniker und Pathologen†††) sich allmählig dahin zu einigen, dass beim Menschen die Integrität des Cuneus und einzelner denselben umgebenden Windungen zur Erhaltung des Sehens unbedingt nothwendig ist, und dass nach einseitiger Zerstörung der fraglichen Region totale homonyme Hemianopsie folgen müsse.

Hinsichtlich der Annahme von Beziehungen besonderer Segmente der Netzhaut zu besonderen Abschnitten in der Sehsphäre des Menschen haben sich aber bisher genügende Belege aus der Pathologie noch nicht gefunden*†).

*) Dieses Archiv Bd. XV. S. 270.

**) a. a. O.

***) Bericht der Acad. der Wissenschaften. Berlin 1881.

†) Zeitschr. f. Psych. Bd. 42. Ueber die Frage der Localisation etc.

††) Berichte der Acad. der Wissenschaften. Berlin 1884. XXIV.

†††) Verhandlungen des VI. Congresses für innere Medicin in Wiesbaden 1887. (Nothnagel.)

*†) Nur Henry Hun beobachtete nach Erkrankung der unteren Hälfte des rechten Cuneus deutlich umschriebene Defecte im Sehfelde beider Augen und zwar vor Allem in den linken unteren Quadranten beiderseits. (American Journal of Med. sciences 1887, Jan.)

Wenn man auf die im Vorstehenden kurz wiedergegebenen Resultate neuerer Forschung über die Localisation des Sehens einen Rückblick wirft, so sieht man, dass trotz einer gewissen Einigung die Zahl der Widersprüche unter den Autoren nicht nur hinsichtlich der Deutung von Beobachtungen, sondern hinsichtlich der Beobachtungen selbst noch eine recht beträchtliche ist, und dass wir weit davon entfernt sind, über die Art und Umfang der Betheiligung der Grosshirnrinde am Sehacte einen klaren Einblick zu besitzen. Aber auch die Functionen der primären Opticuscentren sind im Feineren noch recht wenig aufgeklärt.

Wie ist es aber zu erklären, dass in einer Frage, die seit Jahren so viele und darunter so ausgezeichnete Forscher beschäftigt hat, nicht mehr Uebereinstimmung in den Resultaten erzielt werden konnte? Hier ist selbstverständlich die Annahme, dass die Vertreter der einen Lehre sich bei ihren Beobachtungen stets geirrt, die Vertreter der anderen aber vor Täuschungen gänzlich bewahrt wurden, unzulässig. Dagegen scheint es mir naheliegend, dass einem nicht unbeträchtlichen Theil von Controversen scheinbar gleiche, in Wirklichkeit aber gänzlich verschiedene Läsionen bei den Versuchsthieren zu Grunde lagen, ein Punkt, den schon Munk*) anlässlich der Besprechung der von seinen Untersuchungsergebnissen so sehr abweichenden Resultate Goltz's eingehend gewürdigt hat.

Und in der That vermag unter Umständen, wie ich es an einem anderen Orte**) gezeigt habe, eine Erweiterung des operativen Defectes um wenige Millimeter Tiefe, durch Mitläsion von Bestandtheilen der inneren Capsel oder anderer entlegenen Rindengebieten entstammender Faserzüge, Symptome hervorzurufen, welche die von der abgetragenen Rinde abhängigen in störender Weise zu compliciren (zu verdecken, eventuell auch aufzuheben) im Stande sind. Andererseits ist es aber auch denkbar, dass viel eingreifendere und umfangreichere Abtragungen als solche, wie sie einer Munk'schen Rindenzone entsprechen, vorgenommen werden können, ohne so tiefe Störungen in einem Sinnesgebiete zur Folge zu haben, wie nach reiner Entfernung einer solchen Zone, vorausgesetzt, dass in diesem Defecte eine Munk'sche Zone nicht gänzlich eingeschlossen ist. So kann man, wie aus einigen Mittheilungen von Goltz hervorgeht, eine weit über die

*) Sitzungsberichte der Academie der Wissenschaften zu Berlin 1886. VII. VIII.

**) Dieses Archiv Bd. XIV. und XVI.

Ausdehnung der Sehsphäre gehende Abtragung im Occipito-Temporal-lappen vornehmen und dabei doch keine so sehr hochgradige Sehstörung produciren, wenn man die für die Operation so schwer zugängliche mediale Partie des Hinterhaupthirns stehen lässt.

Eine gewisse Schuld an den vielen Meinungsverschiedenheiten in der Localisationsfrage dürfte meines Erachtens somit auch die von den meisten Autoren angewandte Methode der Abtragung von Grosshirnregionen (ohne weitgehende Berücksichtigung der anatomischen Verhältnisse) treffen, eine Methode, die allem Anschein nach einen nur beschränkten Einblick in die Functionen des Organs gestattet. Die Operationen, die da ausgeführt zu werden pflegen, sind selbst in der subtilsten Weise geübt, anatomisch betrachtet, recht rohe Eingriffe in die feinere Architectonik des Organs, durch welche nicht nur Projectiofasern, sondern vor allem auch Commissuren- und Associationsfasern aus ihren so überaus complicirten Verbindungsstellen herausgerissen werden und an welche sich, wie wir sehen werden, umfangreiche secundäre Degenerationen nicht nur in den lädirten Faserzügen, sondern auch in der grauen Substanz des Cortex und des Zwischenhirns knüpfen. Dass alle diese Complicationen nicht nur anatomisch, sondern auch functionell nicht gleichgültig sein können, ist selbstverständlich für Jeden, der das Vorhandensein von Luxuseinrichtungen im Gehirn verwirft. Sicherlich treten in Folge solcher Mitläsionen besondere functionelle Störungen auf, sie können aber latent bleiben, sie brauchen durch ein verändertes Benehmen der Thiere nicht stets in klarer Weise zum Ausdruck zu kommen.

Was aber den Erfolg der Rindenabtragung als solchen anbetrifft, ein Erfolg, der sich, wie alle anderen Autoren zugeben, durch sog. Ausfallserscheinungen im Gebiete der Sinne und der Intelligenz kundgibt, so ist es nach dem, was ich gesehen habe, oft äusserst schwierig, den Antheil der verschiedenen Sinnesgebiete an dem Functionsausfall mit aller Bestimmtheit zu präcisiren.

Ein reiner und isolirter Ausfall in der Perceptionsfähigkeit eines Sinnesorgans ist ja selbst nach doppelseitiger peripherer Zerstörung desselben einem Nachweis bei rein objectiver Beobachtung des Thieres oft schwer zugänglich, wie ich es später anlässlich der Besprechung des Verhaltens eines im neugeborenen Zustande doppelseitig enucleirten Hundes ausführen werde, weil die Thiere durch eine überraschend gesteigerte Bethätigung der anderen Sinne den Defect vortrefflich zu corrigiren verstehen. Auf weit grössere Schwierigkeiten stösst man, wenn es sich um die Beurtheilung von Thieren handelt, denen sogenannte corticale Centren ausgeschaltet wurden, weil hier

der Ausfall im Gebiete der Sinne complicirt wird durch einen event. recht beträchtlichen intellectuellen Defect. Hier muss man doppelt auf der Hut sein, das eigenartige Benehmen solcher Thiere nicht willkürlich zu deuten und feinere Ausfallserscheinungen nicht zu ignoriren.

Angesichts all dieser Schwierigkeiten und der durch dieselben bedingten, seit Jahren bestehenden physiologischen Controversen, kann ich mich der Meinung nicht verschliessen, dass die experimentelle Methode, wie sie bisher geübt wurde, an der Grenze ihrer Leistungsfähigkeit angelangt ist und dass dieselbe fernerhin allein unmöglich ausreichen dürfte, um uns Fortschritte in der Physiologie des Gehirns zu sichern, die wesentlich über das, was jetzt allgemein zugegeben wird, hinausgehen. Jedenfalls wird man die Localisationsfrage auf eine viel breitere Basis aufbauen müssen, unter umfassenderer Heranziehung der normalen und vergleichenden Anatomie, der Embryologie und der pathologischen Anatomie, als es bisher geschah, und derselben sich so von neuen Gesichtspunkten aus nähern.

Vor allen Dingen wird da aber eine sehr sorgfältige Berücksichtigung der Gehirnanatomie nicht zu umgehen sein, doch zum Mindesten in der Richtung, dass man den wahren Umfang der primären und secundären Veränderungen im Centralorgane solcher monatelang beobachteter operirter Thiere in erschöpfender Weise feststellt. Und in der That ist es schwer begreiflich, dass in einer Frage, wo so Vieles sich um feinere regionäre Begrenzungen dreht, die hirnanatomischen Details bei den Versuchsthieren nicht regelmässig auf das minutiöseste studirt wurden. Existirt doch meines Wissens ausser den fragmentarischen Untersuchungsergebnissen von Moeli und Binswanger, die sich auf Munk'sche Hunde bezogen und denjenigen von V. Marchi und G. Algeri*) nur eine einzige gründliche anatomische Untersuchung über einen längere Zeit während des Lebens beobachteten und für die Entscheidung der Localisationsfrage verworthen operirten Hund, nämlich die von dem Engländer Langley**), der das Gehirn eines der von Goltz operirten und am ärztlichen Weltcongress in London demonstirten Hunde in äusserst sorgfältiger Weise untersucht hat. Die Ergebnisse dieser

*) Neurolog. Centralblatt 1887. S. 254.

**) Journal of Physiology. Vol. IV. 1884. „The structure of the dogs brain u. Report on the parts destroyed of the brain of the dog operated on by Prof. Goltz“, by J. N. Langley.

schönen Untersuchung, die in Deutschland wenig gekannt zu sein scheint, bilden allerdings keine sehr feste Stütze für die Goltz'sche Auffassung der Localisationsfrage.

In nachstehender Mittheilung habe ich mir nun eines Theils die Aufgabe gestellt, diese anatomische Lücke in der Localisation der optischen Wahrnehmungen einigermassen auszufüllen und zwar durch Studium von Gehirnpräparaten solcher Thiere, die ihrer Sehsphären gänzlich oder grösstentheils beraubt und die in eigenthümlicher Weise während des Lebens beobachtet worden waren. Diese Aufgabe wurde mir ermöglicht durch das liebenswürdige Entgegenkommen des Herrn Professor H. Munk, mir einige Gehirne von Thieren, die er längere Zeit beobachtet und die er an der Naturforscherversammlung in Berlin (1886) demonstirt hatte, zur anatomischen Untersuchung zu überlassen. *) Anderentheils beabsichtigte ich in vorliegender Arbeit eine Reihe von Ergänzungen und Nachprüfungen meiner in diesem Archiv Bd. 12 u. 16 publicirten Resultate vorzunehmen und die feineren anatomischen Verhältnisse der optischen Bahnen zu eruiern, letzteres hauptsächlich auch unter Verwerthung einiger pathologischer Fälle am Menschen und einzelner von mir operirter erwachsener Katzen und neugeborener Hunde.

Dass die peripheren Hirnnerven meist aus relativ scharf umgrenzten Ganglienzellenhaufen ihren Ursprung nehmen, beziehungsweise dass sie in solche sich auflösen (sensible Fasern)**), dass somit die Sinnes- und Bewegungsorgane ihre ziemlich streng localisirten primären Centren besitzen, dies dürfen wir nach den übereinstimmenden experimentellen und embryologischen Untersuchungsergebnissen als feststehend ansehen. Bis zu den primären Centren besteht somit der Grundsatz der specifischen Energie der Sinne ebenso wie derjenige der isolirten Leitung mit Bestimmtheit zu Recht. Auch der Annahme, dass die Functionen der Ganglienzellengruppen, in welche ein Nervenfasernzug endigt (sich in feine Nervennetze auflöst), zum Theil wenigstens, verwandt sind mit denjenigen des Organs, aus dem dieser entspringt, steht nichts im Wege, nur darf man nicht vergessen, dass die als primäre Centren

*) Ich spreche Herrn Prof. Munk hierfür auch hier meinen verbindlichsten Dank aus.

**) Vergl. auch His, Zur Geschichte des Gehirns. Abhandlungen der math.-phys. Klasse der Königl. Sächsischen Gesellschaft der Wissenschaften 1888 und Forel, Dieses Archiv Bd. XVIII. 1.

eines Nerven in der Regel angesprochenen Ganglienzellengruppen anatomisch nur grob abgegrenzt sind, und dass nicht allen Ganglienzellen, die sich zu einer Gruppe vereinigen, dieselbe Bedeutung zugesprochen werden darf, wie denn auch häufig ganz differente Nervenbündel Beziehungen zu solchen Gruppen haben können.

Mögen nun die einem Sinnesorgan entstammenden Nervenfasern mit den Elementen der zugehörigen Kerne wie immer verknüpft sein, unter allen Umständen fordert die Physiologie Vertretung der primären Centren in der Grosshirnrinde, dem Organe des Bewusstseins; eine Vertretung, die nur durch Faserverbindungen, directe oder indirecte bewerkstelligt werden kann.

Und da drängt sich nun eine für die Auffassung der Localisationslager fundamentale Frage auf, in welcher Weise und in welchem Umfange geschieht diese Vertretung, resp. welche Leitungswege vermitteln die Beziehungen zwischen den primären Centren eines Hirnnerven und dem Bewusstseinsorgan. Mit der Eruirung eines solchen Einstrahlungsbezirkes in der Grosshirnrinde würde gewiss auch Licht auf den muthmasslichen Erregungsbezirk oder das Rindencentrum geworfen werden.

Die anatomische Basis für eine scharfe Functionslocalisation in der Grosshirnrinde wäre somit meines Erachtens gegeben, wenn der Nachweis gelänge, dass die Rindenprojectionsfasern (im Sinne Meynert's) aus den Ursprungsstellen der Sinnesnerven je in ganz begrenzte Rindenabschnitte sich ergiessen und dort lediglich mit den Ganglienzellen dieses Gebietes in nähere Beziehungen treten würden, derart, dass jeder sogenannte Kern für seine Radiärfasern einen scharf umschriebenen Einstrahlungsbezirk besässe, welcher von Projectionsfasern aus anderen Kernen verschont bliebe. Eine solche anatomische Basis würde indessen nicht nothwendig eine scharfe Localisation im physiologischen Sinne bedingen, denn innerhalb der Grosshirnrinde wären für die Fortleitung von Erregungen aus der Peripherie noch andere Wege denkbar (z. B. durch die grauen Nervennetze).

Zur Entscheidung all dieser anatomischen Fragen erschien mir die Gudden'sche Methode der Operation an neugeborenen Thieren vortrefflich geeignet. Nach den zahlreichen positiven Operationserfolgen*), die ich nach Eingriffen in den Cortex von neugeborenen Kaninchen und Katzen gewonnen hatte, durfte ich mit Bestimmtheit erwarten, dass diese Methode weiter aus gebeutet und auch auf erwachsene Thiere ausgedehnt, unter Variation der Angriffsstellen für

*) Dieses Archiv Bd. XII. und XIV.

die Operation, zur Eruirung auch der feineren Verbindungen zwischen den primären Centren und der Rinde mit Erfolg herangezogen werden dürfte. Die Bedeutung dieser Methode liegt übrigens auf der Hand, wenn man sich vergegenwärtigt, dass die secundären Entartungen ausnahmslos auf diejenigen Faserzüge sich beschränken, die in ihrer Continuität getrennt wurden, und dass sie somit einen sicheren Wegweiser für den Verlauf eines Faserbündels darstellen, und wenn im Weiteren berücksichtigt, dass im Gehirn sicherlich, wie Forel*) und auch ich**) an einer Reihe von Beispielen nachgewiesen haben, weder das Waller'sche noch das Gudden'sche Entartungsgesetz unbeschränkte Anwendung finden. Mit anderen Worten, der Umstand, dass nach Durchtrennung eines Faserzugs nicht nur der periphere, von den Ganglienzellen abgetrennte Abschnitt, sondern auch der centrale degenerirt (allerdings langsamer als jener), dass an die Degeneration der letzteren sich eine solche der zugehörigen Ganglienzellengruppen***) anschliesst, und dass diese Veränderungen sich ohne Rücksicht auf die physiologische Bedeutung der lädirten Bahnen vollziehen, das lässt eine erweiterte Anwendbarkeit der Atrophiemethode zu†).

Mit dieser Methode des Studiums secundärer Veränderungen glaube ich nun in ziemlich exacter Weise den Nachweis geliefert zu haben, dass je einem Abschnitt (Kern) im Zwischenhirn ein ziemlich scharf umschriebenes Hirnrindenareal entspricht, welches fast ausschliesslich als Einstrahlungsbezirk für die jenem entstammenden Projectionsfasern aufgefasst werden muss und dessen Erhaltung eine unerlässliche Bedingung für die Integrität des correspondirenden Zellenhaufens im Sehhügel bildet††).

Am ausführlichsten hatte ich über die Beziehungen der Gross-

*) Dieses Archiv Bd. XII. und XIV.

**) l. c.

***) Auf die scheinbaren Ausnahmen dieses Satzes werde ich später eintreten.

†) Selbstverständlich wird das Zustandekommen solcher Entartungen durch eine ganze Reihe von Momenten (Zeitdauer nach dem Eingriff, Umfang der Läsion, Entfernung der Läsionsstelle von der Ursprungsregion des Faserzugs u. dgl.) gefördert oder verzögert.

††) Eine ganze Reihe von ähnlichen Beobachtungen an menschlichen Hirnpräparaten (secundäre Entartungen im Sehhügel nach alten Defecten in der Grosshirnhemisphäre), die ich in den letzten Jahren zu machen Gelegenheit hatte, bestätigten das Vorhandensein derselben Verhältnisse auch für den Menschen. Auch Forel (a. a. O.) hat ähnliche Beobachtungen wiederholt gemacht.

hirnrinde zu den primären Opticuscentren berichtet. Bei verschiedenen Thierarten (Kaninchen, Katze) und auch bei pathologischen Fällen am Menschen hatte ich so übereinstimmende Befunde gemacht, dass mir die absteigende Degeneration der Gratiolet'schen Fasern und die secundäre Erkrankung der primären Opticuscentren nach lange andauernden Defecten im Hinterhauptthirn eine ebenso gesicherte Thatsache erschien, wie die secundäre Degeneration der Pyramidenbahn nach Continuitätsunterbrechung an irgend einer Stelle derselben. v. Gudden*) und einige andere Forscher [Richter**), Darkschewisch***)] verhielten sich trotzdem meinen Ansichten über die optischen Bahnen gegenüber, theilweise oder gänzlich ablehnend, ohne indessen meine Beobachtungen direct in Zweifel zu ziehen.

Ich hatte im Weiteren nachgewiesen, dass bei neugeborenen operirten Kaninchen und Katzen, wenigstens nach Entfernung der Sehsphäre, das Corp. gen. ext. und das Pulvinar einerseits, der vordere Zweihügel andererseits sich histologisch ganz anders verhielten. Während bei den erst erwähnten Gebilden durch die Operation ein directer deletärer Einfluss auf die Ganglienzellen gewisser Partien derselben ausgeübt wurde, so dass beide Ursprungsregionen des N. opt. in ganz hochgradiger Weise schrumpften, zeigte sich im vorderen Zweihügel, ausser der von Ganser zuerst beschriebenen Atrophie im mittleren Mark, eine allgemeine Volumensreduction, bei welcher es nicht gelang, eine scharfe Localisation der secundären Veränderungen auf bestimmte Elemente nachzuweisen. Und hinsichtlich des Tractus und Nervus opt. liess sich eine Faserreduction ausnahmslos nur bei neugeborenen operirten Katzen nachweisen, während bei Kaninchen und bei erwachsen operirten Katzen dieser Befund nur vereinzelt und in Partien des Tractus gemacht werden konnte, die mit der Retina in keinem directen Zusammenhang stehen. Eine Erklärung zu geben, warum die secundäre Erkrankung in den primären Opticuscentren einen verschiedenen Charakter trage, warum nach Abtragung der Sehsphäre bei neugeborenen Katzen der Sehnerv atrophirt, bei erwachsen operirten und bei Kaninchen aber nicht oder nur ausnahmsweise, das unterliess ich, weil mir dies damals in der That räthselhaft erschien. Seither sind nun die bedeutungsvollen histologischen Arbeiten über das centrale Nervensystem von Golgi, Forel, His u. A. erschienen und haben manche feinere Punkte in der Histologie der Ganglienzelle auf-

*) a. a. O.

**) Dieses Archiv Bd. XVI. 3.

***) Archiv für Anatomie und Physiologie 1887.

geklärt, seither wurde auch mir hinsichtlich der Auffassungsweise der secundären Veränderungen Manches klarer und werde ich am Schlusse dieser Arbeit auch nach dieser Richtung einzelne Lücken auszufüllen mich bemühen.

Warum ich mich der Ansicht von Gudden, dass die Atrophie des N. opt. bei neugeborenen operirten Katzen und Hunden, wenn sie nach Wegnahme der Sehsphäre überhaupt auftritt, auf abnorme Hirndruckverhältnisse zurückzuführen sei, denen der vordere Zweihügel ausgesetzt sei, nicht anschliessen kann, darüber habe ich mich bereits in diesem Archiv Bd. XVI. ausgesprochen. Der Nachweis einer Degeneration in der ganzen Continuität der grob anatomischen Bahn der Gratiolet'schen Fasern von dem operativen Defect an bis und mit den primären optischen Centren zwingt zu einer anderen Annahme, nämlich zu der, dass die secundäre Degeneration eine vom Defect her fortgeleitete ist, und dass dieselbe direct oder indirect auch einen deletären Einfluss auf die Nervenetze des N. opt. (wahrscheinlich im Corpus gen. ext.) ausübe*). Da ich die absteigende Volumsverkleinerung im N. opt. nach Abtrennungen in der Sehsphäre nur bei neugeborenen operirten Katzen beobachten konnte, fasste ich dieselbe auch mit Rücksicht darauf, dass in diesem Nerv alle histologischen Veränderungen fehlten, als eine durch Störungen hauptsächlich im Corp. gen. ext. indirect bedingte Hemmung des Wachstums auf. Dass dieselben Elemente, welche dem N. opt. Ursprung geben, durch die Trennung der Sehsphäre von ihren peripheren Verbindungen direct gefährdet würden, habe ich indessen in keiner meiner früheren Arbeiten geäußert, sondern stets die Verschiedenheit der histologischen Veränderungen in den primären Opticuscentren nach Eingriffen von der Peripherie und vom Cortex aus betont; die einzige gemeinsame Erkrankung fände sich nach meinen Beobachtungen in den Nervenetzen der Subst. gelat. des Corp. gen. ext. und Pulvinar (in den lateralen Abschnitten derselben).

v. Gudden führte gegen meine Auffassung der Beziehungen zwischen der peripheren optischen Bahn und der Grosshirnrinde des Occipitalhirns an, dass er bei einer jungen Katze, welcher der grösste Theil des Occipito-Temporalhirns abgetragen worden war, keine nachweisbare Volumsveränderung weder im gleichseitigen Tract. opt., noch in einem der beiden Nn. optici gefunden habe. Ich selbst hatte Gelegenheit, die bezüglichen Präparate an der Naturforscherversammlung in Strassburg zu sehen, und musste zugeben, dass eine Veränderung

*) Vergl. auch Forel l. c.

im Tract. opt. nicht vorhanden war. Dieser Operationserfolg steht aber nichts destoweniger mit meinen Versuchsergebnissen nicht in Widerspruch. Denn es handelte sich da nicht um ein neugeborenes operirtes Thier, sondern um eines, das bei der Operation bereits ca. 6 Wochen alt war; dass man aber bei so alten Thieren nach Wegnahme der Sehsphäre, nach 4 Monaten wenigstens, noch keine nachweisbare Volumensverkleinerung in den Nn. optici erhält, darauf hatte ich bereits in diesem Archiv Bd. 16 Heft 1 aufmerksam gemacht. Da in diesem Alter die Sehnerven bereits ziemlich die normale Grösse und Farbe haben, kann eine Wachsthumshemmung in denselben selbstverständlich nicht mehr in bedeutendem Umfange eintreten. Von der colossalen Degeneration der Gratiolet'schen Stränge und der beträchtlichen Schrumpfung des Corp. gen. ext. hatte v. Gudden damals bei der Demonstration des Kätzchengehirns keine Erwähnung gethan; vielleicht hatte er kein Gewicht darauf gelegt, für mich aber war jene sehr wichtig, denn sie zeigte die Verwandtschaft der secundären Veränderungen nach Eingriffen bei neugeborenen und erwachsenen operirten Thieren, und ich konnte ganz ähnliche Veränderungen auch bei meiner, im Alter von fünf Wochen zur Operation gekommenen Katze später constatiren.

Und was die den meinigen zum Theil widersprechenden Beobachtungen Richter's*) an menschlichen Gehirnen anbetrifft, so muss ich offen gestehen, dass ich gegen die Richtigkeit derselben einiges Misstrauen hege, denn die Präparate wurden nur grob anatomisch und histologisch, ohne Verfertigung von fortlaufenden Schnittserien, untersucht. Richter konnte zwar die absteigende Degeneration in den Gratiolet'schen Strängen und die secundären Veränderungen auch im Pulvinar bestätigen, dagegen fand er den Tract. opt., das Corp. gen. ext. der kranken Seite, obwohl das letzteren Körper ringsumgebende Mark total degenerirt war, gänzlich normal. Namentlich diesen letzteren Punkt muss ich entschieden in Zweifel ziehen, denn er würde mit allen Versuchsergebnissen an höheren Thieren in unlösbarem Widerspruch stehen. Der Umstand, dass im Richter'schen Falle im Corp. gen. ext. keine Körnchenzellen sich fanden und die Ganglienzellen meist normal aussahen, ist kein hinlänglicher Beweis für die Integrität jenes Körpers; Körnchenzellen finden sich bei der secundären Degeneration des Corp. gen. ext. überhaupt nur selten und vereinzelt, weil hier die Nervenfasern nicht in derben Zügen, wie dies beim Pulvinar der Fall ist, sondern in feinen Lamellen ein-

*) Dieses Archiv Bd. XVI. 3.

strahlen*); und was die Ganglienzellen anbetrifft, so verhalten sich da, wie ich später nachweisen werde, die verschiedenen Formen derselben ganz verschieden, ebenso wie die verschiedenen Abschnitte dieses Körpers. Wenn man dieses Gebilde nicht Schnitt für Schnitt und unter steter Vergleichung mit normalen Bildern studirt, wird man vor Täuschungen schwer bewahrt.

Die Frage, ob und unter welchen Umständen sich beim Menschen nach Defecten im Occipitalhirn secundäre Veränderungen in den Gratiolet'schen Strängen, im Pulvinar, Corpus genic. ext. und im vorderen Zweihügel vorfinden, ob diese Veränderungen sich mit der Zeit auch auf den Tractus und N. opt. ausdehnen können, kann selbstverständlich nur entschieden werden durch sorgfältiges Studium einer grösseren Anzahl von Fällen mit möglichst alten Herden im Occipitallappen (speciell im Cuneus und im anliegenden Mark). Bei den spärlichen Mittheilungen**) über solche Beobachtungen ist jeder neue ähnliche Fall von Bedeutung. In den letzten Jahren hatte ich abermals Gelegenheit einige hierher gehörende Fälle zu beobachten, und da dieselben meine früher auch an Thieren gemachten Beobachtungen in weitem Umfange zu bestätigen und in die feineren Vorgänge bei der secundären Degeneration innerhalb der optischen Bahn einiges Licht zu werfen geeignet sind, will ich über dieselben in möglichst ausführlicher Weise berichten.

Was aber die anatomischen Versuchsergebnisse an den von Munk operirten Hunden anbetrifft, so hoffe ich, dass dieselben mit Rücksicht auf gewisse Verschiedenheiten in der Ausdehnung des operativen Rindendefectes und entsprechende Verschiedenheiten im Verhalten der Thiere einen nicht unwichtigen Beitrag zu den speciellen Fragen der Localisation der optischen Bilder zu liefern im Stande sind, nämlich zur Frage, ob besonderen Netzhautabschnitten besondere Rindenregionen entsprechen und ob die primären optischen Centren eine weit-

*) So sind die Körnchenzellen einer Resorption viel leichter zugänglich.

**) C. Reinhard, der letztes Jahr (Dieses Archiv Bd. XVII. H. 3. bis XVIII. H. 2) über eine ganze Reihe von Fällen mit Erweichungen in den Occipitallappen berichtet hatte, fand merkwürdiger Weise in keinem einzigen derselben die von mir beschriebene secundäre Entartung in den primären optischen Centren. Dies erklärt sich vielleicht aus dem Umstande, dass er auf eine sorgfältige anatomische und histologische Untersuchung der bezüglichen Präparate nicht viel Gewicht legte und eine solche daher meist unterliess. Dagegen beschrieb kürzlich Schmidt-Rimpler einen höchst interessanten Fall von traumatischer corticaler Hemianopsie mit fortgeleiteter Opticusdegeneration. Archiv für Augenheilkunde. XIX. Bd., 3. p. 296 u. ff.

gehende functionelle Selbstständigkeit besitzen oder nicht. Jedenfalls darf man aus den Untersuchungsergebnissen bei den erwachsen operirten Thieren eine Aufklärung erwarten, in welcher Weise die Operationserfolge bei neugeborenen operirten Thieren aufzufassen sind und ob die bei letzteren und bei jenen auftretenden secundären Veränderungen identische Processe sind.

Bevor ich über die secundären Veränderungen bei den von Munk operirten Hundegehirnen Bericht erstatte, will ich über den Operationserfolg bei jener halb erwachsenen Katze Mittheilung machen, welche im Alter von ca. 5 Wochen eines grossen Theils der linken Sehsphäre (des lateralen Abschnitts) beraubt worden war, und welche vier Monate nach der Operation gelebt hatte. Es handelt sich hier um dasselbe Thier, über das ich vorläufig und in aller Kürze in diesem Archiv Bd XVI., 1. (im Versuch VII.) berichtet hatte; das Gehirn war damals noch nicht geschnitten.

I. Katze (VII. Versuch).

Bei der Section zeigte sich, wie ich nochmals der Vollständigkeit halber wiederholen will, in der Defecthöhle ein bedeutender seröser Erguss. Der operative Defect betraf hauptsächlich die caudalen Partien der 1—3 äusseren Windungen, ein nicht unbeträchtlicher Theil der medialen Sehsphäre (vom Gyr. suprasplenial und splenial von Langley) blieb stehen, auch der Gyr. postsplenial. war nur partiell lädirt, aber secundär atrophisch, während die laterale und frontale Partie der Sehsphäre total abgetragen worden war. Gyr. Sylvii nicht lädirt. Seitenventrikel an einer kleinen Stelle etwas erweitert. Sagittale Ausdehnung des Defectes ca. 10 mm, die horizontale ca. 17 mm (gemessen vor der Entleerung des serösen Ergusses).

Die Nn. optici bieten keine nachweisbare Grössendifferenz dar. Der linke Tractus opt. ist in den caudalen Partien schon makroskopisch etwas dünner als der rechte, in den vorderen Abschnitten (hinter dem Chiasma) lässt sich aber eine Grössendifferenz zwischen den beiden Tractus nicht mehr feststellen. Das linke Corpus gen. int. ist unversehrt, das linke Corpus gen. ext. und Pulvinar zeigen indessen leichte Schrumpfung. Auch der linke vordere Zweihügel ist etwas kleiner und niedriger als der rechte.

Die Untersuchung der in frontaler Richtung angelegten Schnittreihe ergab folgenden Befund:

Der Markkörper in der nächsten Umgebung des Rindendefectes, sowie der zur Sehsphäre in Beziehung stehende Abschnitt der hinteren inneren Capsel verräth ein deutliches Bild der secundären Degeneration, die sich schon durch intensive Carminfärbung makroskopisch kund giebt; doch ist der degenerirte Faserzug, namentlich in der Nähe der inneren Capsel und der Gitterschicht, mehrfach durch normale offenbar anderen Rindenregionen entstammende Faserbündelgruppen durchbrochen, so dass an einzelnen Stellen

die degenerirten und die normalen Partien gitterartig durchflochten sind. In der inneren Capsel selbst ist aber das degenerirte Feld durchweg scharf umschrieben.

Das Corp. gen. ext. capital und lateral umgebende Mark zeigt ausser einer (wie die genauere Besichtigung lehrt) nicht sehr umfangreichen Reduction des Volumens eine sehr beträchtliche Anzahl von Kernen und Spinnenzellen, es erscheint somit nicht einfach, ohne wesentliche Spuren zu hinterlassen, geschwunden, wie letzteres häufig der Fall ist nach Eingriffen an neugeborenen Thieren.

Das linke Pulvinar lässt in seiner gesammten Ausdehnung die bekannte Form deutlich erkennen, ist dorsal etwas niedriger als auf der gesunden Seite; in histologischer Beziehung ist zu bemerken, dass die dasselbe durchsetzenden Fasern ihre Markscheiden meist eingebüsst haben, und dass die Ganglienzellen in weiter Ausdehnung in unscheinbare, das Licht mitunter stark brechende und mit Karmin auffallend dunkel sich färbende kleine Klümpchen verwandelt sind, an welche sich oft derbe Spinnenzellennester anlehnen. Die Grundsubstanz ist hier nicht zart granulirt, sondern häufig verwaschen, kernreich und färbt sich mit Karmin dunkel; die Gefässe zeigen durchweg etwas verdickte Wandungen.

Ganz ähnliche Veränderungen finden sich auch im linken Corpus geniculatum externum, welches namentlich in den capitalen Ebenen eine beträchtliche Volumenreduction verräth. Hier zeigen sich vor Allem die grösseren mehr peripher liegenden Ganglienzellen exquisit geschrumpft, während in den caudalen Regionen dieses Körpers, und namentlich in der dorsalsten Partie (d. h. in dem Zellenhaufen, welcher haubenartig auf dem Tract. opt. sitzt) die Bilder ein ziemlich normales Aussehen darbieten. Immerhin ist der grösste Theil des linken Corp. gen. ext. degenerirt.

Was den linken vorderen Zweihügel anbetrifft, so ist nicht zu verkennen, dass sein Arm (im Sattel zwischen Pulvinar, hinterem Thalamuskern und jenem) etwas degenerirt ist. Der vordere Zweihügel selbst ist etwas kleiner als der rechte, die Degeneration lässt sich hier indessen mit Sicherheit nicht localisiren, selbst eine klare Veränderung im sog. mittleren Mark (Ganser) ist nicht mit Sicherheit zu constatiren; immerhin finden sich zerstreut (namentlich im oberflächlichen Grau) einzelne auf Entartung verdächtige Ganglienzellen.

Während nun in den soeben besprochenen degenerirten Regionen nicht nur eine ausgeprägte Ganglienzellensclerose, sondern auch, ähnlich wie nach Eingriffen an neugeborenen Thieren, eine deutliche Volumenreduction der bezüglichen Centren sich findet, erscheint im Tractus opt. weder links noch rechts eine nennenswerthe Veränderung: beide Tract. optici (abgesehen der sogen. Hemisphärenbündel v. Gudden, die eigentlich, streng genommen, zum Tractus opt. nicht gehören) erscheinen auf sämmtlichen Querschnitten gleich umfangreich und ohne pathologische Veränderung; desgleichen finden sich in den Nn. optici keine abnormen Befunde.

Die übrigen Hirnregionen*) wurden als nicht verändert befunden.

Fasst man in Kürze vorstehenden Befund zusammen, so geht aus demselben hervor, dass nach Eingriff in die Sehsphäre einer halbwegs erwachsenen Katze, ebenso wie nach ähnlichen Operationen an neugeborenen Kaninchen und Katzen, das Pulvinar, das Corp. gen. ext., im gewissen Umfange auch der vordere Zweihügel auf der operirten Seite secundär erkrankten. Was den histologischen Character dieser secundären Erkrankung anbetrifft, so unterscheidet sich dieselbe von der nach Eingriffen an neugeborenen Thieren hauptsächlich dadurch, dass bei letzteren die meisten secundär erkrankten Elemente nach Ablauf des Entartungsprocesses, ohne wesentliche Residuen zu hinterlassen, resorbiert werden, während hier deutliche Residuen jenes Processes in Form entarteter Ganglienzellen, Nervenfasern, Spinnenzellen etc. zurückbleiben, weshalb hier die Volumensreduction der betroffenen Centren auch eine minder beträchtliche ist.

Und in Beziehung auf den Umfang und die Ausdehnung der secundären Degenerationen muss bemerkt werden, dass im mitgetheilten Versuche, wo das Thier 4 Monate nach der Operation gelebt hatte, eine Fortleitung des pathologischen Processes über die sog. primären optischen Centren hinaus nicht stattgefunden hat und dass im Gegensatz zu den Befunden an neugeborenen operirten Katzen, speciell die Tractus und Nn. optici völlig normal blieben.

Wie diese Differenz im Operationserfolg bei erwachsen und neugeborenen operirten Thieren zu erklären ist, darauf werde ich später eintreten.

II. Anatomische Untersuchung der von Munk operirten Hundegehirne.

a) Hund 08**). Das betreffende Präparat wurde mir mit intacter Dura und mit sämmtlichen den operativen Defect bedeckenden Hüllen (Dura, Galea, Haut) übersandt. Ein Theil dieser Hüllen liess sich von den Rändern des Rindendefectes vorsichtig ablösen; die ganz adhärennten Partien jener wurden nicht gewaltsam abgetrennt, sondern mit dem Gehirn fertig gehärtet und geschnitten.

Anatomischer Befund. Die makroskopische Betrachtung der von

*) Abgesehen der Rindenatrophien in der Umgebung des Defectes, auf die ich schon im Vorstehenden aufmerksam gemacht habe.

**) Dieses Thier wurde, wie mir Herr Prof. Munk gütigst brieflich mitgetheilt hat, auf der linken Seite den 10. October 1884 und auf der rechten den 9. November 1884 der Sehsphäre total beraubt. Am 22. September 1886 wurde es durch Verbluten getödtet. Der Hund war vollkommen blind, keine anderen Sinnesstörungen, keine Bewegungsstörungen waren vorhanden. Normale Heilung und stete Gesundheit; nur am 23. Februar 1886 bei der Untersuchung ein epileptischer Anfall, der bald nach Beginn durch Narcose (mit Chloroform und Aether aâ) coupirt wurde.

der Dura befreiten Hirnoberfläche zeigt, dass die Pia der Convexität in der Umgebung der Operationsstelle stellenweise bis ca. 1 Cm. im Umkreise (nur in capitaler Richtung) ziemlich getrübt und verdickt ist und an einzelnen Orten adhärent. Die Pia über dem Stirnhirn und den Temporallappen zart und durchsichtig. An der Gehirnbasis zeigen sich da und dort strang- und bandförmige, nicht sehr derbe Bindegewebsmassen, die zum Theil auch die Nn. optici umhüllen. Die Scheide des Sehnerven ist wesentlich verdickt. Die letzteren sind weiss, aber etwas dünn. — Im caudalen Drittheil des Grosshirns, zwischen den abgetragenen Sehsphären lassen sich, in den Sulcus long. eingebettet, um den Proc. falciform. derbe Bindegewebsmassen erkennen, welche die Hemisphären im Bereich des Hirndefectes völlig verlöthen, so dass auch die bei der Operation meist geschonten Gyri fornicati ganz eng verknüpft sind. Diese gewaltige bindegewebige Membran zieht sich basalwärts bis über die dorsalen Partien der Gyri uncinat. (vgl. Fig. 7 p). Das Kleinhirn ist ziemlich frei und von normaler Grösse.

Bevor ich nun auf die genauere Schilderung der Ausdehnung des operativen Defectes, dessen Grenzen, wie ich schon hier einfügen will, an manchen Stellen durch secundäre Erkrankung der Nachbarschaft verwischt waren, eintrete, will ich das Gebiet der Munk'schen Sehsphäre grob anatomisch etwas genauer skizziren. Bezüglich der Nomenclatur der Windungen halte ich mich an die von Langley*) eingeführten Bezeichnungen (vgl. Fig. 1).

Aus den verschiedenen, etwas schematischen Abbildungen, die Munk seinen Arbeiten beigegeben hat, lassen sich die Grenzen der Sehsphäre am einfachsten in folgender Weise präcisiren:

Die vordere (frontale) Grenze wird gefunden, wenn man die am meisten caudal gelegenen Punkte der ectosylvischen Furchen in frontaler Richtung durch eine Tangente verbindet (a—a, Fig. 1). Auf der Convexität des Grosshirns würde die bezügliche Zone in sagittaler Richtung ca. drei Fünftel der Strecke zwischen der Occipitalspitze und dem Winkel, welcher von der Fissura ansata einer- und der coronaria andererseits gebildet wird (an. cor. Fig. 1), einnehmen.

Lateralwärts nimmt die Sehsphäre ausser den beiden oberen Windungsgruppen, bestehend aus dem Gyrus postsplenicus, entolateralis, ectolateralis, suprasylvicus und suprasplenicus (PSP., ENL., EL., SSY., SSP., Fig. 1), noch ein nicht wesentliches keilförmiges Feld in der ectosylvischen Windung (3. obere Windung, ESY., Fig. 1) ein, dessen Winkel ein rechter ist und an den vorhin beschriebenen Punkt a streift. Die ideale Fortsetzung der lateralen Grenzlinie müsste den dorsalsten Punkt des Gyr. Sylvii als Tangente schneiden.

Caudalwärts umfasst die Sehsphäre die splenische und die postsplenische Windung (PSP., Fig. 1), d. h., das Windungsgebiet vom Sulcus callosomarginalis an bis zur Occipitalspitze; die basale (ventrale) Grenze wird ge-

*) l. c.

bildet durch eine den ventralsten Punkt der postsplenischen Furche schneiden- den, mit der Horizontalebene parallel verlaufenden geraden Linie. Und der Sulcus callosomarginalis (splenial fissure v. Langley) kann als die mediale Grenze betrachtet werden.

Wenn wir nun unter Berücksichtigung der soeben nach den Munk'schen Zeichnungen fixirten Grenzen der Sehphäre die Ausdehnung des operativen Defectes beim Hund 08 genauer betrachten, so ergibt sich sofort, dass hier die Sehphäre vollständig abgetragen wurde, ja dass der Defect sogar etwas über die Grenzen der letzteren hinausgeht. Wir müssen bei der Schilderung des Rindendefectes zwei Grenzen festhalten, nämlich die Grenze, die durch das Messer gezogen wurde, und die Grenze der secundären Erkrankung der benachbarten Hirnrinde. Diese letztere Grenze läuft mit der ersteren durchaus nicht überall parallel. In den Figg. 2 u. 3 ist nur die durch die Operation gesetzte Grenze wiedergegeben.

Wenn wir zunächst die zweite Grenze ausser Acht lassen und nur dem rein operativen Defect unsere Aufmerksamkeit schenken, so fällt sowohl bei Betrachtung der Convexität als der lateralen Partie des Grosshirns auf, dass die Strecke zwischen der Fissura coronaria und ansata einerseits und der frontalen Grenze des Defectes andererseits eine etwas kurze ist, d. h. weit weniger als zwei Fünftheile der Entfernung jenes Winkels zwischen den soeben genannten Furchen und der Occipitalspitze (Retractionen und Verschiebungen berücksichtigt) beträgt. Auch wenn man die caudalsten Punkte der sylvischen Windung beiderseits durch eine Tangente verbindet, liegt die Linie um ein gutes Stück hinter der Defectgrenze, d. h. tief im Gebiete des Rindendefectes. Genug, meines Erachtens wurde bei der Operation das Gebiet der Sehphäre frontalwärts um mindestens 6—7 mm überschritten, m. a. W. der Defect erstreckt sich auf einen nicht unwesentlichen Theil der sogen. Augenregion (Zone F). Der Deutlichkeit halber wurde in den Figg. 2 u. 3 die eigentliche Ausdehnung der Sehphäre durch eine feine Linie angedeutet (Sg.).

Lateralwärts fällt die Grenze des Defectes mit der Sehphäregrenze so ziemlich zusammen. Die medialen und caudalen Grenzen liessen sich wegen der oben erwähnten Verlöthungen der beiden Hinterhauptslappen und ihrer Decken am nicht geschnittenen Präparate nicht genau feststellen.

Was die secundäre Erkrankung der den Defect umrahmenden Rinde anbetrifft, so zeigt sich schon makroskopisch, namentlich nach Ablösung der Pia, dass vor Allem das Rindengebiet an der frontalen Grenze des Defectes (im vorderen Areal der Augenregion) in einer Breite von 5 und 6 Mm. gelb verfärbt und von etwas weicherer Consistenz als die gesunde Umgebung ist; lateral- und caudalwärts erscheint indessen die Hirnrinde in der Umgebung des Defectes makroskopisch ganz normal. Von irgend welchen durch die Operation bedingten wesentlichen Verschiebungen der Windungen und Furchen konnte, abgesehen einer allgemeinen Retraction, wie Figg. 2 und 3 zeigen, wenig constatirt werden.

Dieses Gehirn wurde in Müller'scher Flüssigkeit gehärtet und von

Herrn Dr. Donaldson*) in frontaler Richtung geschnitten. Die Schnittreihe umfasst das Gehirngebiet von der vorderen Commissur an bis zur Medulla oblongata. Die Behandlung der Schnitte geschah theils nach der Weigert'schen Methode, meist aber unter Anwendung der bekannten Carmintinction; einzelne Schnitte wurden auch mit Indulin, Eosin und anderen Anilinfarben tingirt.

Bei der Untersuchung des Gehirns wurde ein Hauptgewicht gelegt auf die Ausdehnung des operativen Defectes innerhalb der verschiedenen Schnittebenen. Um den Rindendefect möglichst anschaulich zur Darstellung zu bringen, habe ich in den Abbildungen der Schnitte die defecten Windungen nach einem normalen Hundehirn so ergänzt, dass die abgetragene Partie als schraffirtes Feld sofort richtig gewürdigt werden kann.

Wie weit erstrecken sich nun die directen Spuren der Rindenabtragung unter Bezugnahme auf den Sehhügel, das Corpus striat. und die basalen Partien des Gehirns? Die Hirnrinde erscheint auf den Schnittpräparaten erst in denjenigen Frontalschnittebenen vom Messer unberührt, wo der Thal. opt. in seinem vorderen Drittel getroffen wird und das Tub. cinereum in seinen vordersten Abschnitten in die Schnittfläche fällt; m. a. W. die Schnittebene liegt hart der caudalen Partie des Chiasma an und trifft das Tub. ant. des Sehhügels so ziemlich in der Mitte. Von dieser Ebene an erstreckt sich der Hirnrindendefect, in caudaler Richtung an Tiefe etwas zunehmend, bis zur Hinterhauptsspitze. Der Defect ist beiderseits ziemlich symmetrisch und umfasst, wie bereits mitgetheilt, die beiden oberen Windungen (SSP., ENL., EL., SSY.) vollständig, während die 3. (ecto-sylvische) Windung nur im dorsalen Abschnitt und meist nur oberflächlich abgetragen erscheint. Die Grenzlinie zwischen dem Defect der letzteren und der nicht lädirten lateralen Umgebung ist eine auffallend scharfe; nach einem $\frac{1}{2}$ —1 Mm. breiten degenerirten Saum beginnt die laterale Hirnrinde ein ganz normales Aussehen zu gewinnen (Fig. 5). Weitaus der grösste Theil der ecto-sylvischen Windung ist histologisch ganz normal.

Der Gyr. forn. (Gyr. supra-callosal von Langley [forn. Fig. 5]) ist in den vorderen Schnittebenen beiderseits nirgends verletzt, auch zeigt derselbe, namentlich rechts, meist eine ziemlich normale Structur, dagegen erscheint er in der Richtung der Defecthöhle etwas verschoben und ist sein Markkörper stellenweise degenerirt. In den mehr caudal liegenden Ebenen ist der Gyr. forn. links zum grossen Theil mit abgetragen auch finden sich seine Reste in derbe bindegewebige Massen (verdickte Pia) eingebettet, doch sind diese Reste stellenweise im Bau noch ganz normal. An der Uebergangsstelle des Gyr. ornicat. in den Gyr. Hippoc. (Gyr. uncin. von Langley) zeigt sich links ein bis zum Ammonshorn reichender Defect (Fig. 6), während rechts die bezügliche Partie vom Messer ganz verschont wurde. Im Weiteren ist links auf der medialen Seite der Gyr. splen. und postsplen. völlig abgetragen, bis zum Sulc. callosal-marginal. (splen. fissure, Langley), rechts dagegen sind diese Windungen in der Ausdehnung

*) Gegenwärtig Docent für Psychologie an der John Hopkin's University in Baltimore.

von etwa 6 Mm. Breite stehen geblieben und weisen sogar einzelne histologisch normal aussehende Partien auf.

Die Seitenventrikel, die stellenweise beträchtlich erweitert sind, wurden nirgends auch nur im geringsten bei der Operation lädiert, sie werden an denjenigen Stellen, die der Schesphäre entsprechen, von einer ziemlich derben bindegewebigen Platte (SMD. Fig. 6 u. 7), in der sich Reste von degenerierten Nerven finden und die aus den degenerierten Residuen des Hemisphärenmarks sowie dem verdickten Ventrikelependym besteht, gänzlich abgeschlossen.

War die Hirnrinde in der lateralen Umgebung des Defectes durchweg nahezu normal, so liegen die Verhältnisse im Feld der sog. Augenregion, d. h. an der frontalen Grenze jenes ganz anders. Schon makroskopisch fiel da die veränderte Färbung der Rinde auf; bei der Betrachtung der Schnitte mit Loupenvergrößerung war es unverkennlich, dass die sekundäre Veränderung sich weit über die Schnittgrenze dahinzog; erst in den Schnittebenen, welche durch die vordere Commissur und die caudalsten Abschnitte der Nn. optici geführt wurden, m. a. W. in Ebenen, die weit jenseits des Thal. opt. lagen und wo bereits das Septum pelluc. in die Schnittebene fiel, war die Hirnrinde der beiden oberen Windungen gänzlich normal. Von hier beginnend, in caudaler Richtung, zeigten sich sowohl in der Rinde als im Mark (gegen die Schnittgrenze an Intensität stetig zunehmend bis zur totalen Erweichung) sekundäre Degenerationen, so dass man nicht zu viel sagt, wenn man erklärt, dass weitaus der bedeutendere Abschnitt der Augenregion eine völlig veränderte Struktur zeigte und jedenfalls auch in nur geringem Grade functionsfähig war.

Was die innere Capsel anbetrifft, so sind ihre vorderen zwei Drittel ganz weiss und völlig normal, erst in denjenigen Abschnitten derselben, welche der caudalen Hälfte des Thal. opt. anliegen, zeigen sich degenerative Veränderungen, die caudalwärts successive zunehmen. In den caudalsten Partien und zwar im dorsalen Abschnitt derselben findet sich nicht eine einzige normale Faser, während hier ventralwärts noch dichte weisse Züge verlaufen, die zweifelsohne dem Temporallappen entstammen. Am intensivsten ist die Degeneration in den Schnittebenen des Pulvinars (Fig. 5 M.). Hier ist auch die Continuität des degenerierten Hemisphärenmarks (den abgetragenen Windungen angehörend) und der hinteren Capsel ganz evident (Fig. 5, J. u. M.). An Präparaten mit Weigert'scher Färbung blieb die bezügliche Partie blass, obwohl auch hier noch einzelne normale Markscheiden mit der charakteristischen Färbung sichtbar waren; an Carminpräparaten trat die Tieffärbung der degenerierten Stellen in sehr auffallender Weise zu Tage (vgl. Fig. 5, wo die Farbennuancierungen naturgetreu sind). Das sagittale Occipitalmark an der sog. Balkentapete (der dorsale Abschnitt der Gratiolet'schen Sehstrahlungen) ist völlig geschrumpft und degeneriert, während das sagittale Temporalmark (ventral. Abschnitt der Gratiolet'schen Str.), welches die Projectionsfasern aus dem Corp. gen. int. führt, ganz normal ist; die Grenze zwischen beiden ist in Folge der De-

generation jenes an Carminpräparaten eine auffallend scharfe (vgl. Fig. 6, SMd. u. SMv.). Auch die Gitterschicht (gitt., Fig. 5) erscheint in den caudalen Ebenen des Thal. opt. zum Theil recht entartet. Wie weit die Degeneration in der inneren Capsel sich erstreckte, darüber giebt unter Anderem auch der Pedunculus, der bis auf einen schmalen lateralen Abschnitt völlig normal ist (Fig 5, P.), Auskunft, m. a. W. nicht nur der Pyramidenfascikel, sondern auch der dem Parietalhirn entstammende und im Pedunculus lateral von diesem liegende Faserzug sind auch innerhalb der inneren Capsel ganz frei.

Der Balken ist auf sämtlichen Querschnitten im Bereich des Hemisphärendefectes degenerirt und geschrumpft (Fig. 5, B.), während derselbe in den frontalen Abschnitten*) gänzlich normal ist und nur etwas schmal. An den Uebergangsstellen des Rindendefectes ist seine Degeneration auf einzelnen Schnitten eine partielle.

Auf das Verhalten der Associationsfasern der abgetragenen Windungen, die mehrfach beträchtliche Degenerationen zeigten, will ich hier nicht näher eintreten, weil die bezüglichen Bilder nicht sehr klar sind und bemerke nur im Allgemeinen, dass jene in weitem Umfange Entartungen verathen.

Der als Balkentapete bezeichnete Faserzug, welcher die Associationsfasern zwischen Vorder- und Hinterhauptshirn führt und dem Balken medial-ventral (auf Frontalschnitten) anliegt, ist hier ebenfalls und beiderseits degenerirt. In Fig. 5 ist das bezügliche Feld nicht deutlich differenzirt, es liegt innerhalb des Feldes M. seitlich vom Ventrikel.

Die vordere Commissur ist ganz normal, färbt sich mit Carmin hell und ist ebenso umfangreich wie bei einem gesunden Gehirn.

Thalamus opticus. Die vorderen Abschnitte desselben sind ganz normal, höchstens im Tub. ant. finden sich einige kleine, auf Degeneration verdächtige Ganglienzellen. Der mittlere Kern (inn., Fig. 5) ist ganz gesund, desgleichen der ventrale und der laterale Kern. Dieser letztere ist in den vorderen Abschnitten des Sehhügels auch durchweg begrenzt von einer normalen Gitterschicht, in den caudalen dagegen von einer degenerirten. Das Pulvinar ist beiderseits ganz symmetrisch entartet (Fig. 5, Pu.); die Degeneration dieses Gebildes, die sich direct in die innere Capsel und das Hemisphärenmark verfolgen lässt, springt auf Carminpräparaten sofort in die Augen, während sie an Präparaten mit Weigert's Färbung nicht so klar ist. Bei Betrachtung mit stärkeren Vergrößerungen ergibt sich, dass in dem degenerirten Felde nicht eine einzige normale Ganglienzelle zu finden ist: man sieht hier nur in einem derben stellenweise fibrillären Netzwerk eine hochgradige Anhäufung von Kernen und ab und zu geschrumpfte Residuen von Ganglienzellen; die Grundsubstanz ist derb faserig, stellenweise zerklüftet. Die Gefässe sind auffallend zahlreich und zeigen oft verdickte Wandungen. Auffallend ist die scharfe Grenze zwischen normalem und degenerirtem Gewebe in dieser Partie des Sehhügels, unmittelbar an der

*) Von der Gegend des Chiasmas an.

Peripherie des degenerirten Pulvinars liegen beiderseits ganz normale Ganglienzellen in zarte Grundsubstanz eingebettet.

Auch die in der Umgebung des vorderen Zweihügels liegende und offenbar dem hinteren Kern angehörende Partie des Sehhügels sowie das sogenannte laterale Mark des Corpus geniculatum externum (an Carminpräparaten normaler Hundegehirne als breites weisses Feld imponirend) sind beträchtlich degenerirt und färben sich mit Carmin ganz dunkel. — Eine nicht minder intensive Degeneration verräth das Corpus gen. externum und zwar beiderseits auch ganz symmetrisch. Dieser Körper zeigt sich auch beim Hunde im Unterschied zu den bezüglichen Verhältnissen bei der Katze nur auf einer kurzen Strecke in die reticuläre Substanz lateral von der caudalen Sehhügelpartie eingebettet, der grössere Abschnitt desselben liegt dem Sehhügel kappenartig an und zwar dorsal-lateral. An diesem letzteren Abschnitt lassen sich namentlich in den vorderen Ebenen zwei Zellengruppen abtrennen, eine dorsale kleinere und eine ventrale grössere (die Trennung geschieht zum Theil durch Tractusfasern, zum Theil jedenfalls auch durch Rindenprojectivfasern). Diese beiden Zellengruppen (Fig. 22, Corp. genic. ext. a_1 und Corp. genic. ext. b_1) verhalten sich mit Rücksicht auf die secundäre Degeneration ganz verschieden, denn der dorsale Kern wird von letzterer so gut wie verschont, während der ventrale eine nahezu ebenso intensive Veränderung verräth wie das Pulvinar; nur in einem schmalen ganz ventral liegenden Saum lassen sich hier einzelne normale Ganglienzellen erkennen. Im vorderen „eingekeilten“ Abschnitt des äusseren Kniehöckers (Corp. gen. ext. b, Fig. 14), d. h. in derjenigen Region, welche Tartuferi irrthümlicher Weise*) für das Pulvinar hält (das grosse dorsale Ganglion v. Gudden beim Kaninchen) ist die Degeneration eine partielle, doch ist die Zahl der erhalten gebliebenen Ganglienzellen eine recht kleine. Von den dem äusseren Kniehöcker eigenthümlichen Laminae medullares ist beinahe nichts mehr zu erkennen, auch der Stiel des Corp. gen. ext. (Ganser), welcher zum Theil in der caudalen Gitterschicht (Fig. 5, gitt.) verläuft, ist sehr beträchtlich degenerirt. Zu bemerken ist noch, dass ein ventral vom Corp. genic. ext. ziehender Faserzug, der jedenfalls Fasern zum inneren Kniehöcker und vielleicht auch zum vorderen Zweihügel führt (Fig. 22, gitt., hier normal), theilweise etwas entartet ist; die Mehrzahl der zum Corp. gen. int. ziehenden Fasern ist indessen ebenso wenig wie dieser Körper selber pathologisch verändert.

Beide vorderen Zweihügel erscheinen etwas flach; die sie bedeckende Pia ist verdickt. Die Ependymschicht enthält auffallend viele Spinnenzellen und Gefässe mit verdickten Wandungen. Die Zahl der Fasern im mittleren Mark erscheint entschieden reducirt, degenerirte Faserquerschnitte sind aber nicht zu finden. Die Ganglienzellen im mittleren Grau anscheinend normal, während sich im oberflächlichen Grau einzelne exquisit degenerirt zeigen; die Mehrzahl ist jedenfalls nicht abnorm. Das oberfläch-

*) Vergl. auch Forell l. c.

liche Mark ist etwas schmal, enthält aber fast lauter normale markhaltige Fasern.

Was den Tractus opt. anbetrifft, so sind, wie bereits bemerkt, die Hemisphärenbündel (Projectionsfasern aus primären Opticuscentren) degenerirt, sie liegen dem Pedunculus an. Der Tract. optic. selber erscheint auf allen Schnitten auffallend schmal, auch zeigt er überall eine ziemlich ausgesprochene Verbreiterung der bindegewebigen Septa sowie Kernanhäufung, weshalb sich seine Tinction mit Carmin durchweg etwas dunkel gestaltet; die Nervenfasern sind aber in der grössten Mehrzahl normal. Ganz ähnliche Verhältnisse finden sich im Chiasma und in den Nn. optici. Weitaus die meisten Fasern in den letzteren sind normal. Die Septa sind aber recht derb und die Scheide der Optic. ist wesentlich verdickt.

Alle übrigen Hirnregionen (Ammonshorn, Fornixsäulen, Regio subthalamica, Corp. striatum, Linsenkern, Luys'scher Körper, Tubera cinerea, Kleinhirn, Brücke etc. etc.) sind frei von klaren secundären Veränderungen. Dagegen ist das Ependym sämtlicher Ventrikel ziemlich stark verdickt, auch die Pia an der Basis erscheint stellenweise verdickt und adhärent.

Hinsichtlich des Charakters der secundären Veränderungen in den Faserzügen muss bemerkt werden, dass die Markscheiden meist zerfallen waren und dass die Glia eine sehr beträchtliche Wucherung zeigte, so dass oft ganz auffallend dichte Kernhaufen gefunden wurden; an einzelnen Stellen waren die Nervenfasern gänzlich resorbirt und an ihrer Stelle fand sich derbes welliges Bindegewebe mit massenhafter Kerneinlagerung. Spinnenzellen zeigten sich in diesem Präparat, wo es sich ja um ganz alte Processe handelte, verhältnissmässig nur selten.

b) Hund 0115. Die rechte Sehsphäre wurde den 3. März 1886, die linke den 14. April extirpirt. „Die beabsichtigte Totalexstirpation, theilt Herr Prof. Munk in dem Begleitschreiben mit, ist nicht ganz gelungen. Der Hund hat aber nur noch äusserst wenig gesehen, und zwar mit den inneren oberen Retinapartien. Keine anderen Sinnesstörungen (keine Bewegungsstörungen). Normale Heilung und stete Gesundheit“. Herr Prof. Munk spricht die Vermuthung aus, dass bei diesem Gehirn der Defect an der medialen Seite nicht so weit nach vorn sich erstreckt, wie beim Hunde 08. Am 22. September 1886 wurde der Hund getödtet. Dieses Präparat wurde mir ebenfalls unlädirt und zum Theil in die Dura mater noch eingebüllt gesandt, 8 Wochen nach der Section. Härtung in Müller'scher Flüssigkeit.

Makroskopischer Befund: Nach vorsichtiger Freilegung der Hirnoberfläche constatirt man im Gegensatz zum vorher mitgetheilten Präparat, dass die Pia ausserhalb des Operationsgebietes überall zart und durchsichtig ist und nirgends Adhärenzen zeigt, mit Ausnahme eines ca. 2 Mm. breiten Saumes, welcher den Defect begrenzt. Die Gefässe der Basis normal. Die Nn. optici sind weiss und frei von bindegewebigen Adhärenzen, beide gleich gross, ein wenig schmal. Die den Defect umgebende Hirnrinde von normalem Aussehen. Das Gehirn ist voluminöser und schöner gebaut als bei 08.

Die Grenzen des operativen Defectes lassen sich wie folgt darstellen: In sagittaler Richtung erstreckt sich derselbe links von der angenommenen Occipitalspitze (dieselbe war mitabgetragen) an bis ca. 7—8 Mm. audal von dem Vereinigungswinkel der Fissura ansata und coronaria; rech's ebenfalls, nur ist hier der vordere Abschnitt der suprasplenischen Windung vom Messer grösstentheils verschont worden (Fig. 8 SSP.). Was die Tiefe der Abtragung anbetrifft, so erscheint die Rinde in den vorderen Abschnitten nur oberflächlich lädirt, caudalwärts nimmt die Tiefe stetig etwas zu. Der Boden des Rindendefectes ist leicht gelb verfärbt, aber von derber Consistenz auch ist er strang- und bandförmige, mitunter ziemlich leicht lösbare Adhärenzen mit der Dura und der Galea verwachsen. Die Defectränder sind etwas wallartig abgehoben.

Im Gegensatz zum Präparat 08 erscheint die Pia auch an der medialen Partie der Hemisphären (im Gebiet des Hinterhauptshirns) ziemlich zart und ist hier von einer Verlöthung der letzteren nicht die Rede, man kann hier vielmehr schon makroskopisch die Beschaffenheit der medialen Partien des Occipitalhirns gut beurtheilen.

Was die lateralen Grenzen des Defects anbetrifft, so reichen dieselben nicht so weit, wie beim Hund 08. Allerdings hat sich der Temporallappen in Folge des Sehsphärenausfalls nach oben etwas verschoben, es lässt sich aber an den erhaltenen Windungen mit Bestimmtheit feststellen, dass namentlich in den vorderen Abschnitten der Sehsphäre die lateralen Partien beiderseits in nicht unbeträchtlicher Ausdehnung stehen geblieben sind (vergl. Figg. 8 und 9); die ectosylvische Windung ist nämlich nur ganz oberflächlich lädirt und die hintere suprasylvische nur in ihren dorsalen Partien und ebenfalls oberflächlich. Die Differenz mit der lateralen Defectgrenze bei 08 ergibt etwa 4—6 Mm. zu Ungunsten von 0115.

Die mediale Grenze ist links und rechts nicht ganz symmetrisch. In den vorderen Partien links ist von der suprasplenischen Windung nur ein ganz kleiner Keil erhalten*) (Fig. 8, SSP.), während rechts ein wesentlich mächtigerer zu constatiren ist (er reicht bis zum caudalen Drittheil des Defects) (Fig. 8, SSP.). Die detaillirte Behandlung des operativen Defectes wird bei der Besprechung der Serienschritte stattfinden.

Auch dieses Gehirn wurde nach Härtung in Müller'scher Flüssigkeit in eine Frontalschnittreihe zerlegt. Bei der Durchmusterung letzterer finden sich in frontaler Richtung die durch das Messer gezogenen Grenzen in den Ebenen des vorderen Drittheils des Sehhügels und des Chiasmas; der Rindendefect ist hier aber überall ein ziemlich oberflächlicher (vergl. Fig. 9 und 10), namentlich gilt dies von der linken suprasplenischen und entolateralen Windung, die hingegen, da sie der Pia und der oberflächlichen Cortexschicht, mitsamt den Gefässnetzen beraubt war, ausgedehnte secundäre Erweichung zeigen (Fig. 10, SSP und ENL).

Die Tiefe der Rindenabtragung nimmt caudalwärts allmähig zu, jedoch

*) d. h. nur ganz oberflächlich lädirt.

ist sie nirgends so bedeutend wie bei Hund 08. Vor allen Dingen ist zu bemerken, dass beiderseits ziemlich symmetrisch der ventrale Abschnitt der suprasylvischen Furche von einer ganz normal gebauten Hirnrinde (theils der ectosylvischen, theils der suprasylvischen Windung angehörig) gebildet wird. In den Fig. 10—12 ist die bezügliche Partie mit ssy. bezeichnet. Das dieser Rindenstelle anliegende Mark ist zum Theil auch normal. Diese Rindeneinsenkung wurde somit beiderseits nicht abgetragen und ist auch secundär nicht zu Grunde gegangen. Der Defect in der ectosylvischen Windung ist ebenfalls ein sehr oberflächlicher und lässt sich auf einzelnen Schnitten, wo eine wenig tiefe keilförmige, bis in die Mitte der Windung reichende Excisionsstelle leicht erkenntlich ist (Fig. 9x.), unschwer richtig taxiren.

In den caudalen Abschnitten der Sehsphäre ist lateralwärts auch einiges von der suprasylvischen Windung nur oberflächlich abgetragen, einzelnes zur Sehsphäre gehörendes sogar stehen gelassen worden. Dasselbe gilt von der rechten suprasplenischen, die in den caudalen Partien abermals in ihrem ventralen Abschnitte stehen blieb (vordere Schnittebenen durch den vorderen Zweihügel), wo aber der Rest secundär schrumpfte. Im Grossen und Ganzen fallen indessen auch lateral die äussersten Defectgrenzen mit der Ausdehnung der Munk'schen Sehsphäre zusammen.

Am besten orientirt man sich über den wahren Umfang und Dicke des Rindendefectes an den Figg. 8—13; in den Fig. 10—13 ist der Defect nach Schnitten eines nicht operirten Hundegehirns ergänzt; die schraffirten Stellen illustriren die wahrscheinliche Dicke der abgetragenen Rindenfelder.

Einso wie bei 08 ist auch hier das Rindenfeld der sog. Augenregion in ziemlich weiter Ausdehnung secundär erkrankt. Die Ebene, wo die Rinde der beiden oberen Windungen wieder normal erscheint, durchschneidet die vordere Commissur, die Fornixschenkel an der Grenze ihres Eintritts in's Tuber cinereum und den vorderen Abschnitt des Chiasmus. Von dieser Ebene an nimmt die secundäre Schrumpfung der Rinde, stets auf die suprasplenische und entolaterale Windung beschränkt, gegen den operirten Rindendefect caudalwärts stetig zu. Die histologische Veränderung dieser Schrumpfung besteht darin, dass die Ganglienzellen, namentlich in den ventralen Schichten degenerirt sind, dass die Grundsubstanz verwaschen und zerklüftet aussieht und eine beträchtliche Kernwucherung sich vorfindet. Die Gefässe sind zahlreich verbreitet und meist verdickt. Die entarteten Rindenstellen sind schmal und färben sich mit Carmin tiefroth. Die Pia über denselben ist aber unlädert, nicht verdickt, doch erscheint die Ependymschicht mit derben Spinnenzellen durchsetzt.

Auch die dieser Rinde anliegende Marksubstanz ist in weitgehender Weise degenerirt. Auch hier erstreckt sich der degenerative Process lediglich auf das Gebiet der vorderen Abschnitte der (bei der Operation innerhalb der Sehsphäre nur oberflächlich verletzten linken suprasylvischen und entolateralen) Windungen (Fig. 10 und 11, ENL. und SSP.).

Eine secundäre Erkrankung der Hirnrinde zeigte sich lediglich in dem

soeben angeführten Gebiet, welches den Sehsphären defect frontal begrenzt; alle übrigen Defectgrenzfelder blieben von einer wesentlichen secundären Affection nahezu völlig verschont; namentlich war es auffallend, dass der Gyr. fornic. und die suprasylvische Furche bildende Rindenpartie beiderseits nahezu intact blieben, obwohl ja durch die Operation die Pia in weiter Ausdehnung abgetrennt wurde und diese Regionen eines wesentlichen Theiles der sie ernährenden Gefässe beraubt waren.

Also sowohl die der lateralen als die der medialen und caudalen Sehsphären grenze anliegenden Windungen waren bis auf einige unwesentliche direct traumatische Veränderungen gänzlich frei (vergl. die Fig. 9—13).

Was die weisse Substanz anbelangt, so war dieselbe auch im Bereiche der abgetragenen Sehsphäre durchaus nicht so allgemein ergriffen, wie man es hätte bei dem Umfange des Defectes erwarten sollen.

Zunächst waren die Balkenfasern im Gebiet des Occipitalhirns bedeutend, aber durchaus nicht total vernichtet (wie etwa bei 08), manche derselben waren sogar noch markhaltig. Das Verhalten der den Sehsphärenwindungen zugehörenden Associationsfasern war ein sehr eigenthümliches. Wo beide Ursprungscentren derselben abgetragen worden waren, da zeigten sich auch die entsprechenden Associationsfasern entartet, wo aber nur ein Centrum lädirt war, blieben diese meist normal. Die Associationsfasern zwischen der suprasylvischen und der ectosylvischen Windung waren beiderseits partiell entartet (Fig. 10, 11 und 14, n und d); es zeigten sich um die basale Rindenpartie der suprasylvischen Furche zwei concentrische Faserbündel, von denen das äussere degenerirt, das innere aber normal war (Fig. 14, n und d). Die Deutung ist sehr einfach: die degenerirten Fasern entstammen den oberflächlich abgetragenen Windungspartien (SSy. und ESy.) und die normalen den basalen unläderten Bezirken derselben Windungen; in der Rinde der letzteren blieben auch, wie ich es hier beiläufig bemerken will, sämtliche Ganglienzellenschichten völlig intact (dies ist nach meinen früheren Untersuchungen der beste Beweis, dass die zugehörigen Projectionsfasern ebenfalls unverletzt geblieben sind).

Was das der Balkentapete entsprechende sagittal verlaufende Associationsbündel anbelangt, welches Frontal- und Occipitalhirn mit einander verknüpft, und welches bei neugeborenen operirten Katzen nach Abtragung der Sehsphäre grösstentheils schwindet, so zeigte sich dasselbe nur stellenweise und unwesentlich degenerirt (Fig. 10 und 14, ass. occ.).

Die Seitenventrikel waren ziemlich beträchtlich erweitert, ihre Decken waren aber nirgends perforirt; in den nicht caudalen Partien der Sehsphäre (Schnittebenen Mitte des vorderen Zweihügels) zeigten sich namentlich rechts (Fig. 13, Pl. links), ähnlich wie bei Hund 08, die Reste des Hemisphärenmarks zu einer dünnen derben, total degenerirten Platte geschrumpft, welche die Ventrikel dorsal abschloss; links fand sich auch in den caudalen Partien überall noch etwas normale Rinde und Hemisphärenmark erhalten, weshalb die Decke einen mächtigeren Umfang zeigt (Fig. 13, rechts).

Projectionsfasern aus den infracorticalen Ganglien und letztere: Waren bei 08 an vielen Schnitten die degenerierten Stabkranzfaserzüge als geschlossene mit Carmin sich intensiv färbende Züge, die mit Leichtigkeit direct in die innere Capsel verfolgt werden konnten, wahrzunehmen, so liegen bei Hund 0115 die Dinge etwas anders. Hier war die secundäre Degeneration entsprechend der unvollständigen Abtragung der Sehsphäre weniger prägnant. Abgesehen jener den Seitenventrikel abschliessenden Platte finden sich die degenerierten und die den normalen Rindenpartien der Nachbarschaft (z. B. in der Gegend von SSY.) entstammenden, meist gut erhaltenen Faserzüge (auch Associationsfasern) ganz durcheinander gemischt, so dass von einem geschlossen degenerierten Faserzuge nur in der Gegend der hinteren inneren Capsel gesprochen werden kann. Dies gilt namentlich von den Schnittebenen durch das Pulvinar und Corpus genic. externum. Nichts destoweniger ist man bei Untersuchung der Präparate mit stärkeren Vergrösserungen und bei Vergleichung mit entsprechenden Schnittserien durch ein normales Hundegehirn überrascht über die Intensität des secundären Processes. Von der Defectstelle an trifft man im ganzen Stabkranz fascikelweise, in der Richtung gegen die hintere innere Capsel, entartete Faserbündel und in dieser letzteren ein dichtes degeneriertes Feld (Fig. 14, J.). Die entarteten Stelleu bestehen aus ganz feinen, mit Carmin sich dunkel färbenden, oft wellig verlaufenden Fibrillen, die der Markcheiden völlig beraubt sind; in ihren Verlauf sind zahlreiche Kerne (Kerngruppen und Kernreihen) eingebettet, hie und da aber auch feine Spinnzellen. In der hinteren inneren Capsel (J., Fig. 10 u. 11) ist die Ansammlung der Kerne eine massenhafte, auch ist die Zahl der Spinnzellen hier eine grössere; aber selbst mitten in diesem degenerierten Felde treten ab und zu noch feine Bündelchen normaler Fasern auf. Von Körnchenzellen konnte ich hier an Glycerinpräparaten nirgends eine Spur entdecken; allerdings fand die Untersuchung nur an Schnittpreparaten statt.

Am klarsten, elegantesten und einem Nachweise am leichtesten zugänglich war die Degeneration im sagittalen Marklager des Occipitallappens (Wernicke) oder in den Gratiolet'schen Strahlungen. Der ganze Faserzug, sofern er aus Projectionsfasern aus der Sehsphäre besteht, erscheint in toto degenerirt; nur selten findet sich in demselben eine normale Faser. Und an Glycerinpräparaten präsentiren sich in diesem Haufen von Körnchenzellen, die Carminfärbung ist hier selbstverständlich eine ganz auffallend dunkle. Haarscharf grenzt an diesen degenerierten Faserzug in ventraler Richtung ein ganz gesunder Faserquerschnitt, der ventrale Abschnitt der Gratiolet'schen Fasern (dem Temporalhirn entstammende Projectionsfasern führend). Die secundären Veränderungen sind beiderseits nahezu symmetrisch (Fig. 12 und 13, Smd. und Sma.).

In der inneren Capsel hört die Degeneration allmähig in den Schnittebenen durch den vorderen Abschnitt des Sehhügels auf, so dass von hier an capitalwärts das Feld jener durchweg weiss und ganz normal ist; die Grenze zwischen normalem und entartetem Gewebe ist auch in der frontalen Richtung ziemlich scharf.

An die Degeneration in der caudalen inneren Capsel schließt sich eine solche in einem kleinen Abschnitte der hinteren Gitterschicht (Fig. 14, gitt.) und in sehr ausgesprochener und scharf begrenzter Weise im Pulvinar und Corpus gen. externum, beiderseits symmetrisch. Von einer Volumsverkleinerung dieser letzteren Gebilde ist hier nicht die Rede, ja es sehen dieselben makroskopisch nicht einmal sehr wesentlich verändert aus; nur die etwas dunkle Carmin-tinction in demselben erscheint verdächtig. Um so überraschender sind aber auch hier die Bilder bei mikroskopischer Betrachtung.

Auf sämtlichen Querschnitten zunächst durch das Pulvinar*) finden sich normale Ganglienzellen nur ganz vereinzelt; die meisten sind zu kleinen formlosen Klümpchen geschrumpft (vergl. Fig. 10—14, Pu. d. und Fig. 19), dabei ist das Gewebe massenhaft durchsetzt von Spinnenzellen (Fig. 19 a.), die ganze Nester bilden. Ausserdem finden sich hier zahlreiche Kerne (mit den Spinnenzellen häufig verlöthet). Trotzdem ist die Grundsubstanz stellenweise noch leidlich erhalten, auch zeigen sich noch ab und zu markhaltige Nervenfasern (durchsetzende Fasersysteme). Die Gefässe sind zahlreich und häufig verdickt und kernreich.

Ganz ähnliche Veränderungen sind auch im Corpus gen. extern. und zwar ebenfalls beiderseits symmetrisch zu constatiren, jedoch nur in jenen Abschnitten, die auch bei 08 krank waren. Die mit C. gen. ext. a. u. a_1 (Fig. 11, 12 u. 14) bezeichneten Partien desselben (vordere Ebenen) sind nahezu ganz frei**), während C. gen. ext. b. u. b_1 dasselbe Bild verathen wie das entartete Pulvinar (Pu. d.). Die ventralen Partien dieser letzteren sind minder auffallend verändert als die dorsalen. Die Marklamellen des C. gen. ext. b_1 sind noch zu erkennen, sie erscheinen aber verwischt. Zahlreiche Spinnenzellen finden sich nur dort, wo Faserbündel in dichter Reihe einstrahlen. Während weitaus die meisten Ganglienzellen sclerosirt erscheinen und überall dichte Gliakernhaufen sich präsentiren, zeigt sich die Grundsubstanz ähnlich wie beim Pulvinar nur partiell entartet, wenigstens in den basalen Abschnitten, und auch hier ziehen noch viele (feinere und derbere) markhaltige Nervenfasern (dem Tract. opt. meist angehörend) durch.

In den vorderen Zweihügeln zeigte das mittlere Mark keine deutlich nachweisbaren degenerativen Veränderungen, dagegen waren im oberflächlichen Grau auffallend viele Spinnenzellen und auch einzelne degenerirte Ganglienzellen; klare Bilder mit scharf umschriebenen entarteten Zellgruppen fanden sich aber nicht, so dass der Befund hier als ein zweifelhafter angesehen werden muss. Die Pia über dem vorderen Zweihügel war ziemlich zart. Jedenfalls fand sich in keiner der Schichten des letzteren eine bemerkenswerthe Volumensreduction.

*) d. h. durch die mehr ventralen Partien desselben (caudale Schnittebenen); die dorsalen (Pu., Fig. 11, 12 und 14) sind ziemlich intact. In den frontalen Schnittebenen erscheint das ganze Pulvinar krank.

**) Im C. gen. ext. a_1 finden sich allerdings einzelne Ganglienzellhaufen entartet.

An den Tractus optici fand sich wenig Abnormes. Dieselben waren wesentlich voluminöser als bei 08. Die Fasern waren markhaltig und verriethen nur eine mässige Kernansammlung; nur die sog. Hemisphärenbündel, ventral von der caudalen Gitterschicht, erschienen partiell entartet. Die Nn. optici waren etwas schmal, aber weiss, die Fasern erschienen markhaltig, die Septa fielen durch ihre Breite etwas auf, auch fanden sich dann und wann Spinnzellen. Von einer ausgesprochenen Degeneration war somit hier nicht die Rede.

Das übrige Gehirn war ganz gesund.

c) Hund 03. Linke Sehsphäre operirt 2. Januar 1885, rechte 4. Februar 1885.

„Heilung vollzog sich gut, vom 6—8. Januar und auch am 11. und 12. Februar bot das Thier leichte meningitische Erscheinungen, erholte sich jedoch bald. Es war absolut blind. Am 20. März stiess er mit dem Hinterhaupte, als er sich in die Höhe richtete, an eine überstehende Tischplatte und wurde am folgenden Morgen comatös gefunden. Am 23. März wurde es durch Verblutung getödtet“ (Bericht des Herrn Prof. Munk). Härtung des Gehirns in Müller'scher Flüssigkeit. Am 18. Mai 1885 kam ich in den Besitz dieses Präparates, das mir ebenfalls in den uneröffneten Hüllen zugestellt wurde.

Die Besichtigung der Hirnoberfläche nach Beseitigung der Dura und nach vorsichtiger seitlicher Freilegung des Rindendefectes ergab, dass die Pia in frontaler Richtung in der Nachbarschaft der Operationsgrenze etwas verdickt und adhärent war, im Uebrigen erschien sie zart und leicht abziehbar. Die Gefässe der Basis boten nichts Abnormes dar. Die sehr derben bindegewebigen Adhärenzen über dem mittleren Rindendefect wurden nicht gewaltsam gelöst, sondern es wurde das Gehirn unter Belassung dieser geschnitten. Es wurde eine Schnittreihe in frontaler Richtung von der vorderen Commissur an bis zu den Schnittebenen durch den hinteren Zweihügel verfertigt.

Leider unterliess ich es, vom unversehrten Gehirn mir eine Skizze zu machen. Die operativen Grenzen deckten sich hier aber so ziemlich, mit denen beim Gehirn 08 und auch 0115. Die frontale Grenze lag auch hier noch innerhalb der sogenannten Augenregion, d. h. etwa 8—9 Mm. hinter der Vereinigungsstelle der Fissura ansata und coronaria (der Frontalschnitt an der vorderen Grenze des Rindendefectes durchschneidet das Chiasma und den vordersten Abschnitt des Sehhügels). Die suprasplenischen und entolateralen Windungen wurden in der ganzen Ausdehnung der Sehsphäre vollkommen bis zum Sulc. callosomarginal. mitsammt ihrer Marksubstanz, abgetragen; die ectolateralen und suprasylvischen Windungen wurden in dessen rechts (ähnlich wie bei 0115) in den vorderen Abschnitten nur oberflächlich abgetrennt, so dass die basalen Theile der Rinde um die suprasylvische Furche unlädirt geblieben ist (Fig. 15 SSY.). Links dagegen drang in den caudalen Abschnitten das Messer zu sehr in die Tiefe und eröffnete in ziemlicher Ausdehnung den Seitenventrikel (Fig. 15 x₁); trotzdem war die Rinde der ectosylvischen Windung nicht vollständig abgetragen. Auch rechts

war in den vorderen Schnittebenen der Seitenventrikel etwas lädirt. Der Gyr. fornic. war rechts intact, links dagegen in ziemlicher Ausdehnung abgetragen (Fig. 15, forn.).

Was nun die secundären Veränderungen anbetrifft, so fanden sich zunächst auch hier die Rindenpartien frontal vom Sehsphären defect in einer ähnlichen Ausdehnung wie bei 08, nur nicht in so intensiver Weise entartet; eine eigentliche Erweichung fand sich nicht vor. Erst in den Schnittebenen durch die vordere Commissur und die ersten Abschnitte der Nn. opt. erschienen die Gyri supraplen. und entolateral. normal.

Auch der ventrale (zurückgebliebene) Theil des linken Gyr. forn. war secundär geschrumpft, desgleichen eine Strecke lang die laterale linke Grenze (Gyr. suprasylvic.), etwa in der Dicke von 3 Mm. (Fig. 15). Alle übrigen Rindenpartien erwiesen sich als normal; ganz speciell sei auch hier auf die Erhaltung der Rinde um die Furche ssy. (Fig. 15) nebst Mark aufmerksam gemacht.

Auf der linken Seite zeigt sich in der Umgebung der tiefen Hemisphärenläsion das Mark in toto stark entartet; auch das Ependym des erhaltenen Seitenventrikels ist beträchtlich verdickt. Die Ventrikelhöhle war hier bedeckt direct von der Dura und Galea. Im Uebrigen ist das Hemisphärenmark weniger degenerirt als bei 0115. Rechts durchsetzen sich normale und entartete Fasern derart, dass die Degeneration überhaupt schwer nachweisbar ist. Dass sie überhaupt vorhanden ist, ergibt sich mit Bestimmtheit aus den Bildern in der inneren Capsel, namentlich links. Die rechte innere Capsel (später operirte Seite) verräth unwesentliche Veränderungen, nur hier und da stösst man auf Spinnenzellen und marklose Faserfascikel. Rechts ist der Entartungsprocess überhaupt nicht sehr ausgesprochen. Dem entsprechend ist das r. Corp. genic. extern. und das r. Pulvinar durchaus nicht so intensiv degenerirt wie bei Hund 08 oder 0115, obwohl auch hier die Degeneration, rechts wenigstens, sich auf Pud u. Corp. gen. ext. b. u. b₁ beschränkt. Links, wo der Rindendefect viel ausgesprochener ist, erscheint die Entartung ebenfalls intensiver und zeigt sich neben Corp. gen. ext. b. u. b₁ auch C. gen. ext. a. deutlich degenerirt; wahrscheinlich hängt dies mit der Läsion des Gyr. forn. zusammen.

Klarer und ausgeprägter ist die Degeneration im sagittalen Marklager, namentlich links; hier ist auch die Grenze zwischen dem degenerirten dorsalen und dem normalen ventralen Feld eine ziemlich scharfe. Auf beiden Seiten finden sich aber im degenerirten Abschnitt auch noch markhaltige Nervenfasern. Einzelne Körnchenzellen und Corpora amylacea sind hier links zu constatiren.

Im Arm des vorderen Zweihügels finden sich beiderseits entartete Fasern, namentlich ist die Markzone im Sattel zwischen vorderem Zweihügel und Corp. gen. int. deutlich, wenn auch aber nur partiell degenerirt. Der Tract. opt. ist beiderseits schmal, im Uebrigen aber ebenso wie die Nn. optici ohne charakteristische Veränderungen. Höchstens erscheint in beiden Faser-

zügen die Glia etwas gewuchert (beim Vergleich mit einem gesunden Hundehirn).

Der vordere Zweihügel selbst verräth einzelne auf Entartung verdächtige Stellen, unter Anderem auch im oberflächlichen Grau; das mittlere Mark liegt aber beim Hund in zu zerstreuten Fascikeln und ist überhaupt zu wenig scharf differenzirt, als dass man sich über sein Verhalten ein ganz präcises Urtheil bilden könnte. Die Pia über dem Zweihügel erscheint leicht verdickt, auch ist die Ependymschicht des letzteren etwas breit und mit dichten Spinnzellenreihen ausgefüllt.

Der Balken erscheint in nur geringem Grade degenerirt; es finden sich in demselben neben marklosen auch eine ganze Reihe von markhaltigen Nervenfasern. Die Gliawucherung in demselben ist eine mässige. Dasselbe gilt von den Associationsfasern.

Hinsichtlich des Charakters der secundären Degeneration im Corp. gen. ext. und Pulvinar sei noch hinzugefügt, dass sich hier die Grundsubstanz nahezu normal erwies, dass auch Spinnzellen selbst im lateralen Mark dieser Gebilde sich spärlich zeigten, dass dagegen das Bild der Schrumpfung der Ganglienzellen ein ausserordentlich instructives war. Alle Stadien der Sclerose dieser Elemente waren vertreten; vor allen Dingen zahlreich waren hier Ganglienzellen mit bedeutender Einbusse des Zellenleibes und Verlust der Fortsätze, aber mit leidlich gut gebautem Kern.

Die übrigen Hirnregionen (Corp. gen. int., vordere Sehhügelpartie, Pedunculus, Schleife etc.) sind ganz normal.

Wenn ich in Kürze die wesentlichsten Resultate aus der im Vorstehenden mitgetheilten pathologisch-anatomischen Untersuchung zusammenfasse, so ergibt sich, dass nach Abtragung der Sehsphäre bei allen vier Thieren ganz auffallend übereinstimmende secundäre Veränderungen sich zeigten: 1. im Markkörper (Stabkranz und andere Fasersysteme) der abgetragenen Windungen und in den entsprechenden Partien der caudalen inneren Capsel, 2. in einzelnen frontal vom Rindendefect gelegenen Windungen, und 3. im Pulvinar, Corpus geniculatum externum und vorderem Zweihügel. In den Tractus und Nn. optici waren sichere Veränderungen nur bei Hund 08 zu constatiren.

Es zeigten sich somit nach Eingriffen in die Sehsphäre beim erwachsenen Thier zum Theil ganz ähnliche Veränderungen in der optischen Bahn, wie bei neugeborenen operirten, und es gingen auch hier vor Allem die sogenannten primären optischen Centren in weiter Ausdehnung zu Grunde. Eine gewisse Abhängigkeit in der Ernährung der letztgenannten Gebilde von der Rinde des Occipitalhirns schien mir allerdings seit langem, hauptsächlich im Hinblick auf die Versuchsergebnisse an neugeborenen Thieren, auf einige früher beobachtete Fälle vom Menschen sowie im Hinblick auf die Unter-

suchungsergebnisse, die Langley*) an jenem Londoner Hund von Goltz gewonnen hatte, und entgegen den Annahmen von v. Gudden, sehr wahrscheinlich; dass aber diese secundären Veränderungen nach Abtragung des Sehsphäre so rasch und prompt eintreten würden und dass sie einem Nachweis (besonders im Corp. gen. ext. und Pulvinar) so leicht zugänglich sein würden, das hatte ich nicht so bestimmt erwartet.

Daran ist wohl nicht zu zweifeln, dass es sich zunächst im Hemi-sphärenmark und in der inneren Capsel bei allen vier Thieren um eigentliche secundäre Degenerationen, wie sie täglich an den langen Bahnen des Rückenmarks (aber meist nur in einer Richtung) beobachtet werden, gehandelt hat; dafür sprechen nicht nur die zum Theil identischen histologischen Bilder, sondern auch die Beschränkung des Processes auf dieselben auch grob anatomisch leicht abgrenzbaren Bahnen, die Continuität desselben, die strenge Symmetrie in der Localisation der Erkrankung bei beiderseitigen Eingriffen und die scharfe Begrenzung der entarteten Partien durch normales Gewebe in der inneren Capsel.

Allerdings muss hervorgehoben werden, dass die histologischen Bilder, in denen sich die Degeneration präsentirte, nicht bei allen Thieren und nicht in allen ergriffenen Partien genau dieselben waren; es treten da gewisse, für die Pathogenese des Entartungsprocesses nicht uninteressante Verschiedenheiten zu Tage, die an dem Hauptcharakter desselben nichts ändern, die aber klar gelegt zu werden verdienen.

Wie wir gesehen haben, unterschied sich das entartete Hemi-sphärenmark der Katze von den entsprechenden Partien der gesunden Seite makroskopisch nur durch eine etwas dunklere Carmintinction, und bei mikroskopischer Betrachtung dadurch, dass dort an verschiedenen Stellen zerstreut marklose Faserfascikel zu treffen waren, in denen und in deren Umgebung eine beträchtliche Kernanhäufung sich vorfand; auch Spinnenzellen zeigten sich dann und wann, aber nur vereinzelt, während Körnchenzellen (an Glycerinpräparaten) nicht gefunden werden konnten. Erst in der inneren Capsel traten die marklosen Fasern in dichteren Bündeln auf, und wurde die Zahl der Kerne und auch der Spinnenzellen eine beträchtlichere (selbst einzelne Körnchenzellen und Corpora amylacea fanden sich hier vor), obwohl hier die Veränderungen durchaus nicht in die Augen sprangen.

Genau dieselben Bilder und in derselben Weise localisirt wurden

*) a. a. O.

bei Hund 03 beobachtet, doch war hier auf der rechten Seite der Process wenig weit fortgeschritten. Beim Hund 0115 fanden sich in einem Theile des Hemisphärenmarks dieselben Veränderungen, nur in viel intensiverer Weise (auffallend dichte Kernreihen und -Haufen und bedeutendes Ueberwiegen der markscheidenloser Fasern), aber ohne Körnchenzellen; in einem anderen Theile (in den Gratiolet'schen Fasern, und zwar ausschliesslich im dorsalen Abschnitt derselben) zeigten sich dagegen sehr viele Körnchenzellen, im ganzen Verlaufe des Faserzuges bis in das laterale Mark der primären optischen Centren, auch war die Zahl der Spinnenzellen hier eine beträchtliche. Und beim Hund 08, wo die Rindenabtragung am umfangreichsten war, wurden Körnchenzellen wiederum ganz spärlich beobachtet, und Spinnenzellen fanden sich gar nicht vor, obwohl hier innerhalb des degenerirten Feldes nicht eine einzige normale Nervenfasern zum Vorschein kam; die entarteten Stellen bestanden durchweg aus einem mit Carmin sehr tief sich färbenden feinem Netzwerk, in welches unzählige Kerne eingebettet waren (Gliawucherung). Zudem zeigte sich hier eine wesentliche Volumensverkleinerung der gesamten secundär erkrankten Partie.

Die Erklärung für diese Verschiedenheiten muss meines Erachtens in zwei Momenten gesucht werden: zunächst in dem Alter des degenerativen Processes und dann in der Anordnung der Fasern im Entartungsgebiet. Bei der Katze waren nach der Operation vier Monate, beim Hunde 03 sechs und zwölf Wochen, beim Hunde 0115 ca. sechs und sieben Monate und beim Hunde 08 ca. ein und zwei Jahre verstrichen. Die Intensität der secundären Veränderungen, d. h. der Umfang des Zerfalls der Nervenfasern und derjenige der damit verknüpften Gliawucherung stehen da im geraden Verhältniss zur Zeitdauer nach der Operation. Es mag ja sein, dass die Degeneration auf der ganzen Strecke eines Nervenbündels gleichzeitig beginnt, aber nicht alle Fasern degeneriren mit derselben Geschwindigkeit; diejenigen, welche von ihren Ursprungselementen getrennt wurden, verfallen der Entartung, ähnlich wie die Pyramidenfasern im Rückenmark, rasch, während die mit den zugehörigen Ganglienzellen in Verbindung gebliebenen, d. h. die centralen Abschnitte der Fasern längere Zeit persistiren können, um dann allmählig partiell oder ganz zu Grunde zu gehen. Nach den Bildern im Hemisphärenmark beim Hund 03 zu urtheilen zeigen sich die ersten deutlichen Spuren einer Degeneration der letztgenannten Faserabschnitte*) bei erwachsenen

*) Der Umfang der Entartung solcher Faserabschnitte lässt sich ziemlich

Thieren ca. 6 Wochen nach der Operation, während bei neugeborenen operirten Thieren schon nach 8 Tagen deutliche Veränderungen sichtbar sind.

Die verhältnissmässig wenig ausgesprochene Entartung im Hemisphärenmark der Katze und auch des Hundes 03 erklärt sich aber auch noch auf andere Weise. Nach dem, was ich gesehen habe, degeneriren nach Wegnahme der Rinde die Projectionsfasern (Stabkranzfasern) zuerst, wenigstens spricht hiefür der Befund in der inneren Capsel, während die Associations- und Commissurenfasern, ja selbst nach Abtragung beider Ursprungs- (resp. Endigungs-) Stellen derselben längere Zeit intact bleiben können. Nun bilden aber diese Faserarten im Hemisphärenmark weitaus die Mehrzahl der Fasern, auch sind sie so angeordnet, dass sie die Stabkranzfasern mehrfach kreuzen und durchbrechen müssen, um zu ihrem Bestimmungsorte zu gelangen. Im Weiteren sind im Hemisphärenmark normalen Rindenregionen entstammende Fasern zu treffen, welche selbstverständlich in den krankhaften Process nicht mit hereingezogen werden. Und in diesem Fasergewirr verfilzen sich normale und degenerirte Faserbündel so innig, dass auch die Entartungsproducte nur bei sehr aufmerksamer Betrachtung und unter Vergleichung mit gesunden Stellen (am Controlthier) nachzuweisen sind, zumal bei dem geschilderten Verlauf die Bedingungen zu einer Resorption jener Producte ausserordentlich günstige sind. Diese Verhältnisse sind gewiss zum Theil daran schuld, dass früheren Autoren (u. A. auch Binswanger*) die absteigenden Degenerationen nach Rindenläsionen entgangen sind.

Anders liegen die Verhältnisse in der inneren Capsel und in solchen Partien des Hemisphärenmarks, wo die einer abgetragenen Rindenregion entstammenden Projectionsfasern auf einer längeren Strecke als geschlossenes Bündel mit parallel verlaufenden Fasern ziehen (ohne durch andere Fasercategorien durchbrochen zu werden), wie z. B. in den Gratiolet'schen Strängen. Der oft gleichzeitige Zerfall vieler dicht aneinander liegender Fasern giebt zur Anschoppung von Körnchenzellen reiche Veranlassung, die Resorption desselben wird durch ihre dichte Anhäufung erschwert, so dass man hier noch

sicher beurtheilen aus der Zahl der entarteten Ganglienzellen im Corpus gen. ext. und Pulvinar.

*) Tageblatt der 52. Naturforscherversammlung 1879. Vergl. auch eine ganz ähnliche Erklärung von Friedrich Martius: Die Methoden zur Erforschung des Faserverlaufs im Nervensystem. Volkmann's Sammlung No. 276. S. 25.

lange Zeit nach dem operativen Eingriff solche Producte in reicher Menge antrifft (Hund 0115).

Wie die Bilder beim Hund 08 und Beobachtungen, die ich an recht alten secundär entarteten Faserzügen beim Menschen gemacht habe, zeigen, werden aber schliesslich nach längerer Dauer des Entartungsprocesses die Körnchenzellen selbst in solchen für ihr Bestehen günstigen Regionen völlig resorbirt. Was ich über die Körnchenzellen gesagt habe, gilt auch von den Spinnenzellen pathologischen Ursprungs, über die ich weiter unten eingehender sprechen werde. Und so findet man in ganz alten secundär entarteten Faserzügen schliesslich nichts Anderes als vereinzelte Bündel von dünnen Axencylindern, deren Markscheiden resorbirt wurden, Narbengewebe, derb sklerosirte Gefässe und sehr intensive Gliawucherung.

In gleicher Weise wie die secundäre Erkrankung in der inneren Capsel müssen auch die Veränderungen in den Associationsfasern und im Balken*) aufgefasst werden. Beim Hund 03 war sowohl der letztere als jene nur im geringen Grade ergriffen; in beiden fand sich noch eine grosse Reihe normal aussehender Fasern, auch war von einer wesentlichen Volumensreduction nicht die Rede. Es ist dieser Befund für die Beurtheilung der Geschwindigkeit, mit welcher die secundäre Entartung bei erwachsenem Thier in den Associationsfasern sich verbreitet, von Bedeutung, denn namentlich beim Balken waren ja mit Sicherheit beide Ursprungsregionen im Occipitalgebiet nahezu symmetrisch abgetragen, so dass also die Balkenfasern in der ganzen angeführten Ausdehnung von ihren Ganglienzellen abgetrennt erschienen. Anders lagen die Verhältnisse bei den Hunden 08 und 0115; hier war, wie auch nicht anders zu erwarten, der Balken im Bereich des Occipitalhirns in eine dünne total degenerirte Platte verwandelt, und auch die Associationsfasern zeigten sich in deutlicher Weise degenerirt, aber in der Regel auch nur dann, wenn ihre beiden Insertionsstätten abgetragen worden waren. Am klarsten waren da die Bilder beim Hund 0115, wo in weiter Ausdehnung die Sehsphäre nur oberflächlich lädirt worden war. Da fanden sich stets die zwei defecte Partien miteinander verknüpfenden Fasern entartet, und solche Bündel hoben sich in auffallend deut-

*) Dass der Balken nichts Anderes als eine sehr mächtige Commissur ist, wurde endgültig von v. Gudden schon im Jahre 1872 (Dieses Archiv Bd. II.) nachgewiesen. Kürzlich konnte ich die Richtigkeit der Guddenschen Beobachtung an einem einer ganzen Hemisphäre beraubten Katzengehirn, wo der Balken einfach spurlos verschwunden war, voll und ganz bestätigen.

licher Weise von den intacten Associationsbündeln, mit denen sie concentrisch verliefen, ab.

Hierdurch wird zunächst die Existenz von Associationsfasern experimentell direct nachgewiesen*); daran knüpft sich im Weiteren die Thatsache, dass die mehr dorsal liegenden Rindenabschnitte (Windungskämme) verbindenden Associationsfasern im Hemisphärenmark ventral von solchen zu liegen kommen, die der Rinde der Sulci entstammen (vgl. Fig. 15), was mit den jüngst mitgetheilten, aber auf anderem Wege gewonnenen Resultaten von Schnopfhagen**) vortrefflich übereinstimmt.

Bei Abtragung nur eines Ursprungsortes der Associationsfasern können letztere längere Zeit in scheinbar normaler Weise persistiren, jedenfalls degeneriren sie äusserst langsam. So waren in jenem Associationsbündel, welches die Sehsphäre mit dem Frontalhirn verknüpft (Balkentapete), im Gegensatz zu den Operationserfolgen an neugeborenen Thieren, mit Ausnahme von Hund 08, keine wesentlichen degenerativen Vorgänge nachweisbar. Nach Jahren scheinen aber auch solche einseitig abgetrennte Associationsbündel zu entarten, wenigstens spricht hierfür der Umstand, dass beim Hund 08 im Entartungsgebiet des Hemisphärenmarks alle Fasern degenerirt waren.

Der bemerkenswertheste Befund bei allen vier Thieren war aber zweifellos die secundäre Entartung in den primären optischen Centren, welche in directer Continuität mit den degenerirten Faserzügen im Stabkranz und in der inneren Capsel stand. Auch hier war es für den Charakter des Processes bezeichnend, dass derselbe sich in symmetrischer Weise beiderseits auf bestimmte Regionen jener Centren beschränkte, und dass die Intensität und räumliche Ausdehnung der Entartung dem Umfang und der Dauer des Rindendefectes direct proportional waren.

Es handelt sich da offenbar um einen ganz ähnlichen Vorgang wie bei neugeborenen operirten Thieren und wie ihn neuerdings auch Forel am Facialiskern nach Ausreissung der Facialiswurzel bei er-

*) Friedmann (Neurol. Centralblatt 1887, 4 und 5) gelang es am menschlichen Gehirn bei Degenerationsprocessen des Hemisphärenmarks die Associationsbündel isolirt zur Darstellung zu bringen, weil die letztere verdeckenden Fasern beträchtlich geschwunden waren; mein Befund ergänzt die Friedmann'schen Untersuchungsergebnisse in sehr befriedigender Weise.

**) Neurol. Centralblatt 1888, No. 19, S. 549. „Die Associationsfasern längs der Furchenthäler sind am allerkürzesten“.

wachsenen Meerschweinchen zu beobachten Gelegenheit hatte, d. h. um secundäre Entartung grauer Substanz*).

Im Corpus genicul. externum und im Pulvinar waren die histologischen Veränderungen bei allen Thieren ausserordentlich übereinstimmend. Bei der Katze und beim Hund 03 zeigten sich innerhalb der später genauer zu besprechenden, von der Degeneration ergriffenen Zone zerstreut sclerosirte und im Beginn der Sclerose sich befindende Ganglienzellen, neben einzelnen normalen; die Gefässe erschienen durchweg etwas verdickt, und in den Einstrahlungspartien der inneren Capsel waren oft dichte Spinnenzellenreihen zu treffen. Das Zwischengewebe war aber stellenweise noch ziemlich zart, es verrieth ab und zu auch normale Nervenfasern, während die Kernwucherung nicht unbeträchtlich war. Ueber die bezüglichen Verhältnisse beim Hund 0115 und 08 orientirt man sich am besten, wenn man die Figuren 19 und 21 betrachtet und dieselben mit der Figur 20, welche die identische Partie bei einem gesunden erwachsenen Hunde darstellt, vergleicht; die Stelle ist dem Pulvinar entnommen. Der histologische Unterschied liegt hier auf der Hand. In beiden Bildern sind die Ganglienzellen ganz oder nahezu ganz sclerosirt und meist in amorphe Klümpchen verwandelt (d., Fig. 19 u. 21), dagegen ist das Bild der Grundsubstanz in beiden Präparaten ein recht verschiedenes. Dieselbe ist bei 08 (Fig. 21) in ein fein- bis mittelfaseriges, stellenweise zerklüftetes Netzwerk, das von zahlreichen Gliakernen durchsetzt wird, verwandelt und enthält keine Spinnenzellen, während bei 0115 (Fig. 19) massenhaft Spinnenzellen zu finden sind und die Grundsubstanz stellenweise noch leicht granulirt ist, auch markhaltige Fasern (Tractusfasern) noch enthält, bei mittlerer Kernwucherung.

Die Abhängigkeit des feineren Charakters der Veränderungen von dem Alter des degenerativen Processes liegt auch hier auf der Hand, und es ergiebt sich aus diesen Beobachtungen die schon in meinen früheren Arbeiten betonte Thatsache, dass im Pulvinar

*) Dass die Ganglienzelle nach Durchtrennung des wichtigsten Theiles ihres Zellenleibes, d. h. des zugehörigen Nervenfortsatzes (beide bilden je eine morphologische Einheit), schon mit Rücksicht auf die Nichtactivität, zu der sie verurtheilt wird, absterben kann, oft sogar muss, ist an sich durchaus nicht auffallend, es findet da nur die Ausdehnung des krankhaften Processes auf das ganze histologische Element statt; die näheren Bedingungen, unter denen solche secundäre Entartungen von Ganglienzellen sich bilden müssten, wären allerdings noch genauer festzustellen. Bemerkenswerth ist nach dieser Richtung die Auffassung, die Forel in diesem Archiv Bd. XVIII. ausgesprochen hat.

und im Corp. gen. ext. nach Abtragung der Sehsphäre der Entartungsprocess zuerst die Ganglienzellen ergreift, während die Grundsubstanz erst in zweiter Linie und viel später in Mitleidenschaft gezogen wird. Die Sclerose der Ganglienzellen vollzieht sich, nach den Bildern bei 03 und 0115 zu urtheilen, in der Weise, dass zunächst die protoplasmatischen Fortsätze zerfallen und erst später der übrige Zellenleib, oft unter Bildung von Vacuolen, allmählig schwindet. Der Rest des Protoplasmas zerfällt langsam und schrumpft im weiteren Verlauf zu einer amorphen Masse, gleichzeitig damit verändert sich auch der Kern, so dass schliesslich beide zusammen ein structurloses, das Licht mitunter stark brechendes Klümpchen (Fig. 21, d.) darstellen.

Was nun die Spinnenzellen anbetrifft, so ergibt sich daraus, dass sie bei ganz alten Processen (wie wir sehen werden, auch beim Menschen) nur selten zu treffen sind, auch hier der Schluss, dass sie verhältnissmässig junge Bildungen sind, die allmählig mit dem Alter des degenerirten Processes resorbirt werden.

Ueber das Wesen dieser Gebilde habe ich meine in diesem Archiv Bd. X., 2 ausgesprochene Ansicht nicht geändert, und ich halte mit Mierzejewski*) daran fest, dass sie sehr variable Elemente sein können, und dass ein grosser Theil derselben durch Verlöthung ganz verschiedener Gebilde sich bildet.

Die Veränderungen im vorderen Zweihügel lassen sich, da sie nicht scharf genug abgegrenzt waren und bei 0115 und 08 sicherlich zum Theil durch den entzündlichen Process in der sie bekleidenden Pia bedingt wurden, unter einem gemeinsamen Gesichtspunkte vorläufig schwer subsumiren, obwohl bei allen vier Thieren mit ziemlicher Sicherheit degenerative Processe daselbst sich nachweisen liessen.

Die feinere Localisation der Entartung im Corp. genic. ext. und Pulvinar wird am besten illustriert durch die Fig. 10—15, wo die degenerirten Partien roth punktirt sind. Bei aufmerksamer Vergleichung der Präparate aller vier Thiere ergaben sich allerdings einige Verschiedenheiten, die mit denjenigen des operativen Defectes Hand in Hand gehen, und auf die ich später zurückkommen werde; wesentlich sind aber dieselben nicht. Im Grossen und Ganzen sind ziemlich genau dieselben Regionen ergriffen; vor allen Dingen fällt es auf, dass bei allen vier Versuchsthieren die mit Corp. gen. ext.

*) Etudes sur les lésions cérébrales dans la paralysie générale. Paris, 1875.

b und b₁ bezeichneten Stellen genau in derselben Ausdehnung degenerirt waren, desgleichen die mit Pu. d., während Corp. gen. ext. a₁ und Pu. bei allen von der Entartung verschont blieben. Corp. gen. ext. a. war bei Hund 08 links entartet, was hier möglicher Weise mit der Ausdehnung der Operation auf den linken Gyr. fornicatus im Zusammenhang steht; wenigstens konnte ich bei einer neugeborenen operirten Katze (mit Defect des Gyr. fornic.) eine nicht unerhebliche Atrophie dieser Stelle constatiren. Auch die den als intact bezeichneten Partien des Corp. gen. ext. und Pulvinar entstammenden Fasern (meist Tract. opt.-Fasern) waren verschont (Fig. 11), im gewissen Umfange selbst bei Hund 08. Wir werden später sehen, dass gerade diesen intact gebliebenen Partien, besonders dem Corp. gen. ext. a₁ nahe Beziehungen zu den Retinafasern zugeschrieben werden müssen; immerhin muss an der Wahrscheinlichkeit festgehalten werden, dass ein Theil des Pulvinar und des Corp. gen. ext. a. Axencylinder auch corticalwärts entsendet.

Die Verschiedenheiten in der Ausbreitung des Entartungsprocesses in den infracorticalen Regionen bestanden zum grossen Theil darin, dass derselbe bei Hund 08 sich ventralwärts über das Corp. gen. ext. b₁ hinaus erstreckte und in dasjenige Gebiet der caudalen Gitterschicht ausdehnte, in welchem der Stiel des Corp. gen. int. liegt, mit anderen Worten auf die zwischen Pedunculus, Tract. optic. und ventralen Rand des äusseren Kniehöckers, resp. Pulvinar liegende reticuläre Zone*); auch das Corp. gen. int. zeigte in den lateralen Partien degenerirte Stellen, die aber möglicher Weise durch die Affection der Pia fortgeleitet waren. Bei der Katze war mit Rücksicht auf die unvollständige Sehsphärenabtragung die ventrale Partie des Corp. gen. ext. b. ziemlich intact geblieben.

Mit den im Vorstehenden besprochenen Entartungen waren aber bei keinem der Hunde die secundären Veränderungen erschöpft. Eine ausserordentlich wichtige secundäre Erkrankung zeigte sich nämlich, bei allen drei Thieren übereinstimmend, in gewissen Partien der Hirnrinde. Während die den operativen Defect in lateraler, caudaler, ja sogar medial-ventraler Richtung begrenzenden Rindenpartien mit wenigen Ausnahmen nahezu bis zur Grenze, die mit dem Messer geführt wurde, normal waren (vgl. selbst Fig. 5), fanden sich die Windungen frontal von jenem (in der „Augenregion“ von Munk**) in einer ziemlich weiten Ausdehnung secundär ergriffen. Diese Thatsache ist sehr auffallend,

*) In Fig. 5, J. leicht zu erkennen. Fig. 22 gitt.

**) Gyr. suprasplen., entolateralis etc. in den frontalen Abschnitten.

namentlich mit Rücksicht darauf, dass andere, scheinbar ungünstiger gelegene Windungen (z. B. Gyr. forn.) ziemlich intact blieben. Was den Charakter dieser secundären Veränderungen anbetrifft, so war derselbe durchaus kein einheitlicher. An einzelnen Stellen handelte es sich um eine Fortleitung der flächenhaften Erweichung, welche die ihrer oberflächlichen Rindenschichten (samt der Pia) beraubten Windungen (ENL., SSP, Fig. 10 und 11) ergriffen hatte, bis in die Augenregion hinein; dies war namentlich bei Hund 0115 der Fall. Ein anderer Theil der Rindenveränderungen (namentlich in den mehr capital gelegenen Regionen) verrieth den Charakter einer durch Läsion der zugehörigen Stabkranzbündel bedingten Degeneration, wie ich sie an neugeborenen operirten Thieren beschrieben hatte*); solche Rindenstellen zeigten eine Verschmälerung der Rinde, partielle Degeneration der Ganglienzellen, namentlich in der mittleren Schicht und überall Wucherung von Glia. Es fanden aber auch alle möglichen Uebergänge statt. Ein definitives Urtheil darüber abzugeben, warum gerade in der angegebenen Rindenregion solche Veränderungen getroffen wurden, in den anderen aber nicht, sowie über die Momente, welche solche Störungen veranlasst hatten, das vermag ich nicht, dafür ist die Zahl der Beobachtungen eine zu geringe. Dagegen möchte ich betonen, dass die Läsion der Pia und ihrer Gefässe in der Nachbarschaft der entarteten Windungen unmöglich die einzige Veranlassung zu dieser Entartung liefern kann, sonst wären ja auch nothwendiger Weise die den Sulc. suprasylv. und den Sulc. callosomarginalis in ventraler Richtung begrenzenden Rindenpartien, deren Pia ja ebenfalls weithin mitlädirt war, in ähnlicher Weise erkrankt, gerade diese aber blieben bei allen Thieren zum grossen Theil (08) oder gänzlich frei**).

Andererseits erklärt die einfache Durchtrennung der in die frontalen Abschnitte des Gyr. suprasplenic. und entolateral. ziehenden Stabkranzfasern — eine Mitläsion, die wohl nie ganz vermieden werden kann, weil die bezüglichen Fasern ziemlich dicht unter der lateral-capitalen Sehspähre ziehen — die partiell flächenhafte Erweichung in der Augenregion nicht. Bei einem jüngst von mir operirten neugeborenen Hunde, dessen Sehspähre rechts vollständig abgetragen worden war, und der, beiläufig bemerkt, eine exquisite Atrophie des ganzen rechten Tract. opt. zeigte, war der bezügliche Abschnitt der Rinde,

*) Neurolog. Centralblatt 1883. No. 22.

**) Bei Hund 03 war links der Gyr. forn. nahezu völlig abgetragen; die Reste desselben waren natürlich degenerirt.

namentlich aber der Gyr. suprasplen. (1. obere Windung) im Gebiet der Augenregion, sehr beträchtlich verschmälert, bis zur Fissura coronaria, von einer Erweichung war aber hier nichts zu sehen, auch war die Pia über dieser Stelle ganz normal.

Bezeichnend ist es, dass bei den erwachsenen Hunden ebenfalls vor Allem der Gyr. suprasplen. in dem geschilderten Zustande sich befand. Vorläufig nehme ich an, dass die secundäre Veränderung in der Augenregion durch Mitwirkung beider Momente, d. h. sowohl durch Läsion der Pia der Nachbarschaft als durch Mitläsion der oben bezeichneten Stabkranzfasern erzeugt wurde. Jedenfalls ist das Erhaltenensein der übrigen den Rindendefect begrenzenden Windungen dem Umstande zu verdanken, dass die Projectionsfasern der letzteren nicht mitlädiert wurden*); für ihre Schonung spricht auch die in den Protokollen bemerkte Intactheit der grossen Pyramidenzellen der dritten Schicht.

Mag nun die bei allen drei Versuchen in so übereinstimmender Weise eingetretene secundäre Erkrankung im Gebiete der Augenregion durch welche Umstände immer producirt worden sein, die Thatsache, dass sie sich bildete, ist für die Frage nach dem wahren Umfange der Sehsphäre gewiss nicht ohne Bedeutung. Denn wäre diese Mit-erkrankung ein regelmässiges Vorkommniss nach Abtragung der Munk'schen Sehsphäre, dann müssten nothwendiger Weise die Grenzen dieser frontalwärts etwas erweitert werden; jedenfalls wäre es unzulässig, diesen Umstand bei der Begrenzung der Sehsphäre nicht mitzuverwerthen.

Schliesslich möchte ich die Aufmerksamkeit noch lenken auf die Verhältnisse der Tractus und Nn. optici bei den operirten Thieren. Wie bereits hervorgehoben, fanden sich diese Faserzüge bei der Katze und bei Hund 03 kaum nachweisbar verändert. Selbst beim Hund 0115 waren sie meist ganz weiss; die Hemisphärenbündel waren wohl deutlich entartet, aber in den Nn. optici fanden sich nur die bindegewebigen Septa etwas verbreitert und die meisten Fasern waren ganz normal. Eine deutlich nachweisbare Entartung, verbunden mit Volumensverkleinerung, zeigte sich nur beim Hund 08; hier war es aber fraglich, ob nicht die bereits erwähnten Processe in der Pia der vorderen Zueihügel, sowie an der Basis, bei der Entartung mitgewirkt hatten. Der directe Zusammenhang des erkrankten Tractus mit

*) Die Anordnung dieser Fasern in der Nähe der bezeichneten Stellen der Sehsphäre ist derart, dass sie bei der Operation viel eher geschont werden können, als im Frontalabschnitt jener.

der Degeneration im Corp. gen. ext. und Pulvinar lässt indessen auch die Möglichkeit zu, dass es sich hier doch um eine durch jene Gebilde vermittelte sogenannte indirecte Degeneration gehandelt habe.

v. Gudden verwarf bekanntlich die sogenannten indirecten Atrophien, d. h. Atrophien über einen grauen Kern hinaus, auch leugnete er speciell einen directen Zusammenhang zwischen Sehsphärenabtragung und Tract. opt.-Atrophie. Auch Forel*), der meiner Auffassung über die Abhängigkeit der Tractusatrophie vom Sehsphären-defect beistimmt, mahnt bezüglich Annahme von indirecten Atrophien im Allgemeinen zur Vorsicht. Nun lässt sich aber nicht leugnen, dass bei neugeborenen der Sehsphäre beraubten Thieren (Katzen und Hunde) regelmässig**) eine beträchtliche Tractusatrophie sich zeigt; das haben Ganser***) und ich in übereinstimmender Weise darge-
than, und ich könnte an die bereits publicirten bezüglichen Versuchsergebnisse noch neue, an Hunden gewonnene, anreihen. Diese Tractusatrophie zeigt sich, wie ich betont habe, auch bei solchen Thieren, die während des Lebens keine hydropische Ansammlung in der Operationshöhle hatten. Dabei ist regelmässig eine hochgradig ausgesprochene absteigende Degeneration vom operativen Defect an bis in die primären optischen Centren, von denen wenigstens das Corp. gen. ext. und das Pulvinar bedeutend schrumpfen, nachweisbar.

Eine regelmässig auftretende Tractusatrophie kann unter solche Umstände, wie Forel†) richtig hervorgehoben hat, nur durch drei Annahmen erklärt werden. Entweder sind directe Tractusfasern zur Hirnrinde vorhanden, oder die Schrumpfung im Corpus geniculatum externum „zerzt interstitiell derart den Fibrillenbaum einer Anzahl Opticusfasern, dass sie in Folge dessen degeneriren“, oder es handelt sich um eine Atrophie in Folge von Inaktivität.

Gegen die erste Annahme sprechen nun mit Bestimmtheit die Resultate an den erwachsen operirten Thieren; wären solche directe Verbindungen zwischen Nerv. opt. und Hirnrinde (abgesehen der sogenannten Hemisphärenbündel, die dem Tractus nur anliegen) vorhanden, so müsste dies durch die secundäre Degeneration zum Ausdruck kommen, die bezüglichen Fasern müssten im Anschluss an die

*) l. c.

**) Bis jetzt ist wenigstens ein negatives Resultat in dieser Richtung bei neugeborenen operirten Thieren nicht zur Beobachtung gekommen; die Gudden'sche Katze war bereits erwachsen, als sie zur Operation kam.

***) Dieses Archiv Bd. XIII.

†) Forel l. c.

Sehspähren-Stabkranzfasern degeneriren (dies hätte sich doch wenigstens beim Hund 0115, der ca. 6 Monate nach der Operation gelebt hat, zeigen sollen), es war dies aber nicht der Fall*). Ebenso spricht dagegen die Beobachtung, dass nach einseitiger Enucleation weder beim Kaninchen, noch bei der Katze die direct fortgeleitete Tractusatrophie über die primären Centren hinaus corticalwärts sich erstreckt und irgend welche degenerative Veränderungen in der inneren Capsel sich finden. Die dritte von Forel angenommene Möglichkeit erscheint mir aber ebenfalls wenig zulässig, weil bei einer einseitigen Sehspährenabtragung von einem weitgehenden directen Wegfall der Function des N. opticus nicht die Rede sein kann, indem ja beide Retinae von aussen noch angeregt werden, wenn schon an manchen Stellen in erfolgloser Weise. Zudem pflegt nach v. Gudden's und meinen Erfahrungen die einfache Atrophie in Folge von Inactivität in der Regel eine schwache**) zu sein, während die Opticusatrophie nach Sehspährenabtragung beim Hund wenigstens recht beträchtlich ist. Eine gewisse Bedeutung kommt der Inactivität für die in Frage stehenden Vorgänge indessen doch zu.

Es bleibt somit kaum etwas Anderes übrig, als die Atrophie des Tractus im Wesentlichen für eine indirecte zu halten und sie im Sinne der zweiten Forelschen Annahme zu deuten, mit dem Zusatz, dass es sich da auch um eine Wachsthumshemmung handle. Ich muss hier übrigens betonen, dass ich diese Verhältnisse nie in wesentlich anderer Weise als Forel in dieser letzten Annahme aufgefasst habe, wenigstens hatte ich in meinen früheren Arbeiten hervorgehoben, dass die Degeneration der Ganglienzellen im Corpus geniculatum externum und Pulvinar mit der Zeit (durch Schrumpfung) auch die nervösen Netze in Mitleidenschaft ziehe, wodurch die in jene Gebilde sich auflösenden optischen Fasern beeinträchtigt würden***). Ich hielt im Allgemeinen die indirecten Atrophien als Wachsthumshemmungen bedingt durch Schrumpfung derjenigen Kerne, in welche die Nervenfasern hineinwüchsen†).

Nach den Operationserfolgen bei erwachsenen Thieren scheint

*) Die Tractusatrophie bei Hund 08 lässt eine andere Erklärung zu.

**) Vergl. den Operationserfolg nach Herbeiführung eines künstlichen Symblepharons bei neugeborenen Kaninchen (v. Gudden, dieses Archiv Bd. II. S. 693 u. ff.).

***) Dieses Archiv XVI. 1. S. 12 des Separatabdrucks.

†) Ganz ähnlich fasse ich im Gegensatz zu Forel auch die Atrophie der Rindenschleife nach Wegnahme des Parietalhirns auf.

aber hinsichtlich des Opticus ein gewisser Unterschied zwischen diesen und den neugeborenen operirten Thieren zu bestehen. Ich glaube aber, dass der Unterschied ein nur scheinbarer ist. Bei neugeborenen operirten Thieren vollzieht sich die regressive Metamorphose in den primären optischen Centren rasch und in sehr intensiver Weise; durch die hochgradige Schrumpfung des Pulvinar und des Corp. genic. ext. müssen die in die grauen Netze derselben sich einsenkenden optischen Fasern in ihrer Ernährung gefährdet werden, sei nun dieser Vorgang als Entartung oder als Wachsthumshemmung aufzufassen. Bei erwachsenen Thieren vollzieht sich die Degeneration in jenen Gebilden langsam, die Grundsubstanz wird ganz allmählig in Mitleidenschaft gezogen, und zu einer Schrumpfung der Ganglien kommt es, nach den Verhältnissen bei Hund 08 zu urtheilen, erst nach Jahren. So lange nun diese Schrumpfung (völliger Zerfall mit Resorption der Entartungsproducte) ausbleibt, können die optischen Fasern, deren Ursprungselemente durch die Sehsphärenabtragung ja nicht direct geschädigt werden, normal erhalten bleiben. Und so erklärt es sich in befriedigender Weise, warum weder bei der Katze noch bei Hund 03 und 0115 eine wesentliche Opticusatrophie beobachtet werden konnte. Dass es aber auch bei erwachsenen Individuen nach Jahren zu einer indirecten Entartung des Opticus kommen kann, dafür scheinen mir deutlich einzelne Beobachtungen am Menschen*) (nach jahrelangen Herden im Occipitallappen) zu sprechen und möglicherweise auch der Befund beim Hund 08, der allerdings nicht ganz rein ist.

Wie wir gesehen haben, beschränkt sich der degenerative Process in den infracorticalen Ganglien bei Thieren, denen die Sehsphäre vollständig abgetragen wurde, auf Regionen, die in toto als primäre optische Centren bezeichnet werden, und von denen es bekannt ist, dass sie, zum Theil wenigstens, mit Bestimmtheit mit der Retina in innigem Connex stehen. Allerdings liegen die von der Sehsphäre direct abhängigen Abschnitte dieser primären Centren von denjenigen, welche mit den Retinafasern in directe Beziehung treten, wie wir später sehen werden, räumlich etwas getrennt; von anatomischem Standpunkt müssen aber beide Abschnitte als Ganzes aufgefasst werden, wenigstens sofern sie sich auf das Corpus gen. ext. und das Pulvinar beziehen; dass sie es auch in physiologischer Beziehung sind, dafür sprechen die Operationserfolge an neugeborenen Thieren, bei denen

*) Vergl. Dieses Archiv Bd. XVI. und Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte XVIII, 5. Wintersitzung der Gesellschaft der Aerzte in Zürich.

die secundäre Atrophie ja rasch auch auf gewisse Theile der Retinaelemente sich ausdehnt. Wir können mit Rücksicht hierauf somit, wie ich es früher*) beim Kaninchenhirn gethan habe, diejenige Partie der Grosshirnrinde, welche noch für die Ernährung der primären optischen Centren von Bedeutung ist, im Grossen und Ganzen als Zone des Corpus geniculatum externum, des Pulvinar und des vorderen Zweihügels bezeichnen, vorläufig von den engeren Beziehungen zwischen jedem dieser Gebilde und der Hirnrinde (wie ich es in diesem Archiv Bd. XVI. 1, bei der Katze versucht habe) absehend. Diese Zone deckt sich nun so ziemlich mit der Munk'schen Sehsphäre. Die Uebereinstimmung der physiologischen Beobachtung und der pathologisch-anatomischen Versuchsergebnisse liegt im Groben wenigstens auf der Hand.

In den Detailpunkten zeigen sich indessen zwischen der von Munk theoretisch angenommenen Sehsphäre und derjenigen, wie sie sich auf Grund des Studiums der primären Eingriffe und der secundären Veränderungen ergibt, einige Differenzen, auf die ich näher eintreten muss. Munk hat die Sehsphäre an Hunden auf rein empirischem Wege durch eine sehr grosse Zahl von Operationen festgestellt und er ist zu der Meinung gekommen, dass ausser dem Bereich jener liegenden Partien (vor Allem den vorderen Abschnitten des Gyr. suprasplen. und entolateral.) für den Sehact keine wesentliche Bedeutung zukommt; zu seiner Sehsphäre zählt er aber nicht nur die oberflächlich liegenden Rindenpartien, sondern auch diejenigen, welche die Sulci auskleiden. Die letzteren Rindenregionen werden, wie Munk selbst angegeben hat, bei der Operation stets geschont, doch ist M. der Meinung, „dass durch den mechanischen Angriff und die nachfolgende Entzündung die der Schnittfläche benachbarte nervöse Substanz zu Grunde gehe, und dass die in den Furchen verbliebenen centralen Elemente in Folge der Zerstörung der von der Oberfläche eindringenden ernährenden Gefässe functionsunfähig werden“**). Letzteres mag ja der Fall sein, sicherlich werden durch die Operation auch die mit der Pia eintretenden Gefässe der Furchen (spec. der Fissura suprasylvic.) lädirt, dagegen ist an der Thatsache, dass trotzdem die in Frage stehenden Rindenpartien mit dem zugehörigen

*) Dieses Archiv Bd. XII. 3.

**) „Ueber die centralen Organe für das Sehen und Hören bei den Wirbelthieren“. Sitzungsberichte der königl. preuss. Akademie der Wissenschaften. 1886. VII. VIII. S. 13.

Mark*) sich vortrefflich erhalten können (wie die Beobachtungen bei den Hunden 03, 0115, ja sogar bei 08 zeigen), wohl nicht zu zweifeln. Andererseits gingen aus einem ähnlichen Grunde, an den sich aber noch einige andere anschliessen müssen, die Rinde der Augenregion bei allen drei Thieren in ziemlicher Ausdehnung secundär zu Grunde, und es war diese auch, zum Theil wenigstens, mit Sicherheit functionsunfähig. Dass diese Partie durch die Abtragung der Sehsphäre indirect geschädigt wird, dafür spricht auch der mitgetheilte Operationserfolg am neugeborenen Hund.

Meiner Meinung nach trug diese Schädigung der Rinde in der Augenregion, die einer partiellen Abtragung derselben gleichkommt, zu den secundären Veränderungen in den primären optischen Centren auch bei und sie muss somit bei der Abgrenzung derjenigen Rindenzone, die noch für die Erhaltung jener von Bedeutung sind, mitberücksichtigt werden. Demnach bin ich geneigt, vom anatomischen Standpunkt aus, der Sehsphäre in frontaler Richtung eine weitere Grenze einzuräumen, als es Munk gethan hat, indem ich mindestens noch die caudale Hälfte der Augenregion zu jener zähle**), jedenfalls wenigstens mit Rücksicht auf den Gyr. suprasplenic.; die Rinde des Gyr. entolateralis war ja nur unwesentlich ergriffen. Bei der Verwerthung der physiologischen Beobachtungsergebnisse muss jedenfalls die Möglichkeit zugelassen werden, dass ein Theil derselben auch auf die Veränderung der in Frage stehenden Gegend bezogen werden muss.

Es kann kein blosser Zufall sein, dass jene secundäre Rinden-erkrankung bei jedem der darauf untersuchten vier Hunde gefunden wurde und gleichgültig, ob eine Erkrankung oder Verletzung der Pia mit vorlag oder nicht. Um die Mitwirkung eines Theiles der Augenregion am Sehacte auszuschliessen, müsste dieser Partie bei einem absolut rindenblinden Thier als gänzlich normal befunden werden, es müssen also die Untersuchungen nach dieser Richtung fortgesetzt werden. Nach dem, was ich bisher überhaupt gesehen habe, halte ich aber die Erfüllung dieser Forderung mit Rücksicht auf die anatomischen Verhältnisse für sehr wenig wahrscheinlich.

Ob die in den Versuchen 03 und 0115 meist unlädirt gebliebene

*) Vielleicht auch die entsprechenden Elemente im Corp. gen. ext. und Pulvinar, welche bei der ausgedehnten Degeneration letzterer allerdings speciell nicht aufgefunden werden konnten.

**) Aehnlich wie Luciani und Sepilli l. c.

Rinde in den Furchen der Sehsphäre auf Grund der anatomischen Untersuchungsergebnisse zur Zone der primären optischen Centren zu rechnen ist, vermag ich mit Bestimmtheit nicht zu entscheiden, die Untersuchungsergebnisse stehen mit einer solchen Annahme nicht in directem Widerspruch, denn die Ganglienzellen im Corp. gen. ext. b₁ und Pulvinar waren bei Versuch 03 und 0115 nicht ausnahmslos entartet, zudem bleibt ja noch die Möglichkeit offen, dass die Ganglienzellen im Corp. gen. ext. a., die meist intact blieben, gerade mit der Rinde der Furchen in Beziehung stünden. Sollten letztere indessen vom physiologischen Standpunkte aus unbedingt zur Sehsphäre gezählt werden, dann muss beim Hund 03, der nach Angabe Munk's völlig rindenblind war, eine einfache Functionshemmung dieser Rindenstellen, bei zum Theil nahezu normalem Bau auf der rechten Seite (Fig. 15), während der ganzen Lebensdauer nach der Operation angenommen werden.

Würde indessen die Möglichkeit, dass das Thier 03 doch noch etwas gesehen hatte, von Munk zugegeben und würde die Zugehörigkeit des in Frage stehenden Rindenabschnittes der suprasylvischen Furche zur Sehsphäre unbedingt gefordert, womit die völlige Rindenblindheit beim Hund 08 sich ganz schön vereinigen liesse, dann würde uns das Präparat von 0115 einen gewissen Anhaltspunkt geben, um einen Einblick in die Beziehungen besonderer Abschnitte der Sehsphäre zu gewissen Netzhautpartien zu gewinnen.

Der Hund 0115 konnte nämlich, wie in dem Protokoll bemerkt ist, noch mit den oberen Netzhautpartien sehen. Nun war aber der Sehsphären defect bei diesem Thier im Grossen und Ganzen überall ein ganz ähnlicher, wie bei Hund 03 und 08, mit Ausnahme 1. der suprasylvischen Windung, die eigentlich beiderseits, links in ganz geringem Grade, nur oberflächlich abgetragen war, dafür aber in grosser Ausdehnung erweicht war, und 2. der lateral-capitalen Abschnitte der Sehsphäre, wo die ecto-sylvische Windung nur leicht gestreift wurde und die Rinde des Sulc. suprasylvic., namentlich in den vorderen Abschnitten beinahe gänzlich unlädirt und normal geblieben war. Munk wollte für die erhaltene Functionsfähigkeit der oberen Netzhautpartien die nur oberflächlich lädirte suprasplenische (3. obere) Windung verantwortlich machen, dies ist aber nicht zulässig, weil jene ganze Windung links nahezu völlig fehlte und rechts erweicht und daher jedenfalls functionsunfähig war. Dagegen ist die Annahme nicht von der Hand zu weisen, dass jene namentlich in den frontalen Partien durchweg so gut erhaltene Rinde der suprasylvischen Furche das Sehen mit den oberen Netzhautstellen ermöglicht hatte und dieser

Schluss erscheint schon deshalb sehr annehmbar, weil er mit der Ansicht Munk's, dass der vordere Abschnitt der Sehsphäre mit den oberen Netzhautpartien in Beziehung stehe, zum Theil wenigstens in guten Einklang gebracht werden kann. Jedenfalls bildete die Intactheit der soeben bezeichneten Rindenregion den wesentlichen Unterschied zwischen dem Befund bei Hund 08 und 0115.

Bekanntlich ist Munk durch eine zahlreiche Reihe von Versuchen zu der Ansicht gelangt, dass vollständige Abtragung beider Sehsphären sogenannte Rindenblindheit erzeuge, d. h. eine völlige Vernichtung der Fähigkeit optische Bilder aufzunehmen, verbunden mit Verlust optischer Vorstellungen. Dass einzelne beider Sehsphären beraubte Thiere in der That auf optische Eindrücke nicht im geringsten reagirten und an alle Gegenstände anstießen, davon habe ich mich im Laboratorium des Herrn Prof. Munk persönlich überzeugt, unter Anderem hatte ich auch Gelegenheit die totale Blindheit des Hundes 08 zu constatiren. Es drängt sich nun aber mit Rücksicht auf die mitgetheilte anatomische Untersuchung der vier Thiere die Frage auf: giebt der pathologisch-anatomische Befund irgend welche bestimmte Anhaltspunkte zur Entscheidung der Frage, ob die der Sehsphäre gänzlich beraubten Thiere blind sind? Zur Beantwortung dieser Frage könnte nur das Präparat von Hund 08 herangezogen werden. Dieses Gehirn zeigte nun allerdings in den primären optischen Centren so gewaltige und ausgedehnte Veränderungen, dass hier die Möglichkeit einer halbwegs harmonischen Function selbst der mit der Retina direct verknüpften Elemente in Abrede gestellt werden muss; namentlich waren im Corp. genic. ext. und Pulvinar die Ursprungselemente des Opticus derart von degenerirter Substanz umgeben, dass an eine Fortleitung von Erregungen, sei es durch Nervenfasern, sei es durch die gelatinöse Substanz kaum zu denken war; einzig dem vorderen Zweihügel hätte man vom pathologisch-anatomischen Standpunkte zugestehen können, dass derselbe in seinen oberflächlichen Schichten Erregungen aufzunehmen und weiter zu leiten vermochte. Dieses Gebilde hat aber, wie wir sehen werden, beim Hund durchaus nicht die hohe Bedeutung für das Sehen wie z. B. beim Kaninchen, das Corp. genic. ext. ist in dieser Richtung beim erstgenannten wesentlich bedeutungsvoller, zudem fragt es sich, ob beim Hund ein von den übrigen Ursprungsregionen eines Nerven abgetrenntes Centrum in functioneller Beziehung vollständig unabhängig und selbstständig sein kann. Genug, meines Erachtens scheint der anatomische Befund beim Hund 08 (und die Befunde bei den anderen Thieren stehen damit durchaus nicht in Widerspruch) mit den phy-

siologischen Beobachtungsergebnissen von Munk nicht nur im Einklang zu stehen, sondern dieselben direct zu stützen.

Was nun schliesslich die feinere Begrenzung der Sehsphäre anbetrifft, so ergeben sich unter Berücksichtigung der anatomischen Untersuchung der drei Hundehirne hiefür folgende Verhältnisse:

Munk*) hält die vordere Grenze scharf charakterisirt: 1. „durch ihre Lage vor dem Balkenwulst, 2. durch das ungefähr dreieckige, etwas mehr lange als breite Stück, welches sie in Verbindung mit dem vorderen Ende der lateralen Grenze der Sehsphäre von der zweiten Windung abschneidet, 3. dadurch, dass ihre Verlängerung lateralwärts auf den am weitesten nach hinten gelegenen Punkt der die erste Windung abschliessenden Furche stösst, oder dicht vor oder hinter diesen Punkt fällt. Der Frontalschnitt an dieser vorderen Grenze trifft den Seitenventrikel ausnahmslos vor dem absteigenden Horn oder allerhöchstens gerade dort, wo das absteigende Horn eben vorn beginnt“.

Diese vordere Grenze, die meines Erachtens, im Uebrigen am unläderten Gehirn am besten gefunden wird**), wenn man die Occipitalspitze mit der Kreuzungsstelle der Fissura ansata und coronaria durch eine Gerade verbindet, diese in fünf gleiche Abschnitte theilt und in der Gegend zwischen dem dritten und vierten Abschnitt (vom Occiput aus gezählt) einen Frontalschnitt anlegt. Diese Grenze ist aber in der Regel eine ideale, die wirkliche vordere Grenze erstreckt sich, wie wir gesehen haben, viel weiter nach vorn, indem in Folge des operativen Eingriffs die frontale Rindennachbarschaft in weiter Ausdehnung miterkrankt. Die von Munk angegebene Grenzstelle, frontal durchschnitten, würde den Thal. opt. ungefähr in der Mitte treffen und würde somit allerdings ziemlich weit vor dem absteigenden Horn die Seitenventrikel treffen. Nach den Untersuchungen an den 3 Hundehirnen reicht die mit dem Messer gezogene Grenze übrigens weiter, nämlich bis zu den Schnittebenen durch den vorderen Abschnitt des Thal. opt. und die Ebenen, in denen noch Veränderungen in beiden oberen Windungen sich finden, reichen nahezu bis zur vorderen Commissur und zu den frontalsten Abschnitten des Chiasmata. Die vordere Grenze der Sehsphäre zieht sich somit mindestens bis zu denjenigen frontalen Schnittebenen, welche das Tuberculum anterius (in der Mitte) und das Chiasma (in den caudalen Partien) durchtrennen, d. h. (auf der Oberfläche) bis ca. 4—5 Mm. caudal von der

*) l. c.

**) Cfr. die Eingangs geschilderten Grenzen.

Vereinigungsstelle zwischen der Fissura ansata und coronaria. Auf der Fig. 1 wird diese Grenze durch eine punktirte Linie (β) links angedeutet, während die Munk'sche roth schraffirt ist. Allerdings ist diese Grenze ziemlich willkürlich gewählt; aber da die Rindendegeneration allmählig abklang, liess sich eine ganz scharfe Grenze nicht finden, man muss also dieser Grenze in der nächsten Umgebung der Linie einen gewissen Spielraum lassen.

Die übrigen Grenzen stimmen so ziemlich mit den Munk'schen Abbildungen überein. Wenn man die Operationsfehler mit in Berücksichtigung zieht, so wird die mediale Grenze durch den Sulcus calloso-marginalis gebildet*), die laterale Grenze durch eine Linie, die ideal verlängert, in sagittaler Richtung den dorsalsten Punkt der Sylvi'schen Windung und den caudalsten der ectolateralen Furche (in der horizontalen Ebene) schneiden würde, während die caudale Grenze bis zum ventralen Schenkel der postlateralen Furche sich hinzieht. Die der Sehsphäre zugehörigen Windungsabschnitte wurden schon früher ziemlich eingehend besprochen.

Bevor ich auf die aus der pathologisch-histologischen Untersuchung sich ergebenden normal-anatomischen Verhältnisse der optischen Bahn beim Hund eintrete, will ich noch einige Mittheilungen vorausschicken über Beobachtungen, die ich an einem doppelseitig im neugeborenen Zustande enucleirten Hunde gemacht habe und daran die Schilderung des anatomischen Operationserfolges knüpfen.

Aus der Vergleichung der Resultate nach peripherem und nach centralem Eingriff in die optische Bahn wird die Sonderung der Sehsphären- und der Retinalantheile der primären optischen Centren am ehesten gelingen, auch wird sich so vor Allem die Lage und Ausdehnung der bezüglichen Faserbündel am genauesten beurtheilen lassen. Eine sorgfältige Wiedergabe des Verhaltens jenes von den ersten Lebenstagen an blinden Hundes wird aber schon deshalb nicht überflüssig sein, weil wenige solche Beobachtungen veröffentlicht wurden, und weil eine objective Darstellung des Benehmens eines solchen Thieres werthvoll ist für die allgemeine Frage, in welcher Weise Sehstörungen beim Hunde zum Ausdruck kommen und wie weit ein blindes Thier den Ausfall des Gesichtssinnes durch gesteigerte Betätigung anderer Sinnesorgane corrigiren kann.

*) Es scheint mir übrigens, dass auch der Gyr. fornic., von welchem der Abschnitt c. gen. ext. a. theilweise jedenfalls abhängig ist (O3 und Versuch an der neugeborenen Katze), zur anatomischen Sehsphäre d. h. zur Zone der primären optischen Centren gehört.

**Enucleation beider Bulbi oculor. bei einem neugeborenen Hunde.
Tod nach 6 Monaten.**

Das Thierchen, welchem, als es zwei Tage alt war, am 3. Januar 1888 beide Augen enucleirt wurden, erholte sich von der Operation nach wenigen Tagen und entwickelte sich langsam, aber im Uebrigen in ungestörter Weise. Schon nach 3—4 Wochen konnte es allein etwas laufen, es war aber unsicher, liess den Kopf herabhängen und stiess überall an. Allmählig fand es sich aber in den ihm in der Wohnung des Abwärts angewiesenen Räumlichkeiten zurecht, doch war es viel furchtsamer, als ein anderes Thier desselben Wurfs, auch wuchs es langsamer als dieses. Nach etwa 3 Monaten war es ganz selbstständig, es fand sein Futter mit Leichtigkeit, es vermochte sich im Institut, in der Wohnung des Abwärts und im Garten ganz gut zu orientiren, auch lernte es um diese Zeit allein die Treppen herauf zu springen und that es schliesslich rapid, sicher und ohne zu tasten oder irgendwo anzustossen, jedoch nur dann, wenn Jemand von seiner Herrschaft zugegen war, dagegen war es lange Zeit unfähig, die Treppen herunter zu laufen, jedenfalls machte ihm dies viel mehr Schwierigkeiten. Wo es mit den Terrainverhältnissen ganz vertraut war, lief das Hündchen ebenso rasch und sicher, wie ein nicht operirtes Thier und stiess nur selten an, während es in einem ihm unbekannten Raum, obgleich es sich sehr vorsichtig benahm, häufig anstiess.

Von Monat zu Monat wurde das Thier munterer und aufgeweckter, es verrieth durchaus keinen intellectuellen Defect. Es war seiner Herrschaft treu und sehr anhänglich; es spielte mit den Kindern derselben in der muntersten Weise, während es sich vor fremden Leuten, deren Anwesenheit es sofort merkte, ausserordentlich fürchtete. Das Gehör des Thieres war ganz auffallend fein ausgebildet. Es unterschied alle Geräusche genau, vor allen Dingen war es überraschend, wie es die leisesten Worte seiner Herrschaft von denen fremder Leute unterscheiden konnte, und den Hund zu täuschen war absolut unmöglich.

Am 20. Juni wurde Folgendes zu Protokoll genommen: „Der Hund läuft auf den Ruf eines Kindes seiner Herrschaft auffallend flink die vielen Treppen des Instituts herunter bis in den Garten, wo sich jenes befand, genau so wie ein normales Thier. Im Garten läuft er dem herumspringenden Kinde, mit einer geradezu überraschenden Sicherheit alle Hindernisse vermeidend, in einer Entfernung von ein bis mehreren Schritten nach, nimmt von jeder Aenderung der Laufrichtung des Kindes prompt Notiz und befindet sich stets auf seiner Spur. Hie und da beim raschen Wenden und Drehen kommt es allerdings vor, dass das Thier an Strauchzweige oder Baumstämmchen anstösst, es geschieht dies aber meist nur ganz schwach und sofort findet es sich wieder zurecht. Vor fremden Leuten, die es einfangen wollen, springt es ebenso sicher weg und ist äusserst schwer einzuholen. Auf eine ihm offenbar bekannte Gartenbank gesetzt, bleibt der Hund ängstlich unbeweglich sitzen und winselt, durch keine kosenden Rufe etc. lässt er sich bewegen herunterzuspringen, auch nicht wenn seine Herrin dicht bei ihm steht. Auf eine ihm unbekannte Mauer ge-

setzt, bleibt er anfangs ebenso ängstlich sitzen, rafft sich dann auf den Ruf seiner Herrin auf, will ihr entgegenspringen und fällt dabei tüchtig auf die Erde. Von da an kann er durch nichts bewegt werden auf einem ihm fremden Terrain, wenn er sich nicht ganz sicher fühlte, einen Schritt vorwärts zu thun“.

Section: Am 24. Juni wurde der Hund mittelst Chloroform getödtet. Körpergewicht 4895 Grm. Gut genährtes Männchen. Weite Lidspalten, die linke 18 Mm., die rechte 19 Mm. lang. Beide Augenhöhlen durch derbes Narbengewebe ausgefüllt. Beide Lidspalten sind durch Schleimhaut ausgekleidet, links ist das dritte Augenlid zusammengewachsen und in der Mitte etwas pigmentirt. — Schädeldach bietet nichts Auffallendes dar. Dura überall glatt. Pia zart und frei. Beide Sehnerven sind verwandelt in derbe graue Fäden, die mit den Scheiden fest verwachsen sind. Der Tract. opt. total degenerirt bis auf die Commissura inferior, welche einen auffallend dünnen Faserzug bildet. Die Nn. oculomotor., trochleares, abducentes etwas dünn, aber ganz markweiss. Tract. peduncul. trans. ganz geschwunden. Die übrigen Hirnnerven normal.

Bei der Betrachtung der Hirnoberfläche fällt es auf, dass das Kleinhirn vom Hinterhauptshirn weniger bedeckt ist, als einem normalen Hundegehirn*), und dass der Sulc. long. ziemlich weit klafft. Beim Vergleich mit dem Controlhirn und einigen anderen mir zur Verfügung stehenden etwas kleineren Hundegehirnen lassen sich in der Bildung und Ausdehnung der Windungen folgende Differenzen erkennen:

Die supra- und postsplenische (erste) Windung erscheint in sagittaler Richtung deutlich verkürzt (die Reduction beträgt nach den Messungen ca. $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{3}$ der normalen Ausdehnung) und in den caudalen Partien auch wesentlich schmaler als beim Controlthier (vergl. SSP. und PSP. Fig. 16 und 17); auch die ectolaterale und suprasylvische Windung sind zweifellos verkürzt, weshalb die postlaterale Furche eine beträchtliche Vertiefung zeigt (Fig. 16 und 17, pl.), während die entolaterale Furche nur schwach entwickelt ist. Ueberhaupt erscheint der ganze Hinterhauptslappen beträchtlich niedriger und flacher als beim Controlthier, während das Frontal- und Parietalhirn in beiden Gehirnen so ziemlich denselben Umfang haben und das Temporalhirn beim operirten eher mächtiger entwickelt ist, als bei diesem. Schliesslich fällt bei jenem die kammartige Zuspitzung der postsplenischen Windung auf (PSP., Fig. 16).

Die genau in frontaler Richtung geführte Schnittserie bestätigt in zweifelloser Weise die allgemeine Volumesreduction im Hinterhauptshirn. Namentlich fällt in dieser Gegend die Reduction des Markkörpers auf, weshalb die Sulci ausserordentlich tief erscheinen. Die Hirnrinde zeigt aber normale Dicke

*) Es stand mir zum Vergleich das Gehirn einss annähernd genau so grossen normalen Hundes zur Verfügung, welches ich ebenfalls in eine Frontalschnittreihe zerlegt habe.

und keine deutlichen histologischen Veränderungen. Die ganze Volumesreduction im Gebiete der Sehsphäre macht den Eindruck einer Entwicklungshemmung.

Der hintere Zweihügel ist beiderseits recht voluminös und zeigt einen ganz normalen Bau. Sämmtliche Augenmuskelnervenkerne sind von normalem Aussehen, wenn schon zugegeben werden muss, dass die Zahl der Ganglienzellen in denselben, besonders im Oculomotorius, etwas geringer ist als beim Controlthier, ebenso dass die Wurzeln des Abducens, Trochlearis und Oculomotorius düftiger gebildet sind, als bei jenem; histologische Veränderungen finden sich da aber nirgends. Auch das hintere Längsbündel ist etwas arm an Fasern.

Was nun die vorderen Zweihügel anbetrifft, so war es schon auffallend, dass dieselben im Vergleich zum Controlpräparat keine wesentliche Volumesreduction verriethen; das Resultat der mikroskopischen Untersuchung bereitete mir aber geradezu eine Enttäuschung*). Allerdings war das sogenannte oberflächliche Mark**) mit Ausnahme des medialen Längsbündels, das, wie Tartuferi nachgewiesen hat, auch beim Kaninchen nach einseitiger Enucleation ziemlich intact bleibt, hochgradig geschwunden, dagegen konnte ich mich von einer deutlichen Reduction von Ganglienzellen (auch nicht von jenen grösseren Elementen) im oberflächlichen Grau bei wiederholter Durchmusterung der Schnitte und steter Vergleichung mit dem Präparate vom Controlthier nicht überzeugen.

Ich gebe zu, dass manche der Ganglienzellen auf eine Degeneration verdächtig waren, auch fielen mir gerade in der ventralen Abtheilung des oberflächlichen Graus eine Reihe von blasig aussehenden Elementen, die sich mit Carmin schlecht färbten und deren Fortsätze nicht zu erkennen waren, auf, solche Elemente fanden sich aber, allerdings in viel geringerer Zahl, auch beim Controlthier. Das einzige, was mir am vorderen Zweihügel ausser dem bedeutenden Schwunde des oberflächlichen Marks (und in Folge dessen auch einer mässigen im vorderen Zweihügelarm) merkwürdig erschien, das war eine etwas blässere Carminfärbung und der Umstand, dass die Ganglienzellen etwas dichter zu liegen schienen als beim Controlhund. Wer die hochgradige Atrophie des vorderen Zweihügels nach einseitiger Enucleation beim Kaninchen gesehen hat, der muss staunen über den geringen Unterschied, der sich beim Vergleich des vorderen Zweihügels beim doppelseitig enucleirten und beim normalen Hund ergab. Mit dieser Beobachtung ist die Möglichkeit, dass dennoch eine ganze Reihe von Ganglienzellen im oberflächlichen Grau geschwunden

*) v. Gudden hatte nach beiderseitiger Enucleation beim Hunde eine deutlich nachweisbare, aber schwache Volumesreduction in beiden vorderen Zweihügeln erhalten (Archiv für Ophthalmologie Bd. XX.).

**) Das oberflächliche Mark ist beim Hunde lange nicht so mächtig entwickelt, wie beim Kaninchen, auch ist das Faser-caliber viel zarter als bei diesem.

war, nicht unbedingt auszuschliessen, die Vergleiche hinsichtlich der quantitativen Ausdehnung von zelligen Elementen ist schwer und mit vielen Fehlerquellen verbunden, ich betone nur, dass falls ein solcher Schwund vorhanden war, derselbe im Vergleich zu dem, was man bei geblendeten Kaninchen findet, ein minimaler war. Das mittlere und das tiefe Mark (auch die Comm. post.) waren sichtlich schwach entwickelt, dagegen konnte ich weder im mittleren Grau, noch im centralen Höhlengrau irgend welche wesentlichen histologischen Veränderungen nachweisen.

Am interessantesten war der Befund im Corpus gen. ext. Schon makroskopisch erschien dieser Körper beim Vergleich mit dem Controlpräparat beträchtlich reducirt und, wo er frei liegt, seiner Markzone auf der dorsalen Seite beraubt. Die mikroskopische Untersuchung zeigte nun evident, dass diese Reduction durchaus nicht etwa nur auf den Schwund der Tractusfasern zu beziehen ist, sondern dass in der That und im Gegensatz zum Operationserfolg beim Kaninchen die ganze graue Substanz (namentlich in den caudal-dorsalen Abschnitten) bedeutend atrophisch war. Der Umfang der Atrophie letzterer sowie der Tractusfasern ergiebt sich mit voller Klarheit aus der Fig. 23, wo das Corp. gen. ext. a_1 , welches beim normalen Thier die mächtige Ausdehnung wie in Fig. 22 hat, in ein ganz schmales Streifchen verwandelt ist. Das Corp. gen. ext. b_1 ist aber in beiden Gehirnen nahezu gleich voluminös, obwohl die für das Corp. gen. so charakteristische Marklamelle, die zweifellos aus lauter Retinafasern besteht*), beim operirten Thier ganz fehlt. In histologischer Beziehung ist zu bemerken, dass bei letzterem Thier die Ganglienzellen grösseren Volumens, die sich beim normalen in reicher Menge in den oberflächlichsten Schichten der Corp. gen. ext. a_1 finden, nicht aufzufinden sind, und dass die kleinen Elemente, die keine ausgesprochen pathologischen Veränderungen zeigen, auffallend dicht liegen; die ganze Partie, die beim gesunden Thier mit Carmin sich tiefroth färbt, ist hier blass, auch erscheinen die Elemente mittleren Calibers in ähnlicher Weise blässig aufgetrieben wie im vorderen Zweihügel. Mit diesen Mittheilungen sind die pathologischen Veränderungen im Grau des Corp. genic. ext. nicht erschöpft, ich will indessen hier in die Details nicht tiefer eindringen, um nicht zu breit zu werden, und nur noch hervorheben, dass im sogenannten ventralen Kern des enucleirten Hundes sich ebenfalls eine allgemeine Atrophie zeigte, ohne dass indessen deutlich degenerirte Ganglienzellen sich finden liessen. — Im Pulvinar war eine ähnliche Atrophie, namentlich in der gelatinösen Substanz, im dorsalen Abschnitt, zu constatiren, wie im äusseren Kniehöcker, und speciell sei hier darauf aufmerksam gemacht, dass an der Grenze zwischen diesem und dem Corp. gen. ext. a_1 beim operirten Thier eine grössere Gruppe von ziemlich mächtig entwickelten Ganglienzellen fehlte (Fig. 22 a.); vielleicht gehört dieselbe noch zum äusseren Kniehöcker.

In den vorderen Schnittebenen, d. h. in den Abtheilungen a und b des

*) Vergl. auch den ganz ähnlichen Operationserfolg bei der einseitig enucleirten Katze (Dieses Archiv Bd. XIV.).

Corpus gen. externum war ausser einer gewissen allgemeinen Reduction, an welcher sich vielleicht auch aus der inneren Capsel kommende Faserzüge theiligten, keine bemerkenswerthe histologische Veränderung nachweisbar.

Was den Tractus opt. anbetrifft, so war derselbe, wie Fig. 23 (Toh.) zeigt, beiderseits hochgradig geschwunden; zwischen C. gen. ext. a_1 und b_1 , wo bei normalem Thier die Retinafasern in einem mächtigen Zuge ventralwärts ziehen, fanden sich hier nur wenige feine Fasern, die jedenfalls zum Hemisphärenbündel gehören, erhalten; dagegen blieb ventral vom Pedunculus ein dünner Schrägschnitt von intacten Fasern, deren Provenienz aus der Gegend der Gitterschicht ziemlich klar nachzuweisen war, erhalten (Fig. 23, Toh.); dieser Querschnitt, der vielleicht den zehnten Theil der Ausdehnung eines normalen Tractusquerschnittes hat, verschwindet in den vorderen Schnittebenen und an seine Stelle tritt, wie der Befund zeigt, die aus wenigen Fasern bestehende Commissura inf. (v. Gudden). Die Markzonen über dem Corp. genic. ext. und Pulvinar sind partiell geschwunden, desgleichen auch diejenige im Sattel zwischen vorderem Zweihügel und jenem; die übrig gebliebenen Fasern, deren Zahl noch eine leidlich stattliche ist, sowie der das Corp. gen. int. bedeckende Markstreifen, welcher letzterer ganz normal geblieben ist, stammen zweifellos aus der Hirnrinde. Die Meynert'sche Commissur ist ebenfalls intact.

Das Corpus gen. internum ist ausserordentlich mächtig entwickelt, erscheint eher voluminöser als beim Controlthier. In den Tubera cinerea fand ich nichts Abnormes. Die Luys'schen Körper waren normal.

Das übrige Hirn ganz normal.

Dieser Versuch ist in doppelter Richtung von Interesse, einmal mit Rücksicht auf das psychische Verhalten des Thieres und dann mit Rücksicht auf den anatomischen Operationserfolg, welcher in manchen Punkten wesentlich von dem des enucleirten Kaninchens verschieden ist. Was das Verhalten des Thieres anbetrifft, so muss vor Allem das Fehlen jedes deutlich nachweisbaren intellectuellen und gemüthlichen Defectes hervorgehoben werden und darauf aufmerksam gemacht werden, wie sehr das Thier den Ausfall des Gesichtssinnes durch gesteigerte Bethätigung anderer Sinnesorgane (vor Allem des Gehörs und des Geruchs) zu corrigiren im Stande war. Es ist namentlich diese letztere Beobachtung sehr wichtig, weil sie zeigt, dass der Hund auch ohne Augen sich in vortrefflicher Weise in seiner Umgebung zu orientiren lernt, und dass bei ihm in letzterer Richtung Gehör und Geruch eine ausnehmend bedeutungsvolle Rolle erlangen. Nicht ohne Interesse ist im Hinblick auf einige Einwände, die Goltz an der Berliner Naturforscherversammlung gegenüber den Beobachtungen Munk's erhoben hat, dass unser Hund das Treppauf- und

-ablaufen sehr schwer und langsam gelernt hat und dass er nicht zu bewegen war, von der niederen Bank herunter zu springen. Gegenüber meiner Beobachtung an diesen Thieren verliert auch das von v. Gudden*) für das Vorhandensein von Sehfähigkeit bei Kaninchen in's Feld geführte Argument, nämlich dass doppelseitig des Hinterhauptlappens beraubte Thiere sich in der Umgebung noch gut zu orientiren vermochten dass sie so prompt allen Hindernissen auswichen und schwer einzufangen waren, einen grossen Theil seiner Bedeutung; zweifelsohne hatten sich Gudden's Thiere (Kaninchen) mit Hilfe anderer Sinnesorgane, die beim Kaninchen eine wichtigere Rolle als das Auge spielen, im Raume orientirt.

Und der anatomische Operationserfolg lehrt hier vor Allem die Richtigkeit meiner schon in diesem Archiv Bd. XVI. ausgesprochenen Ansicht, dass der vordere Zweihügel bei höheren Thieren gegenüber dem Corpus geniculatum externum eine untergeordnete Rolle spielt. Die Verhältnisse liegen beim Hunde, bei der Katze und wahrscheinlich auch beim Menschen gerade umgekehrt wie beim Kaninchen, wo der vordere Zweihügel das Hauptsehcentrum darstellt**). Und so treffen wir denn nach beiderseitiger Enucleation beim Hund eine kaum nachweisbare (nahezu auf das oberflächliche Mark und die Nerven-netze beschränkte) Atrophie jenes Körpers, während in den caudal-dorsalen Abschnitten des Corp. genic. extern. ausser dem auch beim enucleirten Kaninchen constatirten Schwund der gelatinösen Substanz auch noch ganze Reihen von Ganglienzellen, vor Allem die grösseren oberflächlich liegenden Elemente (im Corp. genic. ext. a₁) völlig verschwinden. Hinsichtlich des Tractus muss auf den spärlichen Rest von Fasern, in Form des Hemisphärenbündels und der Commissura inferior (Guedden) hingewiesen werden, ebenfalls im Gegensatz zum Kaninchen, bei welchem die Commissura inferior einen stattlichen Faserzug repräsentirt. Schliesslich sei hier die Volumsverkleinerung im Gebiete der Sehsphäre beiderseits hervorgehoben, die Munk**) und Vulpian schon nach einseitiger Enucleation

*) Zeitschr. f. Psychiatrie Bd. 42.

**) In der Wirbelthierreihe abwärts nimmt der vordere Zweihügel (Lob. opt. bei den Vögeln und Fischen) als Ursprungscentrum des Nerv. opt. an Bedeutung stetig zu und bildet schliesslich bei den ganz niederen Thieren das einzige Sehcentrum. Vergl. die schönen Arbeiten von Steiner (die Fische) und L. Eddinger (das Vorderhirn), Separat-Abdruck a. d. Abh. der Senckenberg. naturf. Ges. 1888.

***)) Ueber die Functionen der Grosshirnrinde S. 23.

sahen, die ich beim Kaninchen einmal vermisst habe*); eine solche Volumsverkleinerung wurde bekanntlich von v. Gudden und auch von Ganser in Abrede gestellt und von Fürstner**) nur mit Rücksicht auf den ganzen Hemisphärenabschnitt der der Operation entgegengesetzten Seite zugegeben.

Wie bereits angedeutet, handelte es sich bei der Volumsverkleinerung im Gebiete der Sehsphäre, die um so bedeutungsvoller ist, als sie durch Vergleich mit einem Controlthier mit aller Sicherheit nachgewiesen werden konnte, nicht um eine fortgeleitete aufsteigende Atrophie, denn die Hirnrinde der Sehsphäre verrieth keinen Ausfall von bestimmten Ganglienzellen, sondern um eine nur mangelhafte Bildung von Associations- und Stabkranzfasern, wahrscheinlich in Folge von zu geringer Anregung zu einer Entwicklung Seitens des Corpus gen. ext., welches ja auch in toto verkleinert erschien.

Die Vergleichung der Operationserfolge nach Abtragung der Sehsphäre und nach Enucleation beider Bulbi oculor. beim Hunde ist ausserordentlich instructiv und gewährt uns (ähnlich wie die nämlichen Eingriffe am Kaninchen) einen recht klaren Einblick in die feinere Anatomie der Opticusbahnen. Was zunächst den peripheren Abschnitt letzterer Bahn anbetrifft, so lehrt das Experiment zumeist, dass beim Hund***) nur ein kleines Bündel des Opticus aus dem vorderen Zweihügel entspringt, von dem es auch zweifelhaft bleibt, ob es seinen Ursprung einzig aus den Ganglienzellen des oberflächlichen Grau nimmt; jedenfalls müssen diese Ganglienzellengruppen, falls eine Reihe derselben ähnlich wie beim Kaninchen die Axencylinderfortsätze dem N. opt. liefern, noch mit anderen Fasersystemen in (vielleicht indirecter) Verbindung stehen und von diesen aus erregt werden; anders kann ich mir ihre Intactheit nicht erklären. Oder es müsste beim Hund ein anderer Modus in den Beziehungen zwischen oberflächlichem Grau und oberflächlichem Mark bestehen als beim Kaninchen, etwa ein ähnlicher wie zwischen dem Tract. opt. und der lateralen Zone des Corp. gen. ext. beim letztgenannten Thier, in welcher man nach Enucleation nur einen Schwund der Subst. gelatinos. findet. Dagegen geht beim Hund zweifelsohne der grösste Theil der Retinafasern in eine sehr innige Verbindung mit dem Corp. gen. ext. a, ein, welches nach Enucleation so beträchtlich atrophirt, während es nach Wegnahme der ganzen Sehsphäre bei Hunden und Katzen (erwachsen oder neugeboren operirt)

*) Dieses Archiv Bd. XIV. 3.

**) Dieses Archiv Bd. XII. S. 612.

***) Beim Menschen ebenfalls.

nur wenig beeinträchtigt wird, jedenfalls nicht direct. In diesem Gebilde scheinen im Unterschied zum Kaninchen dem N. opt. Ursprung gebende Ganglienzellen zu liegen, und zwar ganz oberflächlich. Die übrigen Partien des Corp. gen. ext. (a, b, b₁ und der ventrale Kern) nehmen aber auch, wie der allgemeine Schwund der Nervenetze und der feinen Marklamellen zeigt, Retinafasern in sich auf, die sich ziemlich gleichmässig (in den caudalen Partien in grösserem Umfange) in Nervenetze auflösen. Die Marklamellen sind somit weit aus zum grössten Theil nichts Anderes als Retinafasern.

Die meisten Ganglienzellen der Abschnitte des Corp. gen. ext. a, b und b₁ (vergl. Figg. 10—14 und 23) gehören dagegen zum Sehsphärenantheil des äusseren Kniehöckers, denn ihre Existenz ist abhängig von der Intactheit der Sehsphäre; wie wir gesehen haben, auch bei erwachsenen Thieren.

Mit Rücksicht auf dieses verschiedene Verhalten der einzelnen Bestandtheile des äusseren Kniehöckers und des Pulvinar darf man diese beiden Gebilde, die grob anatomisch als ziemlich einheitlich gebaute Körper imponiren, jedes in eine Reihe von Abschnitten trennen, denen jedenfalls eine besondere physiologische Bedeutung zukommt. Ich sondere zunächst das Corpus geniculatum externum des Hundes*) in zwei Haupttheile, die in einander allmähig übergehen: 1. den Sehsphärenantheil und 2. den Retinaantheil. Im ersteren lassen sich ausserdem noch vier anatomisch nicht sehr scharf getrennte Kerne auseinanderhalten.

Der Retinaantheil des Corpus geniculat. externum besteht vor Allem aus dem caudal-dorsalen Kerne (Corp. gen. ext. a₁), in welchem zwei Categorien von Ganglienzellen sich finden und welcher von jenen Marklamellen durchsetzt wird; er geht frontalwärts ohne scharfe Grenze in den frontal-dorsalen (Corp. gen. ext. a) über und grenzt ventralwärts an die Tract.-opt.-Wurzel.

Der Sehsphärenantheil des Corp. gen. ext. besteht:

1. aus dem frontal-dorsalen Kern (C. gen. ext. a, Fig. 11 und 14), der höchst wahrscheinlich in inniger Beziehung zum Gyr. fornicat. steht;

2. aus dem frontal-ventralen Kern (C. gen. ext. b, Fig. 11 und 14). Dieser entspricht dem grossen dorsalen Kern beim Kaninchen (v. Gudden) und wird von Tartuferi irrthümlicher Weise für das Pulvinar angesehen. Beim Hund und bei der Katze finden sich in demselben auch 1—2 mit der Peripherie concentrisch verlaufende

*) Bei der Katze liegen die Verhältnisse ganz ähnlich.

feine Lamellen. Er enthält viel gelatinöse Substanz und färbt sich mit Carmin dunkel. Nach den Versuchsergebnissen bei der Katze scheint er mehr von der lateralen Partie der Sehsphäre abhängig zu sein. Ein geringerer Theil desselben hat beim Hund offenbar auch directe Beziehungen zur Retina; die bezüglichlichen zelligen Elemente liegen aber zerstreut;

3. aus dem caudal-ventralen Kern (C. gen. ext. b_1 , Fig. 12 und 23). Derselbe zeigt auf dem Querschnitt eine ovale Form und verräth ebenfalls feine Lamellen; er geht ohne scharfe Grenze in den frontalen Kern über. Hier finden sich zerstreut etwas mehr solche Elemente, die mit der Sehsphäre in directem Zusammenhang nicht stehen, als im vorher genannten Kern;

4. aus dem ventralen Kern (C. gen. ext. v, Fig. 22 und 23), welcher pyramidenförmig ist und sich an den sub 3 erwähnten Kern die Basis dorsalwärts anschliesst, er ist von diesem durch eine feine Marklamelle getrennt. Beim Kaninchen ist der ventrale Kern im Verhältniss besser gebildet und umfangreicher; Tartuferi (und mit ihm auch v. Gudden) hält diesen Kern für dasjenige Gebilde, welches dem Corp. gen. ext. des Menschen homolog ist.

In allen vier Kernen finde ich dieselben zwei Formen von Ganglienzellen, die nicht überall gleich dicht und im selben Verhältniss angehäuft getroffen werden: 1. kleinere multipolare mit Carmin und Indulin sich dunkel färbende Zellen und 2. blasig aus sehende Ganglienzellen, deren Kern sich gut färbt, deren Protoplasma aber, mit Carmin wenigstens, kaum gefärbt wird; diese Elemente sind voluminöser als die ersterwähnten und meist von einem sogenannten pericellulären Raum umgeben*).

Auf feinere histologische Details will ich hier nicht eintreten.

Im Pulvinar gehört zum Sehsphärenantheil die in Fig 10 mit Pu. und in den Figg. 11, 12 und 14 Pu. d. bezeichnete Gegend, d. h. in den caudalen Ebenen der mehr ventral, in den frontalen der mehr dorsal liegende Abschnitt. Die in jenen Figuren normal aussehende Zone (in caudalen Ebenen der dorsale Abschnitt), die sich an das Corp. gen. ext. a_1 anschliesst (vergl. auch Fig. 22), muss als Retinaantheil angesehen werden; nach den Operationserfolgen beim doppelt enucleirten Hunde gehört zum Retinaantheil vor Allem die oberflächliche Partie der dorsalen Zone.

*) Nach Sehsphärenabtragung degeneriren beide Formen von Ganglienzellen. Ob sie den chromophoben und chromophilen Zellen von Fleisch entsprechen, lasse ich dahingestellt.

In ähnlicher Weise wie die Kerne lassen sich die sie umgebenden und mit ihnen in Verbindung tretenden Faserzüge absondern. Die Tractus-opt.-Fasern, d. h. Retinafasern (To., Fig. 22) liegen zum grossen Theil in den caudalen Schnittebenen, sie sind aber überall, wie auch Fig. 23 zeigt, selbst hier noch von anderen Fasern (vor Allem Sehsphärenfasern) durchsetzt; einzelne Fasern des Tractus stammen aber auch noch aus dem Feld m. (Fig. 14), welches letzteres zum grossen Theil Stabkranzfasern enthält. In den etwas mehr frontal liegenden Ebenen liegen die Sehsphärenbündel zwischen C. gen. ext. a und C. gen. ext. b. Das laterale Mark des letzteren besteht ebenso wie dasjenige des Pulvinars zum grossen Theil aus Sehsphärenfasern. In Fig. 14 lassen sich mit Rücksicht auf die secundäre Degeneration drei Felder in der inneren Capsel (J.) unterscheiden, von denen das dorsale theils Tractusfasern, theils Projectionsfasern in die Gegend des Gyr. fornicat. (occipitale Ebenen) enthält. Das mittlere wird aus Sehsphärenfasern (roth) zusammengesetzt; die caudale Fortsetzung desselben findet sich in den dorsalen Abschnitten der Gitterschicht (gitt., Fig. 14*); es ist das der Stiel des Corp. gen. ext. von Ganser. Und das ventrale Feld führt unter Anderem auch Rindenprojectionsfasern in das Corp. gen. int.; in den caudalen Schnittebenen liegt der bezügliche Faserquerschnitt (Stiel des inneren Kniehöckers) in der Zone gitt. (Fig. 22).

Das Hemisphärenbündel des Tract. opt. (v. Gudden) liegt, wie die Besichtigung der Figg. 22, 23 und 5 ergibt, dem eigentlichen Tractus dorsal an und hängt mit der hinteren Gitterschicht, aus der es sich theilweise bildet, eng zusammen.

Die Lage des Hemisphärenbündels ist in den Fig. 22 und 23, in welcher letzterer dieses Bündel isolirt übrig geblieben ist, mit Toh. bezeichnet. Die Commissura inf. (v. Gudden), welche in mehr frontal liegenden Ebenen an die Stelle jenes Bündels tritt, liegt den Retinafasern dorsal-caudal an; auf ihre Schmalheit beim Hund habe ich bereits aufmerksam gemacht.

Die anatomische Ausbeute hinsichtlich der vorderen Zweihügel ist nicht so gross, wie bei den soeben besprochenen Regionen. Dass das oberflächliche Mark meist aus Retinafasern zusammengesetzt ist, (Gudden, Forel, Ganser), ergibt sich auch aus dem Experiment beim Hunde; nur der mediale Abschnitt desselben gehört einem anderen Fasersystem an (vergl. auch Tartuferi l. c.). Ebenso spricht

*) Die Einstrahlung in die caudalen Partien des Corp. genic. ext. geschieht bogenförmig.

beim Hund nichts gegen die Annahme, dass das mittlere Mark meist dem Sehsphärenmark entstammt*). Beide Faserantheile sind jedoch nicht umfangreich. Die Rolle des oberflächlichen Graus ist beim Hunde durchaus nicht so klar wie beim Kaninchen, denn beim ersteren wird es nach beiderseitiger Enucleation kaum wesentlich verändert, während es nach Sehsphärenabtragung auf Degeneration verdächtige Ganglienzellen aufweist.

Der Arm des vorderen Zweihügels besteht zweifelsohne auch beim Hund zum Theil aus Retina und zum Theil aus Sehsphärenfasern.

Mit Rücksicht auf die nicht ganz durchsichtigen Resultate am letzt erwähnten Gebilde sehe ich von einer weiteren Verwerthung der Operationserfolge für den feineren anatomischen Bau desselben hier ab.

Auf die Kreuzungsverhältnisse des Sehnerven hier einzutreten, liegt keine directe Veranlassung vor, denn fast alle Untersuchungen fanden an beiderseitig operirten Thieren statt. Zudem halte ich die Frage nach der Kreuzung der Nn. optici durch die Arbeiten von v. Gudden, Ganser u. A. für definitiv im Sinne einer partiellen Kreuzung erledigt. Meine eigenen früheren Untersuchungen führten mich zu ähnlichen Resultaten. Ich brauche nur an den Operationserfolg an einer neugeborenen enucleirten Katze zu erinnern, bei der nicht nur in beiden Tract. opt., sondern auch in beiden Corpora geniculata externa atrophische Veränderungen sich gezeigt hatten; auch mein Befund an jenem menschlichen Fall mit altem Erweichungsherd im rechten Occipitallappen, wo das gekreuzte und ungekreuzte Bündel absteigend degenerirten, ist für die Semidecussation beweisend. Nun hat aber trotzdem Michel*) neuerdings wieder die Halbkreuzung nicht nur für das Kaninchen, sondern auch für Hund, Katze und Mensch verworfen, er glaubt in exacter Weise die totale Kreuzung durch die Resultate seiner experimentellen und pathologisch-anatomischen Studien bewiesen zu haben. Ich behalte mir vor, bei einer anderen Gelegenheit auf die bekannte Michel'sche Arbeit eingehend einzutreten, hier möchte ich nur hervorheben, dass die Behandlung des ganzen Stoffes in seiner Arbeit mir mit Rücksicht auf die Ausserachtlassung des Verhaltens der primären optischen Centren unzureichend erscheint, auch glaube ich, dass die von ihm etwas einseitig ange-

*) Vergl. Ganser, Dieses Archiv Bd. XIII.

**) Ueber Sehnervendegeneration und Sehnervenkreuzung. Wiesbaden, 1888.

wandten Tinctionsmethoden (ausschliesslich Weigert'sche Färbung) eine Reihe von Irrthümern und Trugschlüssen zuliessen. Schliesslich kann ich nicht unerwähnt lassen, dass meiner Meinung nach manche seiner photographischen Abbildungen, die er gewiss von nur sehr sorgfältig ausgesuchten Präparaten verfertigen liess, genau das Gegentheil von dem beweisen, was M. zu beweisen bestrebt war.

Nachdem ich nun in detaillirter Weise die gröberen Beziehungen der primären Opticuscentren einerseits zum N. opt., andererseits zur Sehsphäre erörtert habe, wird es nicht überflüssig sein, an die Beantwortung der Frage zu treten: welche feineren histologischen Beziehungen zwischen Retina, primären Centren und Grosshirnrinde sich auf Grund der vorliegenden und der früheren auch von anderen Autoren mitgetheilten Operationserfolge ergeben, mit anderen Worten, wie die verschiedenen Fasersysteme mit Rücksicht auf die centralen zelligen Elemente angeordnet und mit letzteren verknüpft sind.

Diese Frage kann selbstverständlich auf Grund der bekannten Untersuchungsergebnisse nur unvollständig und nicht definitiv beantwortet werden, jedenfalls nicht ohne Zuziehung von mehr oder weniger gut begründeten Annahmen. Wenn ich also den Versuch mache, ein Bild über die wahrscheinliche Gliederung und histologische Verknüpfung innerhalb der gesammten optischen Bahn zu geben, so bin ich weit davon entfernt, dasselbe für ein den Thatsachen vollständig entsprechendes zu halten, denn ich weiss recht wohl, dass gerade in jener verwickelt gebauten Hirnregion die Dinge nicht so einfach liegen können, wie sie durch ein Schema zum Ausdruck gelangen. Immerhin liegt meiner Ansicht nach schon jetzt ein Bedürfniss vor, die stattliche Anzahl von wenig vermittelten Thatsachen, die sich aus den vielfachen Versuchen von mir und Anderen ergeben, zu sichten und sie in ein festeres zusammenhängendes Gefüge zu bringen.

Im Hinblick schon auf die hinsichtlich des vorderen Zweihügels nicht ganz klaren Versuchsergebnisse bei den Hunden werde ich die Operationserfolge auch bei Kaninchen und Katzen (die von denen am Hunde gewonnenen jedenfalls meist nur quantitativ verschieden sind) in eingehender Weise in Berücksichtigung ziehen. Ja, bei einer Reihe von Punkten werde ich mich ausschliesslich auf die Versuchsergebnisse an Kaninchen stützen müssen, da manche operative Eingriffe bisher überhaupt nur beim Kaninchen gemacht wurden.

Bevor ich in die Einzelheiten meiner Theorie eintrete, schicke

ich eine Zusammenstellung derjenigen Thatsachen voraus, auf die sich jene aufbaut.

1. Nach Enucleation der Bulbi oculor. an neugeborenen Thieren zeigt sich neben der Atrophie im Nerv. und Tract. opt. beiderseits a) Atrophie im oberflächlichen Mark und Schwund von Ganglienzellen (kleineren und mittleren Calibers) im oberflächlichen Grau des vorderen Zweihügels*) (Kaninchen); b) ein beträchtlicher Ausfall der gelatinösen Substanz in der lateralen Zone des Corp. gen. ext. (bei ziemlich guter Erhaltung der Ganglienzellen) beim Kaninchen, dasselbe aber mit Zugrundegehen von Ganglienzellen hauptsächlich im dorsal-caudalen Kern des Corp. gen. ext. und im dorsal-caudalen Abschnitt des Pulvinar (gleichzeitige Volumsverkleinerung sowohl des ganzen äusseren Kniehöckers als des Pulvinars) bei Hund und Katze.

2. Nach Durchschneidung eines Tract. opt. beim Kaninchen zeigen sich in beiden Nn. optici (im ungekreuzten ganz unbedeutend) atrophische Veränderungen und in den zugehörigen Abschnitten der Retinae Schwund jener grossen Ganglienzellen der tiefen Schicht (Ganser**).

3. Nach Wegnahme der Sehsphären findet sich a) beim Hunde und bei der Katze (neugeboren oder erwachsen operirt) ausser der Entartung von zugehörigen Projections-, Associations- und Commissurenfasersystemen, Degeneration der meisten Ganglienzellen im Corp. gen. ext. b und b₁ (zum Theil auch a) und Pulvinar (ventraler Abschnitt in den caudalen Ebenen), und erst viel später tritt im Anschluss daran Zerfall der Substantia gelatin. hinzu; im vorderen Zweihügel zeigt sich leichte Atrophie im mittleren Mark und möglicherweise auch im oberflächlichen Grau; b) beim Kaninchen (neugeboren operirt) hochgradige, mit Schwund der Ganglienzellen und der Grundsubstanz einhergehende Atrophie des Pulvinars, des dorsalen Kerns des Corpus gen. ext. und eine mässige des ventralen, während die laterale Zone des äusseren Kniehöckers intact bleibt; ferner Atrophie im mittleren Mark des vorderen Zweihügels. Bei neugeboren und einseitig operirten Hunden und Katzen ist im Weiteren noch ausgesprochene Volumensverkleinerung des ganzen Tract. opt. der operirten Seite, sowie beider Nn. optici und Atrophie von zelligen Elementen in der Retina zu constatiren (Ganser und v. Monakow).

4. Die Durchtrennung der hinteren Partie der inneren Capsel ist

*) Beim Hund ist letzterer Befund (im Gegensatz zu v. Gudden's Resultaten) zweifelhaft, bei der Katze nur wenig ausgesprochen.

**) l. c.

gefolgt: a) von aufsteigender Degeneration in den Rindenprojectionsfasern und in der Rinde des Occipitalhirns (Entartung der grossen Ganglienzellen in der dritten, Schwund der Nervennetze im Gebiete der dritten und fünften Schicht); b) peripheriewärts von ganz ähnlichen Veränderungen wie nach Wegnahme der Sehsphäre (vergl. meine Versuche an Kaninchen, Dieses Archiv Bd. XIV.).

5. Nach Abtragung eines vorderen Zweihügels beim Kaninchen und Katze zeigt sich partieller Schwund des Tract. und des N. opt.; es gehen die feineren Fasern zu Grunde, diejenigen derberen Calibers bleiben erhalten (v. Gudden*) und v. Monakow**).

6. Nach Abtragung einer ganzen Hemisphäre und gleichzeitiger Durchtrennung des Tract. opt. derselben Seite bei neugeborenen Katzen bleibt noch eine Reihe von Ganglienzellen im Corp. genic. ext. a₁ erhalten, während alle übrigen Abschnitte dieses Körpers sowie das Pulvinar völlig schwinden (v. Monakow***).

Aus diesen Beobachtungsergebnissen ergibt es sich: 1. dass Fasersysteme, wenigstens bei neugeborenen operirten Thieren, wenn sie durchtrennt werden, in beiden Richtungen degeneriren †); 2. dass gewisse Ganglienzellencategorien nach Durchtrennung der ihnen entstammenden Fasern völlig vernichtet werden (z. B. im Corp. genic. ext. b beim Hund) und 3. dass andere Ganglienzellencategorien, die in später näher zu bezeichnender Beziehung zu Nervenfasern treten, nur partiell, d. h. hauptsächlich mit Rücksicht auf die von ihnen gelieferten Nervennetze atrophiren (laterale Zone des Corpus genic. ext. und fünfte Rindenschicht beim Kaninchen, Corpus gen. ext. a₁ beim Hund).

Es zeigt sich da somit eine ausgesprochene Analogie mit dem Verhalten der Ganglienzellengruppen in den Hinter- und Vorderhörnern des Rückenmarks, nach Ausreissung sowohl der vorderen als der hinteren Wurzeln beim Kaninchen. Wie es Mayser††) bereits nachgewiesen hat, degeneriren nach diesem Eingriff die Zellen im Vorderhorn vollständig, während sich im Hinterhorn nur ein Schwund der Subst. gelatinosa zeigt, mit ziemlich vollständiger Erhaltung der Ganglienzellen.

*) Tageblatt der Naturforscherversammlung Strassburg 1885.

**) Noch nicht publicirter Versuch.

***) Noch nicht publicirter Versuch.

†) In Uebereinstimmung mit Gudden.

††) Dieses Archiv Bd. VII.

Dieses verschiedene Verhalten der Ganglienzellengruppen wird meines Erachtens bedingt durch die verschiedene Verknüpfungsweise derselben mit den Nervenfasern, die mit ihnen in Beziehung treten*). Nur solche Ganglienzellen gehen zu Grunde, deren Axencylinder innerhalb des Faserzugs durchschnitten wurden. Aber nicht alle Ganglienzellen entsenden Axencylinder, aus denen eine markhaltige Faser wird. Golgi hat bekanntlich in sehr verbreiteter Weise Ganglienzellen gefunden, deren Axencylinder bald nach ihrem Austritt sich baumförmig verzweigen und einen Bestandtheil der nervösen Netze bilden, die, wie er sich ausdrückte, ihre Individualität verlieren. Forel**), Bleuler***) und Andere haben die Resultate Golgi's bestätigt. Letzterer bezeichnet diese Ganglienzellen als Zellen zweiter Kategorie und fasst sie als sensible auf, während er die erst erwähnten Ganglienzellen als Zellen erster Kategorie nennt und sie als motorische ansieht.

Diese Ganglienzellen zweiter Kategorie können meiner Meinung nach mit Rücksicht darauf, dass ihr Axencylinder sich in ein Netz auflöst, keine markhaltigen Fasern entsenden, und wenn sie mit solchen in Beziehung treten, so kann es wohl kaum anders geschehen, als wie es Forel†) angenommen hat, nämlich als dass die Netze ihren Axencylinder mit solchen, die von markhaltigen Nervenfasern (im Endabschnitt derselben) geliefert werden, sich so verflechten, wie zwei dichte Baumkronen. Mit anderen Worten: die Ganglienzellen zweiter Kategorie sind Elemente, in deren nächster Nähe Nervenfasern endigen, aus denen aber keine Fasersysteme entstehen. Sie sind im Weiteren so gebaut und angeordnet, dass sie mit mehreren verschiedenen Fasersystemen in enger Beziehung stehen können, d. h. dass sehr verschiedene sich schliesslich in feinste Fibrillen auflösende Fasern in jene vom Axencylinder zweiter Kategorie gelieferten feinen Netze tauchen können, während die Ganglienzellen erster Kategorie nur je einer Nervenfaser Ursprung geben und somit nur mit je einer Faser in Beziehung treten.

Nach Durchtrennung eines Faserzuges gehen selbstverständlich die von der Ganglienzellengruppe abgetrennten Faserabschnitte zu Grunde und mit ihnen auch ihre netzartigen Endausbreitungen in der gelatinösen Substanz; dass letztere mitleiden muss, liegt auf der Hand,

*) Cfr. Forel und Mayser l. c.

**) l. c.

***) Correspondenzbl. für Schweizer Aerzte. Bd. 1886. S. 155.

†) l. c. p. 166.

da sie ja zum Theil aus jenen Endausbreitungen gebildet wird. Die in der Verlängerung dieses Faserzuges liegenden Ganglienzellen zweiter Kategorie werden aber durch diese Atrophie direct nicht geschädigt, denn ihre Axencylinderverzweigungen anastomosiren ja (siehe unten) mit jenen Fasern nicht, zudem bleiben sie ja noch durch ihre Netze verflochten, mit anderen Nervenfasersystemen, durch deren Anregung sie vor gänzlicher Inactivität bewahrt werden. Unter solchen Umständen wird sich nach Durchtrennung eines in eine Ganglienzellengruppe zweiter Kategorie ziehenden Faserzuges stets nur eine partielle Erkrankung der zwischen den Zellen liegenden Grundsubstanz bilden können und nur ausnahmsweise (vielleicht nach Durchtrennung sämmtlicher in einen solchen Kern tretenden Fasern) eine Ganglienzellenentartung.

Dieser Ausführung liegt die durch viele sowohl experimentelle*) als auch entwicklungsgeschichtliche**) Beobachtungen gestützte Annahme, dass zwischen den Ganglienzellen keinerlei Anastomosen bestehen, zu Grunde. Dass übrigens „solche wirkliche continuirliche Verbindungen der feinsten Aestchen der Nervelemente unter sich“ zur Uebertragung von Reizen durchaus nicht nothwendig sind, und dass man sich die Uebertragung letzterer auch ohne directe Continuität der feinsten Fäserchen ganz gut denken kann, ohne in Widerspruch mit den physiologischen Gesetzen zu gerathen, darauf haben sowohl Forel als His in klarer Weise hingewiesen.

Mit Rücksicht auf die oben ausgeführten Betrachtungen geht man meines Erachtens nicht zu weit, wenn man annimmt, dass überall da, wo nach Durchtrennung eines Faserzugs Ganglienzellen zu Grunde gehen, es sich um eine Ursprungsstelle eines solchen handelt und da, wo nur die Subst. gelat. erkrankt, um eine Endigungsstätte***). Man muss aber noch weiter gehen und die Ganglienzellengruppen zweiter Kategorie als ein System von Elementen auffassen, die mit Rücksicht auf ihre Beziehungen zu variablen Fasersystemen Uebertragungen sehr mannigfaltiger Erregungen zu verrichten haben und somit ein Einschaltungssystem darstellen. Diese Gruppen sind die richtigen von der Gehirnanatomie so oft postulirten Internodien.

Werfen wir jetzt unter Berücksichtigung der vorausgeschickten Zusammenstellung einen Rückblick, auf die verschiedenen Operations-

*) Forel l. c.

**) His l. c.

***)) Aehnliche Schlüsse hat bereits Forel l. c. gezogen, namentlich mit Rücksicht auf die Verhältnisse im Rückenmark.

erfolge nach Eingriffen in die optische Bahn so dürfen dieselben zu folgen den Schlüssen hinsichtlich der feineren Verbindungen berechnen:

1. Die Sehnervenfasern lassen sich mit v. Gudden in zwei Systeme sondern, eines mit Fasern feineren und eines mit größeren Calibers. Der Ursprung dieser beiden ist auch ein verschiedener:

a) Die feineren Fasern entstammen dem vorderen Zweihügel, dessen zellige Elemente im oberflächlichen Grau nach einseitiger Enucleation zum Theil degeneriren (Kaninchen*).

b) Die größeren Fasern entspringen offenbar aus den grossen multipolaren Zellen der Retina**), die ja auch nach Durchschneidung des Tractus atrophiren (vergl. sub 2).

Die Endausbreitung der sub a erwähnten muss somit in der Retina (wahrscheinlich in den Körnerschichten, die Körner sind nach Golgi Ganglienzellen zweiter Kategorie) gesucht werden und diejenige der sub b angeführten centralwärts. Ich nehme an, dass beim Hund und bei der Katze die den Ganglienzellen der Retina entstammenden Fasern im Corp. genic. ext. a_1 und Nachbarschaft (Hund) und beim Kaninchen in der lateralen Zone des Corp. genic. ext. in Netze sich auflösen***). Die meisten in dieser Gegend liegenden Ganglienzellen sind zweiter Kategorie (Fig. 4).

2. Die Axencylinderfortsätze aus den meisten Ganglienzellen des Pulvinars (in den caudalen Ebenen die ventrale Zone Pu. d.) und des Corpus gen. ext. b, b_1 und wahrscheinlich auch a, ziehen als Sehsphärenprojectionsfasern durch die hintere innere Capsel und die Gratiolet'schen Faserzüge in die Rinde des Occipitalhirns, wo sie unter Berücksichtigung der sub 4a. (p. 776) notirten Befunde (Kaninchen) meist in den Nervenetzen der 5. (vielleicht auch der 3.) Schicht sich auflösen und indirect mit den zelligen Elementen (2. Kategorie) daselbst verknüpft sind (Fig. 4).

3. Die grossen Pyramidenzellen der 3. Rindenschicht†) (Solitär-

*) Vergl. auch v. Gudden's Versuch sub 5, p. 776.

**) Auch His fasst die Retina als ein Ursprungscentrum des Nerv. opt. auf l. c.

***) Cfr. dieses Archiv Bd. XIV. meine Arbeit S. 13 u. ff. des Separat- abdrucks. Damals hielt ich die Subst. gelat. der lateralen Zone des Corpus gen. ext. als Ursprungscentrum des N. opt.; richtig ist die Auffassung, dass es sich hier nur um die Endstätte handelt.

†) Ihre Zahl ist eine verhältnissmässig kleine; die sub 2 genannten Fasern überwiegen bei Weitem.

zellen) der Sehsphäre entsenden ihre Axencylinderfortsätze ebenfalls durch das sagittale Marklager und die hintere innere Capsel in das Gebiet der primären optischen Centren, denn sie gehen nach Durchschneidung der hinteren inneren Capsel zu Grunde. Die Auflösungen ihrer Axencylinderfortsätze müssen peripheriewärts liegen. Wahrscheinlich endigen letztere im vorderen Zweihügel (im mittleren Mark und Grau?); hiefür spricht die unklar ausgebreitete Atrophie in jener Region. Einzelne Pyramidenzellen mögen übrigens vielleicht auch mit den anderen primären optischen Centren in Verbindung treten (Hund).

4. Die kleinen Pyramidenzellen in der Sehsphäre sind Ursprungsstätten von Associations- und Commissurenfasersystemen. Der Ursprungsmodus letztere muss so gedacht werden, dass solche Fasern in einer Windung (aus jenen Elementen) entspringen, um in einer anderen (event. in der anderen Hemisphäre) sich in Netze aufzulösen. Durch Commissurenfasern verbundene Rindenstellen entsenden wahrscheinlich ebenso viele Nervenfasern als sie von der anderen Seite in sich aufnehmen (vergl. das Schema Fig. 4).

5. Die Ganglienzellen der lateralen Zone des Corp. genic. ext. (Kaninchen), die meisten Zellen im Corp. genic. ext. a_1 und auch manche in den übrigen Kernen des Corp. gen. ext. (Hund), eine ganze Reihe von solchen der 5. (event. auch der 3.) Rindenschicht der Sehsphäre und in den mittleren Abschnitten des vorderen Zweihügels, sowie die Elemente der Körnerschichten in der Retina und in der Rinde sind meiner Meinung nach Ganglienzellen zweiter Kategorie (Golgi), aus deren Axencylindern markhaltige Nervenfasern sich nicht bilden, und die durch Nervenetze mit den mannigfaltigsten Fasersystemen indirect verbunden sind.

Diese Ganglienzellen, die Golgi, wie schon Forel bemerkt hat, mit Unrecht als sensible Elemente auffasst, sind, wie eine flüchtige Betrachtung vorstehender Ausführungen lehrt, zwischen System erster und zweiter Projectionsordnung eingeschaltet, sie besitzen offenbar die Fähigkeit, Erregungen von verschiedenen Seiten zu empfangen und sie nach verschiedenen Richtungen zu übertragen, und dies Alles durch Vermittelung der Substantia gelatinosa. Mit Rücksicht hierauf nenne ich diese Ganglienzellen Schaltzellen.

Selbstverständlich ist meiner Meinung nach die Grenze zwischen Schaltzellen- und Hauptzellengruppen nirgends eine scharfe, meist geht die eine in die andere über. Zudem müssen alle möglichen Uebergangsformen zwischen Ganglienzellen erster und zweiter Kategorie

(mit Golgi) angenommen werden, derart, dass bei manchen Elementen schwer zu entscheiden wäre, ob sie zur ersten oder zur zweiten Kategorie gehörten. Selbstverständlich wäre es sehr wünschenswerth, diese feineren Verhältnisse unter Anwendung der Golgi'schen Methode noch eingehender zu prüfen und namentlich im Gebiete der optischen Bahn. Die Uebereinstimmung der Resultate Golgi's und der anatomisch-experimentellen Ergebnisse sind aber evident. Nach einer gütigen mündlichen Aeusserung des Herrn Prof. His liegt auch vom entwicklungsgeschichtlichen Standpunkte aus kein Grund vor, solche Schaltzellensysteme zu verwerfen, und im Uebrigen stimmen ja die Resultate von His über die Entwicklung der Ganglienzellensysteme erster Kategorie sowohl mit den Golgi'schen als mit meinen experimentellen sehr schön überein.

Räumt man die Berechtigung ein, aus dem Charakter der secundären Veränderungen nach operativen Eingriffen Rückschlüsse über die feineren histologischen Veränderungen zu ziehen, dann ergibt sich für die optische Bahn folgende einfache Gliederung:

Von jedem optischen Centrum geht ein Fasersystem aus und in jedes endigt ein solches, und die verschiedenen Projectionsfasersysteme sind miteinander verknüpft durch das System der Schaltzellen. Es verlaufen sowohl im primären als im secundären optischen Bahnabschnitt parallel je zwei Fasersysteme*), deren Richtung eine entgegengesetzte ist, und es wechseln beständig Hauptzellen- und Schaltzellensysteme ab.

Die feinere Aufeinanderfolge würde sich somit z. B. beim Kaninchen, wie folgt gestalten:

a) in centripetaler Richtung: Grosse Ganglienzellen der Retina, ihre Axencylinderfortsätze im Nerv. opt. und Auflösung derselben in Netze in der lateralen Zone des Corp. gen. ext.; indirecter Anschluss an die Schaltzellen des letzteren, weiterer Anschluss dieser (ebenfalls durch Vermittelung der Subst. gelatinosa) an die Hauptzellengruppen des übrigen Corp. gen. ext. und des Pulvinar, sodann Fortsätze aus den letzteren Axencylindern (Sehsphärenfasern), Auflösung derselben in die Netze der 5. (und 3. Schicht) der Hirnrinde, wo abermals ein Schaltzellensystem die Verbindung jener Netze mit den übrigen zelligen Elementen der Rinde (z. B. Solitärzellen) vermittelt.

*) Cfr. Schiff in seinen diversen Arbeiten von 1873—1876. Archiv für exp. Pathol. III. S. 171 u. ff.

Und in centrifugaler Richtung:

Grosse Pyramidenzellen der 3. Rindenschicht, ihre Axencylinderfortsätze (Sehspährenfasern), Auflösung derselben im vorderen Zwielhügel und im Corp. gen. ext. (wo?), Schaltzellensystem im ersteren, Anschluss an die Hauptzellenelemente im oberflächlichen Grau, Axencylinderfortsätze der letzteren (feine Opticusfasern), Auflösung derselben in den Netzen der Retina und Anschluss letzterer an die Körner.

In Fig. 4 ist das ganze Schema in möglichst übersichtlicher und einfacher Weise zur Darstellung gebracht; alle übrigen mit den primär-optischen Centren in Beziehung tretenden nicht optischen Bahnen wurden absichtlich weggelassen. Dass dasselbe noch sehr vieler Berichtigungen bedarf und die complicirten anatomischen Verhältnisse bei Weitem nicht erschöpft, darauf habe ich schon früher hingewiesen; ich hoffe indessen, dass es in den Grundzügen wenigstens den tatsächlichen Verhältnissen entspricht.

(Fortsetzung folgt.)

Erklärung der Abbildungen (Taf. XI., XII. und XIII.).

Fig. 1. Hirnoberfläche eines Hundes nach Langley (schematisch).

S. Sehspähre nach Munk (roth schraffirt) α — α frontale Sehspährengrenze. β — β path.-anat. Sehspährengrenze.

COR. Gyr. coronarius, cor. Sulcus coronarius.

PSG. „ sigmoid. post., cr. „ cruciatus.

ASG. „ „ ant. an. „ ansatus.

SY. „ sylvicus, enl. „ entolateralis.

l „ lateralis.

ESy. „ ecto-sylvicus, el. „ ectolateralis.

SSy. „ suprasylvicus, sy. Fissura Sylvii.

EL. „ ectolateralis, esy. ectosylvische Furche.

ENL. „ entolateralis, ssy. suprasylvische Furche.

SSP. „ suprasplenius.

PSP. „ postsplenius.

(Bezeichnungen nach Langley.)

Fig. 2. Laterale Ansicht des Hundehirns 08 von Munk.

D. Sehspährendefect.

Ol. Bulbus olfactor.

II. N. opticus.

AC. Gyr. compositus anterior (Operculum).

PC. „ „ posterior.

OR. Gyr. orbitalis. 5—5, 6—6, 7—7, Stellen, von denen aus die in Fig. 5—7 abgebildeten Frontalschnittebenen angelegt wurden.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 3. Oberfläche des Hundegehirns 08 von Munk.

Sg. Vordere Sehsphärengrenze nach Munk. Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 1 und 2.

Fig. 4. Schema über die feineren histologischen Verknüpfungen innerhalb der optischen Bahnen.

hz. Hauptzellen.

sz. Schaltzellen.

Die übrigen Erklärungen in der Abbildung und im Text.

Fig. 5. Frontalschnitt durch das Gehirn vom Hund 08 in der Gegend von 5—5 (Fig. 2). Die dunkelrothen Partien sind degenerirt. Carminpräparat.

D. Sehsphärendefect; die abgetragenen Windungen sind ergänzt und schraffirt.

B. Balken (degenerirt).

for. Gyr. fornicatus.

M. Hemisphärenmark (degenerirt).

J. Innere Capsel (degenerirt).

Pu. Pulvinar (degenerirt).

aeuss. lateraler Thalamuskern (normal), inn. medialer Thalamuskern.

mam. Corpus mamillare.

P. Pedunculus cerebri.

To. Tract. opt. (partiell degenerirt).

J. Innere Capsel.

Fig. 6. Frontalschnitt durch das Gehirn des Hundes 08 in der Gegend 6—6 (Fig. 2).

SMn. Sagittales Marklager von Wernicke (Gratiolet'sche Sehstrahlungen) normal.

SMD. degenerirter Abschnitt der Gratiolet'schen Stränge.

H. Defecthülle bestehend aus verdickter Pia, Dura, der Galea und den Muskeln.

SV. Seitenventrikel.

Cqa. Vorderer Zweihügel.

Br. Brücke.

Pyr. Pyramide.

Prh. fissura post-rhinal. (Langley.)

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—5.

Die degenerirten Stellen sind roth punktirt.

Fig. 7. Frontabschnitt durch das Gehirn des Hundes 08 in der Gegend 7—7 (Fig. 2).

p. Verdickte Pia und Dura (adhärent).

c. q. p. Hinterer Zweihügel.

Sch. Schleife.

Br. Brücke.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—6.

Fig. 8. Oberfläche des Gehirns von Hund 0115.

Bezeichnungen wie in Figg. 1—5.

Fig. 9. Laterale Ansicht desselben Gehirnes.

10—10, 11—11, 12—12, 13—13. Frontalschnittebenen in den Figg. 10—13.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—5.

Fig. 10. Frontalschnitt durch dasselbe Gehirn in der Gegend 10—10

(Fig. 9). Die abgetragene Rindenpartie ergänzt und schraffirt.

Jn. Insel.

x. Keilförmiger Einschnitt in die ectosylvische Windung; Defectgrenze.
ass. occ. Associationsbündel zwischen Frontal- und Occipitalhirn;
partiell entartet.

forn. Gyr. fornicatus.

Die degenerirten, resp. erweichten (EL, ENL, SSP) Partien roth.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—6.

Fig. 11. Frontalschnitt durch dasselbe Gehirn in der Gegend 11—11

(Fig. 9).

Pu. d. Degenerirte Zone im Pulvinar.

J. innere Capsel (degenerirt).

C. gen. ext. a. Frontal-dorsaler Kern des Corpus geniculatum externum (nicht degenerirt).

C. gen. ext. b. Frontal-ventraler Kern des Corpus geniculatum externum (degenerirt).

n. normales Associationsbündel, die basalen Theile der Rinde, welche den Sulcus suprasylvicus bilden, verbindend.

d. degenerirtes Associationsbündel den abgetragenen Windungsabschnitten (SSy. und ESy.) angehörend.

C. A. Ammonshorn.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—10.

Fig. 12. Frontalabschnitt durch dasselbe Gehirn in der Gegend von 12—12 (Fig. 9).

forn. Gyr. fornicatus.

PESy. Gyr. ectosylvicus poster. (Langley).

c. gen. ext. a₁ Caudal-dorsaler Kern des Corpus geniculatum externum (Retinaantheil).

c. gen. ext. b₁ Caudal-ventraler Kern des Corpus geniculatum externum (Sehphärenantheil).

II. Tractus opt.

Pu. d. Degenerirte Zone im Pulvinar.

RK. Rother Kern.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—11.

Fig. 13. Frontalschnitt durch dasselbe Gehirn in der Gegend 13—13 (Fig. 9).

Pl. Bindegewebige Platte bestehend aus den degenerirten Resten der abgetragenen Windungen; sie schliesst die Seitenventrikel ab.

Aq. Aquæeductus Sylvii.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—12.

Fig. 14. Corpus geniculatum externum, Pulvinar und Umgebung aus der Frontalschnittebene 11—11 (Fig. 9) von 0115. Loupenvergrößerung.

Pu. Pulvinar (dorsale Partie) normal.

Pu. d. Pulvinar (ventrale Partie) degenerirt.

c. gen. ext. a Frontal-dorsaler Kern des Corpus gen. ext.

c. gen. ext. b Frontal-ventraler Kern des Corp. gen. ext.

m. Dorsal-laterale Markzone (innere Capsel) normal.

L. Linsenkern.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—12.

Fig. 15. Frontalschnitt durch das Gehirn des Hundes 03 aus der Gegend der ersten caudalen Ebenen der inneren Capsel.

x₁ Seitenventrikel eröffnet.

r. rechts, l. links.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Figg. 1—14.

NB. In den Figg. 10—15 sind die degenerirten Partien roth bezeichnet.

Fig. 16. Gehirnoberfläche des doppelseitig enucleirten Hundes. Atrophie der Sehsphärengegend. Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 17. Gehirnoberfläche eines normalen Hundes von derselben Grösse wie der enucleirte. Dieselben Bezeichnungen wie in Fig. 1.

Fig. 18. Hirnbasis des doppelseitig enucleirten Hundes.

II. N. optici (degenerirt).

c. i. Commissura inf. (v. Gudden), bestehend aus einem ausserordentlich schmalen Faserstreifen.

To. Tract. opt. (degenerirt).

III. N. oculomotorius.

T. Temporallappen.

Fig. 19. Histologisches Schnittpräparat aus dem degenerirten Pulvinar des Hundes 0115. Nachst. Obj. 3, Oc. I.

Fig. 20. Histologisches Schnittpräparat aus dem Pulvinar eines normalen Hundes (Controlthier). Identische Stelle. id.

Fig. 21. Histologisches Schnittpräparat aus dem degenerirten Pulvinar des Hundes 08. Identische Stelle. id.

a. Spinnenzellen.

b. Gliakerne.

c. Gefäss.

d. total sklerosirte Ganglienzellen.

e. partiell sklerosirte Ganglienzellen.

f. normale Ganglienzellen (1. Form).

g. Axencylinderquerschnitte.

h. normale blasige Ganglienzellen (2. Form).

i. Grundsubstanz (in Fig. 19 partiell, in Fig. 21 total entartet).

(Bezeichnungen für die Figg. 19—21.)

Fig. 22. Frontalschnitt durch das Corpus geniculatum externum (caudale Schnittebenen) eines gesunden Hundehirns (Controlthier). Loupenvergrößerung.

gitt. Caudaler Abschnitt der Gitterschicht (enthaltend den Stiel des Corp. gen. int.).

lam. med. ext. Lamina medullaris externa.

l. Marklamelle.

c. gen. ext. v. Ventralster Kern des Corpus geniculat. externum.

Toh. Hemisphärenbündel des Tract. opt.

Die übrigen Bezeichnungen wie in den Figg. 1—14.

Fig. 23. Frontalschnitt durch das Corpus geniculatum externum eines doppelseitig enucleierten Hundes. (Dieselbe Schnittebene wie in Fig. 22). Loupenvergrößerung. C. gen. ext. a₁ hochgradig atrophisch; desgleichen die Tractuswurzeln und die Marklamellen.

h. Hemisphärenfasern des Corpus genic. ext.

Die übrigen Bezeichnungen wie in den Figg. 1—14 und 22.



