

V.

Ueber einige durch Exstirpation circumscripter Hirnrindenregionen bedingte Entwicklungshemmungen des Kaninchengehirns.

Von

Dr. med. C. v. Monakow,

Assistenzarzt in St. Pirmisberg (Schweiz).

(Hierzu Taf. II.)



Zum Ausgangspunkte dieser kleinen Arbeit dienten mir einerseits ein von mir im letzten Heft dieses Archivs beschriebener Fall von Hirnindentumor (über dem Gyr. parietal. sup. sitzend), der vorwiegend Sensibilitätserscheinungen verursachte, andererseits die bekannten Entdeckungen Munk's*) der sensiblen und sensorischen Felder der Hirnrinde. Es erschien mir nicht ohne Interesse, den anatomischen Verlauf der bezüglichen Bahnen von der Rinde bis zur Peripherie zu studiren und insbesondere zu untersuchen, ob sich nicht bestimmte Beziehungen zwischen den einzelnen Feldern und den infracorticalen Ganglien finden liessen, was mir nach den Entdeckungen Gudden's**) (partielle Atrophie des Thalamus opt. nach Exstirpation einer Grosshirnhemisphäre beim Hunde) als sehr wahrscheinlich vorkam.

Zum Studium der eben erwähnten Fragen schlug ich zwei Wege ein. Einmal wählte ich die Flechsig'sche Methode der Untersuchung an menschlichen Fötalhirnen. Durch Gefälligkeit einiger befreundeter

*) Munk, Verhandlungen der Physiol. Gesellschaft in Berlin, 12. April, 1878 und Ueber die Functionen der Grosshirnrinde. Berlin 1881.

**) Forel, Correspondenzblatt für schweizerische Aerzte 1880. S. 628 und 629.

Collegen*) kam ich rasch in Besitz von solchen aus dem 5., 6. und 7. Monat der Schwangerschaft. Ich härtete die Gehirne in doppelt-chromsaurem Ammoniak und zerlegte dieselben nachher mittelst des Gudden'schen Mikrotoms in Sagittal-, Frontal- und Horizontalschnittreihen. Die Fötalhirne härten sich sehr langsam, die Untersuchung ist mühsam und mit mancherlei technischen Schwierigkeiten verbunden; immerhin gewährt diese Methode viel zuverlässigere Resultate wie die gewöhnliche der Untersuchung an Schnitten von Gehirnen Erwachsener. Ueber die Resultate dieser Untersuchung (die übrigens von einem Abschlusse weit entfernt ist) werde ich später und an einem anderen Orte reden; ich bemerke hier nur, dass die bisherigen Resultate in manchen Punkten mit denen durch die gleich zu erwähnende, viel sicherere Methode gewonnenen, theils übereinstimmen, theils zu denselben interessante Ergänzungen bieten.

Im Weiteren bediente ich mich der von Gudden**) entdeckten und von diesem Forscher vielfach ausgebeuteten Methode der pathologisch-experimentellen Untersuchung. Gudden, dem wir mit die wichtigsten und instructivsten Entdeckungen in der Hirnanatomie verdanken, übt diese Methode bereits seit über 10 Jahren. Er extirpiert und trennt alle möglichen Theile des peripheren und centralen Nervensystems an neugeborenen Thieren (meist Kaninchen und Hunden) und studirt an der Hand der consecutiven atrophischen Veränderungen den anatomischen Verlauf der betroffenen Bahnen. Ueber den Werth dieser Methode haben sich Forel***), Mayser†) u. A. ausführlich ausgesprochen. Was diese Forscher darüber sagten, möchte ich Wort für Wort bestätigen. Der Operationserfolg ist sicher, die gewonnenen Bilder sind klar, ja elegant; und es sind dabei die technischen Schwierigkeiten der Untersuchung geringer, wie bei anderen Methoden.

Ich suchte also durch Operation an neugeborenen Thieren in derselben Weise, wie es Munk an erwachsenen that, eine Entwicklungshemmung im Gehirn zu produciren, mit der Absicht am erwachsenen Thiere die atrophischen Bahnen zu studiren. — Schon Gudden hatte in derselben Weise gearbeitet††). Er extirpirte beim

*) der Herren DDr. Sonderegger, Kuhn, Dormann, denen ich hiermit meinen innigsten Dank ausspreche.

**) Gudden, Experimentaluntersuchungen über das periphere und centrale Nervensystem. Dieses Archiv Bd. II.

***) und †) Dieses Archiv Bd. VII.

††) Forel a. a. O. S. 628.

Hunde und Kaninchen die Hitzig'schen motorischen Rindencentren und brachte dadurch die Pyramide der Oblongata der anderen Seite sowie den medialen Theil des Pedunculus zur totalen Atrophie. Die Munk'schen sensorischen Felder an neugeborenen Thieren abzutragen, das versuchte Gudden jedoch nicht, offenbar, weil er sich von vorne herein keinen anatomischen Erfolg hiervon versprach. Denn nach seinen Erfahrungen durfte nach Zerstörung eines von zwei von einander abhängigen Centralorganen nur dann das andere atrophiren, wenn dieses nicht das erregende, sondern das erregte war*). Bei den Munk'schen sensorischen Feldern würde letzterer Fall eintreffen, und liesse sich demnach keine secundäre Atrophie der Ganglien erwarten**).

Wie ich an diese Versuche schritt, waren mir diese Gudden'schen Sätze nicht gegenwärtig und ich calculirte anders. Ich erwartete bestimmt, dass durch den vollständigen Ausfall eines corticalen Centrums die zum letzteren führenden und in engem physiologischen Connex mit diesem stehenden Bahnen, mochte das Centrum sensiblen oder motorischen Charakter tragen, in ihrer Entwicklung gehemmt werden müssten. Es schien mir dies durch die consecutive Inaktivität der abhängigen Bahnen geboten zu sein, ebenso war es für mich ein physiologisches Postulat, dass mit Rücksicht auf diesen Punkt ein partielles Zurückbleiben in der Entwicklung der zwischen dem operirten Centrum und der Peripherie liegenden Stationen (Ganglien) stattfinden müsse.

Bei der Wahl der Versuchsthiere war ich anfänglich in Verlegenheit. Das Kaninchen, dessen Hirnoberfläche ausserordentlich primitiv angelegt ist und dessen Hirnrindenfunctionen offenbar sehr elementarer Natur sind, schien mir zu diesen Versuchen wenig geeignet zu sein und junge Hunde konnte ich mir nicht verschaffen. Ich stellte deshalb meine Versuche zuerst an neugeborenen Katzen an. Ich operirte drei Thiere, alle auf dieselbe Art: Nach Freilegung der Hirnoberfläche wurde denselben die Rinde des hintern Theils der ersten

*) Gudden, v. Gräfe's Archiv für Ophthalmologie, XX. p. 258.

**) Nach einer zu einem ganz anderen Zwecke vorgenommenen Exstirpation der linken Parieto-Occipitalwindungen bei einem neugeborenen Hunde beobachtete Gudden Atrophie des zugehörigen Tract. opt. und Corp. gen. ext.; er deutete letztere jedoch als Druckscheinung und bemerkte, dass man fehlgehen würde, wollte man einen directen Zusammenhang jener mit der exstirpierten Region annehmen. (Gudden, v. Gräfe's Archiv für Ophthalm. Bd. XXI. S. 202.)

äusseren Windung abgetragen. Bezuglich der Technik hielt ich mich an die von Gudden (dieses Archiv Bd. II.) gegebenen Vorschriften. Die Operation gelang gut. Die Hautwunden wurden sorgfältig gereinigt und genäht. Dennoch starben mir alle drei Thiere schon am zweiten Tage nach der Operation. Die Mutter hatte ihnen nämlich die Nähte zerbissen und aus der Schädelwunde Hirnsubstanz in sehr bedeutender Menge ausgesogen.

Ich wandte mich, da mir eine andere Thiergattung nicht zur Disposition stand, wiederum doch zu den Kaninchen. Die Operation ist hier leicht auszuführen, die Thiere erholen sich sehr rasch, die Hauptschwierigkeit liegt hier nur in dem Treffen der richtigen Stellen; man ist bei dem Mangel der Windungen lediglich auf den Verlauf der Nähte des Schädels angewiesen und diese Anhaltspunkte sind leider zu wenig genau.

Von den vielen Thieren, die ich operirte, konnte ich bis jetzt nur das Gehirn von zweien anatomisch verarbeiten. Die Resultate dieser Untersuchung lasse ich hier folgen:

I. Versuch.

Kaninchen I. (1 Tag alt; Ende März 1880 operirt).

Nach Anlegung einer sagittalen Hautwunde auf der Scheitelhöhe und Freilegung des Os pariet. und occipital. rechts wurde mit einer kleinen, spitzen, gebogenen Scheere hart neben der Sagittalnaht (unter Schonung des Sin. long.) incidirt, das Os parietale von drei Seiten in Fig. 1 a. angegebenen Ausdehnung umschnitten und nach aussen umgeklappt. In derselben Ausdehnung wurde die Hirnrinde vorsichtig in der Dicke ca. eines Millimeters abgetragen; dass trotz aller Vorsicht die Marksubstanz etwas mitlädiert wurde, liess sich bei dem kleinen Operationsfelde nicht verhüten. Die Blutung war gering. Nach Entfernung der betreffenden Hirnrindenpartie wurde das Scheitelbein wieder zugeklappt und die Hautwunde durch einige Nähte vereinigt.

Mitte December 1880 wurde das Thier getötet. Am frisch herausgenommenen Gehirn liess sich Folgendes beobachten: Die operirte Hemisphäre ist in toto (auch relativ) deutlich kleiner, als die nicht operirte. An der Operationsstelle ist die Hirnoberfläche in der ganzen Ausdehnung durch feste, ziemlich schwer lösliche Adhäsionen mit der Innenfläche des Schädels verwachsen. In der Gegend der Narbe ist die linke Hemisphäre nach der rechten Seite hinübergewachsen, während vorn mehr das Umgekehrte der Fall ist; so erscheint das ganze Gehirn etwas verschoben (Fig. 1). Auch die rechte Brückenhälfte sowie die rechte Hälfte der Medulla oblongata zeigt sich etwas schmäler als die linke, die linke Rückenmarkhälfte aber ganz wenig schmäler als die rechte.

Nach Härtung in doppeltchromsaurem Ammoniak wurde das Gehirn mit

dem Mikrotom in eine vollständige Frontalschnittreihe zerlegt. Die Schnitte wurden meist mit Carmin tingirt, in Nelkenöl aufgehellt und in Canadabalsam eingeschlossen.

Die mikroskopische Untersuchung der Schnitte ergiebt folgende Resultate:

Der ganze rechte Hirnmantel erscheint, wie oben bereits erwähnt, gegenüber dem linken etwas reducirt. Der Schwund betrifft sowohl die Rinde als die weisse Substanz. In der Umgebung der Operationsnarbe ist die Marksubstanz in ziemlicher Ausdehnung geschwunden (Fig. 2 M₁). Die rechte innere Kapsel zeigt sich in der hinteren Hälfte wohl um ein Dritttheil schmäler wie links; namentlich der dorsalste Theil derselben ist defect (nach aussen und oben gegen die Scheitelregion zu verlaufende Fasern). Der rechte Fornix-schenkel und dessen Wurzeln (Gudden), sowie das rechte Ammonshorn sind entsprechend der Reduction des Volumens der ganzen operirten Hirnhälfte etwas kleiner; das Ammonshorn ist vorn in der Richtung des Hirnoberflächen-defectes aufgerollt.

Die Streifenbügel und Linsenkerne sind beiderseits gleich gut entwickelt und zeigen keinen pathologischen Befund.

Der Thal. opt. zeigt hingegen ganz auffallende Veränderungen. Das rechte Tubercul. anterius ist deutlich etwas kleiner wie das linke, doch enthält es überall normale Ganglionzellen. Das rechte Vicq d'Azyr'sche Bündel ist gut erhalten und kaum kleiner wie das linke (Fig. 2, B. V.); dasselbe gilt auch vom medialen Gangl. corpor. mamm. (Gudden). Der innere Kern*) des Thalamus ist beiderseits gleich gut entwickelt, erscheint rechts scharf umgrenzt. Der äussere Kern ist hingegen total atrophisch; die betreffende Stelle sieht gerade so aus, als wenn der Kern herausgeschält worden wäre (Fig. 2, K. äuss. d.); nur eine ganz kleine Stelle desselben, die hart an das Corp. gen. ext. grenzt, ist erhalten. In Folge dieses Ausfalls erscheint der ganze Thalamus opticus kürzer und schmäler. Der hintere Kern kommt in Folge der Atrophie des äusseren recht klar zum Vorschein; derselbe beginnt in den Ebenen Mitte des Corp. mamm. und wo das Meynert'sche Bündel in das Gangl. habenulae tritt und lässt sich bis in die Ebenen des vorderen Dritttheils der Corpora geniculata interna verfolgen. Auf der nicht operirten Seite gehen die Thalamuskerne so ziemlich in einander über und sind nur durch schmale Marksäume von einander getrennt; insbesondere lässt sich der äussere Kern vom hinteren kaum trennen**).

Die Regio subthalamica, die Gitterschicht, die Tubera cinerea sind beiderseits gleich gut entwickelt; ebenso sind die Meynert'schen Bündel, die

*) Bei der Bezeichnung der Thalamuskerne halte ich mich an die Eintheilung von Dr. Ganser (Untersuchungen über das Gehirn des Maulwurfs, München, 1880).

**) Auf der Zeichnung (Fig. 2) ist die Grenze zwischen den Kernen links etwas zu scharf angedeutet.

Ganglia habenulae und das Gangl. interpedunculare (Gudden) vollständig intact.

Das rechte Corp. gen. ext. ist in allen Dimensionen ziemlich stark atrophisch, besonders in den hinteren Partien, weniger in den vordern „Kernen“. Die aus demselben entspringende Opticuswurzel ist schmäler, wie die der linken Seite.

Die Corpora geniculata interna erscheinen beiderseits sehr hübsch entwickelt; das der operirten Seite ist sogar eher etwas grösser, wie das der anderen.

Die beiden vorderen und hinteren Zweihügel zeigen keine Grössendifferenz.

Der äussere Theil des Pedunculus ist auf der operirten Seite durchweg gegenüber der anderen Seite um ein Bedeutendes reducirt (Fig. 2 R. und 3 P. C. l. R.), während der mediale Theil beiderseits ziemlich gleich ist. Die Atrophie des äusseren Pedunculustheiles lässt sich nach unten bis zum Austritt des Pedunculus als Pyramide verfolgen.

Auf den Schnitten durch die Brücke und die Medulla oblongata zeigt sich rechts ventral-lateralwärts überall eine deutliche Abflachung (Fig. 4), so dass die rechte Hälfte etwas schmäler als die linke erscheint. Der Schwund betrifft insbesondere die transversalen Brückenarmbündel und den Pedunculus (lateralen Theil und Querbündel). Ebenso sind die Fasern des Corp. trapez. rechts schwächer entwickelt, desgleichen auch das Stratum zonale, während die Pyramiden der Medulla oblongata eine nur ganz geringe Grössendifferenz zu Ungunsten der rechten Seite aufweisen (Fig. 4 Pyr.). Die Form. reticular. ist in der ganzen Haubenregion und in der Gegend der Medulla oblongata rechts schmäler (Fig. 3 und 4 F. R.). Die obere und die untere Schleife sind auf beiden Seiten gleich gross, ebenso die mittlere Schleifenschicht, während die laterale rechts in der Entwicklung etwas gehemmt ist (Fig. 4 Sch. 1.). Der Brückenarm ist rechts schwächer entwickelt; an den Kleinhirnhemisphären lässt sich jedoch eine deutliche Grössendifferenz nicht nachweisen.

Die Bindearme, die rothen Kerne, die hinteren Längsbündel, die oberen Oliven und schliesslich die Nervenkerne der Medulla oblongata zeigen sich beiderseits gleich *).

Die mikroskopische Untersuchung des verlängerten Marks von den Ebenen des Vaguskerns an nach abwärts konnte leider, weil das betreffende Präparat in dieser Gegend durch Zufall beschädigt wurde, nicht mit sicherem Erfolg vorgenommen werden.

*) Ich muss hier bemerken, dass die Atrophie der einzelnen Bahnen in der Brücke und der Medulla oblongata sich nur mit grosser Mühe getrennt verfolgen lässt; außer allem Zweifel ist aber die allgemeine Volumensreduktion zu Ungunsten der operirten Seite, woran die als normal besonders erwähnten Bahnen sich nicht beteiligen.

Wenn wir auf den mitgetheilten Befund zurückblicken, so fällt uns vor allen Dingen die isolirte Atrophie des rechten äusseren Kernes des Thalamus auf, womit die physiologischen und anatomischen Beziehungen desselben zur exstirpirten Stelle (Fig. 1a.) bewiesen sind.

Dass die normale Entwicklung des Thal. opticus von der Integrität der zugehörigen Grosshirnhemisphäre abhängig ist, das ist schon von Gudden*) nachgewiesen worden. Dieser gewissenhafte Forscher fand nämlich, dass nach Abtragung einer Hemisphäre bei neugeborenen Kaninchen und Hunden der Thal. opt. in seiner ganzen Ausdehnung zum Schwunde gebracht wird. Diese Atrophie sei um so gewaltiger, je vollständiger die Entfernung der Grosshirnhemisphäre gelang. Neben dem Thal. opt. atrophiren aber zu gleicher Zeit auch das Corp. gen. ext. und int. derselben Seite, während das Corp. striat. und der Linsenkern in ihrer Entwicklung nicht gehemmt würden.

Diese wichtige Entdeckung Gudden's wäre nach unseren Versuchsresultaten nunmehr dahin zu erweitern, dass durch Exstirpation circumscripter Partien der Hirnrinde des Kaninchens isolirte Atrophien von Kernen des Thal. opt. zu Stande gebracht werden können.

Ausser der eben erwähnten Atrophie des äusseren Thalamuskerns finden wir aber bei unserem Versuchsthier noch eine partielle Atrophie des hinteren und dorsalen Theils der inneren Kapsel und des Stabkranzes, Atrophie des rechten Corp. gen. ext., des äusseren Theiles des Pedunculus, ferner, nur weniger deutlich, der Form. reticular., des Brückenarms, des Corp. trapez. und der lateralen Schleifenschicht der rechten Seite und sogar im geringen Grade der linken Rückenmarkshälfte.

Die Reihe der in Folge des operativen Eingriffs in der Entwicklung gehemmter Bahnen erscheint auf den ersten Blick etwas ausgedehnt und es legt uns dies die Frage sehr nahe, ob nicht durch Abtragung der Stelle a (Fig. 1) ganz verschiedenen Functionen dienende Centren entfernt wurden.

Aus der Beobachtung am lebenden Thiere, aus einem Ausfall von Functionen liessen sich keine Anhaltspunkte zur Beantwortung dieser Frage gewinnen, denn das operirte Kaninchen bot während des Lebens kaum irgendwelche bemerkbaren Ausfallserscheinungen, es verhielt sich vielmehr in jeder Beziehung wie ein nicht operirtes Thier.

*) Forel a. a. O. und Gudden, Beitrag zur Kenntn. des Corp. mamm. Dieses Archiv Bd. XI., 2.

Dies wird übrigens Niemand befremden bei einem Thiere einer so niederen Intelligenzstufe, wie das Kaninchen. Lassen sich doch bei diesem Thiere (wie Gudden berichtet) selbst nach Wegnahme einer ganzen Hemisphäre kaum in die Augen springende pathologische Erscheinungen wahrnehmen. Damit ist natürlich nicht gesagt, dass solche nicht bestanden haben, im Gegentheil, allein die Prüfung, namentlich der sensiblen und sensorischen Functionen beim Kaninchen ist mit so ausserordentlichen Schwierigkeiten verknüpft, dass sich kaum irgend wie brauchbare Resultate erzielen lassen.

Wir müssen deshalb mit Zuhülfenahme anderer Factoren oben gestellte Frage zu beantworten suchen. Wir wählten bei unserem Versuche zur Abtragung die Stelle a (Fig. 1) in der Erwartung hier am ehesten — falls es erlaubt ist, äquivalente Regionen an der Oberfläche des Kaninchengehirns und der des Menschenhirns aufzustellen — dem Gyr. pariet. super., überhaupt den Parietalwindungen analogen zu treffen, d. h. diejenige Region, bei deren Läsion man beim Menschen ab und zu Sensibilitätsstörungen beobachtete*). Wir glaubten auf diese Art, vielleicht einen Theil der „psychischen Sensibilitätsbahn“ in der Entwicklung hemmen und so Anhaltspunkte zum Studium des anatomischen Verlaufs einer solchen gewinnen zu können. Um die in Frage stehende Region sicher mitzutreffen, trugen wir eine relativ ausgedehnte Partie der Hirnrinde ab.

Betrachten wir die extirpierte Partie genauer und sehen wir, ob wir nicht auch an der Hand von bekannten physiologischen Experimenten an dieser Stelle oder an äquivalenten beim Hunde einige Anhaltspunkte zur genaueren Feststellung der physiologischen Bedeutung derselben gewinnen.

Die extirpierte Region a (Fig. 1) umschliesst nach vorn zweifellos die Region 6 von Ferrier**) und Fürstner***)¹, d. h. diejenige Stelle, deren Reizung beim Kaninchen (nach beiden Forschern übereinstimmend) Bewegungen der hinteren Extremität der gegenüberliegenden Seite producirt. Diese Region würde also so ziemlich mit dem Hitzig'schen Centrum I. beim Hunde und Affen und mit der Munk'schen Hinterbeinregion zusammenfallen. Nach hinten würde sie zum Theil in die von Munk beim Hunde Region F (Fühlssphäre

*) v. Monakow, Beitrag zur Localisation etc. Dieses Archiv. Bd. XI. Heft 3.

**) Ferrier, Die Functionen des Gehirns. Braunschweig 1879.

***) Fürstner, Experimenteller Beitrag zur elektrischen Reizung der Hirnrinde. Dieses Archiv VI. S. 725.

für die Schutzorgane des Auges) bezeichnete Stelle fallen und dann schliesslich in die Munk'sche Sehsphäre übergehen. Wir hätten also in unserer Stelle a drei Munk'schen Centren (C, F und A) analoge theilweise getroffen.

Dass wir in der That die Munk'sche Sehsphäre in unserem Operationsfelde mitlädiren, dafür spricht mit Bestimmtheit die secundäre partielle Atrophie des Corp. gen. ext., eines Gebildes, das ebenfalls nach Enucleirung eines Bulbus oculi atrophirt*) und dessen Beziehungen zum Opticus somit bewiesen sind. Bei unserem Thiere erreichte diese Atrophie einen mindestens ebenso grossen Umfang, wie nach Bulbusentfernung. Mit dem Corp. gen. ext. ist aber zu gleicher Zeit der hintere Theil der inneren Kapsel und theilweise auch der Tract. optic. in der Entwicklung zurückgeblieben d. h. also ein Theil der vom Cortex abhängigen Bahn der Gesichtswahrnehmungen. Wir können also von den übrigen atrophischen Bahnen ruhig diese bekannte Bahn (A [Fig. 1], hintere innere Kapsel, Corp. gen. ext., Tract. opt.) ausschalten und müssen nun noch untersuchen, von Läsion welcher Theile unserer Stelle a (Fig. 1) (excl. der Sehsphäre A) wohl die übrigen Entwicklungshemmungen abhängen mögen.

Nach vorn bildet, wie bereits erwähnt, die Hinterbeinregion Munk oder das Hitzig'sche Centrum I. (Fig. 1, 6) die Grenze der Region a. Nach Exstirpation der ganzen motorischen Zone von Hitzig**) bei neugeborenen Thieren pflegt nun, wie Gudden nachgewiesen hat, totale Atrophie der Pyramide der gegenüberliegenden Seite, sowie des medialen Antheils des Pedunculus aufzutreten; der Thal. optic. wird aber dabei kaum in Mitleidenschaft gezogen. Nach Exstirpation eines einzelnen Hitzig'schen Centrums wäre partielle Atrophie der genannten Bahnen zu erwarten und in der That haben wir einen kleinen Schwund der Pyramide bei unserem Thiere zu verzeichnen. Die übrige Entwicklungshemmung kann jedoch unmöglich von der Läsion dieser Region abhängen, denn sie betrifft ganz andere Bahnen, die mit der Pyramidenbahn in keiner Verbindung stehen. Es bleibt endlich noch die der Region F von Munk ähnlich liegende Stelle a₁ (Fig. 1), von deren Abtragung die übrigen Atrophien abgeleitet werden müssen, nur kann diese Stelle beim Kaninchen unmöglich die Bedeutung allein haben, die Munk dem Felde F beim Hunde vindicirt, nämlich die Fühlspäre einzig der Augenregion sein,

*) Gudden, dieses Archiv Bd. II.

**) also auch der Munk'schen vorderen Fühlspäre, da diese mit der Hitzig'schen motorischen Zone zusammenfällt.

denn sie (a_1) sendet auch eine Vertretung in's Rückenmark. Einer anderen Region Munk's kann sie aber auch nicht entsprechen, weil die Munk'sche sensible Sphäre mit der Hitzig'schen, über deren Exstirpationserfolge wir bereits gesprochen haben, identisch ist.

Die Region a_1 (Fig. 1) muss also nothwendig einer anderen „Sphäre“ angehören und eine besondere physiologische Bedeutung haben. Sie kann unmöglich psychomotorischen Functionen dienen, denn solche spielen sich nur in den Hitzig'schen Centren ab. Da von ihr abhängige Bahnen sich bis in's Rückenmark erstrecken, so bleibt wohl keine andere Annahme übrig, als dass a_1 einen Theil einer corticalen sensiblen Sphäre bildet, deren Grenzen noch festzustellen wären, die sich aber keineswegs mit der Munk'schen Fühlosphäre identificiren liesse. Diese Annahme würde durch die Verwandtschaft der in Frage stehenden Region mit der Gegend der Parietalwindungen des Menschen gestützt und würde mit der Meynert'schen Ansicht, dass der äussere Theil des Pedunculus sensiblen Functionen diene, im Einklang stehen.

Dass die Atrophie des äusseren Kerns des rechten Thalamus nur von der Läsion von a_1 abhängt, scheint mir zweifellos zu sein. Von der Region 6 (Fig. 1) kann sie nur aus oben angeführten Gründen nicht abhängen und zur Annahme, dass der äussere Kern in toto zur Sehosphäre in Beziehung stehe, sind keine Anhaltspunkte vorhanden: der betreffende Kern atrophirt weder nach Enucleirung eines Bulbus, noch wie wir sehen werden, nach Abtragung der Stelle A₁ von Munk (dem Centrum der Sehosphäre) und schliesslich ist dieser Kern beim Maulwurf, dessen Opticusbahnen total defect sind, gut erhalten.

II. Versuch.

Kaninchen II. (1 Tag alt; ebenfalls Ende März 1880 operirt). Nach Freilegung der Hirnoberfläche in der beim letzten Versuche angegebenen Weise, nur in der linken Occipitalgegend, wurde in der Ausdehnung von a (Fig. 5) die Hirnrinde abgetragen. Auch dieses Thier erholte sich nach wenigen Tagen.

Ende Februar 1881 wurde das Thier getötet. Makroskopisch liess sich an dem frisch herausgenommenen Gehirn mit Ausnahme der Operationsnarbe und einer (auch relativen) unbedeutenden Verkleinerung der operirten Hirnhemisphäre, kaum etwas Pathologisches wahrnehmen.

Bei der mikroskopischen Untersuchung der in ähnlicher Weise, wie beim Kaninchen I., angelegten Frontalschnitte Reihe zeigte sich folgender Befund:

Das laterale Stratum des äusseren Kerns des linken Thal. opt. ist in

der Entwicklung total zurückgeblieben (Fig. 5 und 6 z.); der äussere Kern sieht auf der operirten Seite gerade so aus, als wenn seine seitliche Wölbung mit einem scharfen Messer schräg abgetragen worden wäre. Der übrige Theil dieses Kernes ist vollständig normal und zeigt überall ebenso schön entwickelte Ganglienzellen, wie der der anderen Seite. — Im Weiteren ist das Corp. gen. ext. in ausserordentlich hohem Grade atrophisch; in den vorderen Theilen beinahe total, in den hinteren ist dasselbe bis auf die Grösse eines Stecknadelkopfes reducirt. Der diesen beiden atrophischen Kernen entsprechende Anteil der Capsula interna fehlt links vollständig; die Atrophie lässt sich auf den Schnitten von den atrophischen Kernen aus (Mitte des Thalamus) nach hinten durch die Capsula interna und den Stabkranz bis in die abgetragene Stelle prächtig verfolgen. Um die exstirpierte Stelle herum ist die Marksubstanz, zum Theil aber auch die Hirnrinde in ziemlicher Ausdehnung atrophisch. — Der vom linken Corp. gen. ext. entspringende Tractusanteil ist gegenüber dem der rechten Seite schmal.

Der vordere linke Zweihügel erscheint etwas flacher als der rechte, aber unbedeutend; dann ist der linke Tract. peduncul. transversus (Gudden) beinahe vollständig geschwunden, während der rechte hübsch zum Vorschein kommt.

Auch der rechte N. opticus zeigt sich, wenn auch unbedeutend, schmäler als der linke.

Im Uebrigen sind sämmtliche Bahnen des Gehirns und Rückenmarks beiderseits vollständig gleich gut entwickelt und normal. Insbesondere sind die übrigen Kerne des Thal. optic., die Pedunculi und die Corp. gen. interna beiderseits vollständig intact.

Auch bei diesem Versuche finden wir einen ganz analogen Erfolg, wie bei dem vorhergehenden: Exstirpation einer circumscripten Hirnrindenregion, — Schwund bestimmter infracorticaler Kerne. Die Stelle, die wir hier operirten, fällt ziemlich genau mit dem Centrum der Munk'schen Sehsphäre (Zone A₁, beim Hund) zusammen und entspricht wohl auch dem Centrum 9 von Ferrier und Fürstner beim Kaninchen (dessen Reizung Schluss des Augenlides zur Folge hat). Die natürliche Grösse der Exstirpation ist in Fig. 2 (a) genau angegeben, die Umgebung der lädierten Stelle ist aber, wie es sich bei der mikroskopischen Untersuchung zeigte, noch in ziemlicher Ausdehnung atrophisch geworden, so dass man wohl annehmen darf, der grösste Theil der Sehsphäre sei durch den operativen Eingriff functionsunfähig geworden.

Der Operationserfolg bestand, wie bereits mitgetheilt, in ausgedehntem Schwund der Marksubstanz in der Umgebung der operirten Stelle, des hintersten Theils der linken inneren Kapsel, ferner in hochgradiger Atrophie des linken Corp. gen. ext., des zugehörigen Tractus-opt.-Anteils, des Tract. peduncul. trans. und in einer Atro-

phie des äusseren Stratums des lateralen linken Thalamuskerns. Endlich erschien auch der linke vordere Zweihügel etwas abgeflacht. Im Uebrigen zeigten sich alle Bahnen vollständig intact.

Durch unseren Eingriff wurde hier also isolirt und beinahe vollständig eine Bahn zerstört, die auch beim letzten Versuche in nicht geringem Grade in Mitleidenschaft gezogen war, nämlich die in den Cortex führende Bahn des Opticus. Darüber, dass die letzte Bahn mit der von uns zur Atrophie gebrachten vollständig identisch ist, kann kein Zweifel sein; denn abgesehen davon, dass unsere Stelle a (Fig. 5) mit der Munk'chen A₁ zusammenfällt, deckt sich der Erfolg nach Exstirpation derselben vollständig mit dem nach Enucleirung eines Bulbus oculi gewonnenen; die Atrophie erstreckt sich genau auf dieselben Bahnen, nur werden letztere in verschieden hohem Grade ergriffen. Während nach Exstirpation eines Bulbus ausser dem entsprechenden N. opticus, der Tractus und der vordere Zweihügel der gegenüberliegenden Seite in hohem, das Corp. gen. ext. und der hintere (äussere) Theil des Thalamus in geringerem Grade atrophiren, finden wir nach Abtragung der Munk'schen Sehsphäre das umgekehrte Verhältniss: der Tract. opt. und der vordere Zweihügel werden nur ganz unbedeutend, das Corp. gen. ext. und der hintere (äussere) Thalamustheil hingegen im hohen Grade atrophisch und die zwischen letzteren und der lädierten Stelle liegenden Markbündel schwinden vollständig. Nur der Tractus peduncular. transversus, dessen physiologische Bedeutung ziemlich unbekannt ist, und von welchem man nur weiss, dass er mit dem Sehorgan in Beziehung steht (Gudden), atrophirt nach jedem der beiden Eingriffe in gleicher Stärke.

Nach Entfernung der Stelle a (Fig. 5) verhalten sich also bezüglich der Atrophie das Corp. gen. ext. und der vordere Zweihügel derselben Seite durchaus ungleich. Dadurch wird ihre verschiedenartige Stellung zur Hirnrinde bewiesen. Nach Abtragung einer corticalen Region dürfen natürlich nur solche Bahnen zu Grunde gehen, die mit der exstirpierten Partie gleichzeitig in Inaktivität versetzt werden. Letzteres findet aber beim vorderen Zweihügel nicht statt, derselbe empfängt trotz der Ausschaltung der corticalen Sehbahn die Eindrücke von aussen, welche er meist sofort auf motorische Bahnen überträgt. Seine Beziehungen zur Rinde sind jedenfalls sehr gering, er ist mehr reiner Nervenkern und seine Functionen sind mehr reflectorischen Charakters*). Ganz anders verhält es sich mit dem Corp. gen. ext.

*) Dies Alles gilt natürlich nur für das oberflächlichste Stratum des vorderen Zweihügels, das allein mit dem Sehact etwas zu thun hat.

Die Thätigkeit dieses Ganglions muss ganz innig mit derjenigen der corticalen Sehsphäre verknüpft sein, dasselbe muss offenbar eine Sammelstätte für Eindrücke, die der Sehsphäre mitgetheilt werden sollen, sein und nur ein kleiner Theil desselben darf als reiner Opticuskern betrachtet werden, nämlich derjenige, der nach Exstirpation der Sehsphäre nicht zu Grunde geht.

Wenn wir den Weg, den die Atrophie im Stabkranz und in der inneren Kapsel genommen hat, nochmals in's Auge fassen, so sind die zum Schwunde gebrachten Bahnen keine anderen, als die beim Menschen und bei den höheren Säugethieren vom Pulvinar und vom Corp. genicul. ext. in die Occipitalgegend führenden, nämlich die Gratiolet'schen Fasern. Beim Kaninchen lässt sich nun, wie bei den Nagethieren überhaupt, nach Forel*) ein Pulvinar anatomisch nicht nachweisen; die Möglichkeit, dass ein solches beim Kaninchen dennoch (vielleicht rudimentär, in veränderter Form oder mit einem andern Kern so eng verknüpft, dass eine anatomische Trennung nicht möglich wäre) bestehen könnte, scheint uns Angesichts unserer Versuchsresultate durchaus nicht ausgeschlossen. Das laterale Stratum am äusseren Thalamuskern, das physiologisch mit letzterem jedenfalls wenig zu thun hat und das sich experimentell von jenem trennen lässt, kann unseres Erachtens kaum anders, als wie das Pulvinar oder als ein Aequivalent desselben gedeutet werden.

Zu betonen ist schliesslich, dass das Corp. gen. int. bei diesem, wie beim letzten Versuche intact geblieben ist; es zeigte dieses Gebilde also dasselbe Verhalten, wie auch nach Enucleation eines Bulbus. Das spricht mit Nothwendigkeit, wie Gudden, Forel**) u. A. richtig erwähnten, gegen die Lehre, an der noch so manche Forscher festhalten, dass dieses Ganglion mit der Retina in enger Beziehung stehe.

An dieser Stelle erscheinen mir noch einige Bemerkungen über die Anatomie des Thal. opt. am Platze.

Eine Eintheilung dieses Ganglions in Kerne geschah früher nur am menschlichen Gehirn (Burdach, Luys u. A.). Am Gehirn der

*) Forel, Beiträge zur Kenntniss des Thal. opt. LXVI. Band der k. Akad. d. Wissenschaften III. Abth. 1872.

**) Untersuchungen über die Haubenregion etc. Dieses Archiv Bd. VII. S. 393.

niederen Säugethiere lässt sich nach Forel*) die graue Masse des Thalamus nicht in bestimmte gesonderte Kerne trennen und es gelang ihm nur das Tuberculum anterius einigermassen scharf von dem übrigen Grau des Thalamus zu sondern, während die Deutlichkeit in der Abgrenzung schon des Centre médian (moyen**) von Luys bei den verschiedenen Säugethieren ganz variabel, bei allen aber wenig ausgesprochen sei.

Beim Maulwurf hat nun kürzlich Ganser***) in einer ausserordentlich sorgfältigen Arbeit den Thal. opt. in vier Kerne, die deutlich durch feine Marksäume von einander getrennt seien, eingetheilt, einen vorderen, einen mittleren, einen äusseren und einen hinteren Kern. Die letzten beiden seien nicht scharf abgegrenzt und der hintere ginge allmälig in das Corp. gen. int. über.

Mit Rücksicht auf den Erfolg unserer Experimente müssen wir uns ebenfalls dieser Eintheilung des Thalamus in Kerne anschliessen. Wie bereits früher mitgetheilt, traten, durch Ausschaltung des äussern Kerns, der hintere und der mittlere scharf hervor, während auf der nicht operirten Seite eine Trennung des Grau's in scharf contourirte Kerne nicht vorgenommen werden konnte. Ausserdem müssen wir an die Existenz eines Pulvinars beim Kaninchen festhalten. Dasselbe ist vom äusseren Kern nur experimentell zu trennen und ist von einer ganz anderen physiologischen Bedeutung wie dieser.

Ob die Zahl der im Thal. opt. vorhandenen Kerne mit den erwähnten erschöpft ist, bleibt vor der Hand dahin gestellt. Es wäre nicht unmöglich, dass der eine oder der andere Kern, der anatomisch als einer imponirt, durch das Experiment in einige getrennt werden könnte.

Dass zwischen circumscripten Stellen der Hirnrinde und den Kernen des Thal. opticus bestimmte Beziehungen bestehen, das hat Luys†) schon vor Jahren ausgesprochen. Er kam zu dieser Ansicht theils durch Speculationen, theils durch vergleichend- und pathologisch-anatomische Studien. Bis jetzt fanden seine Hypothesen wenig Glauben, weil denselben wenig Thatsachen zu Grunde lagen. Angesichts

*) Forel, Beiträge zur Kenntniß etc.

**) wie sich der Verfasser in seiner Haubenarbeit selber corrigirte.

***) Ganser a. a. O.

†) Luys, Das Gehirn, Leipzig 1877 (intern. wissenschaftl. Bibliothek), und Recherches sur le système nerveux cérébro-spinale, Paris 1865.

unserer Untersuchungen aber, erscheint an der Hypothese von Luys in der oben mitgetheilten allgemeinen Fassung mancherlei Richtiges, wenn man schon die Einzelheiten derselben unmöglich als mit der Wirklichkeit ganz übereinstimmend acceptiren kann.

Mit diesen beiden Versuchen betrachte ich selbstverständlich die Untersuchung nicht für abgeschlossen, ich behalte mir vielmehr vor, die übrigen Gehirne der operirten Kaninchen in ähnlicher Weise zu verarbeiten und beabsichtige auch neue Versuche zu machen. Wenn ich die Resultate der beiden Versuche, die allein kaum zu ausgedehnten Schlussfolgerungen berechtigen, schon jetzt publicirte, so schien mir dies durch das grosse Interesse, das sie bieten, gerechtfertigt zu sein.

St. PIRMINSBURG, den 17. Mai 1881.

Erklärung der Abbildungen (Taf. II.).

Fig. 1. Gehirnoberfläche von Kaninchen I.

- a. Die ganze extirpierte Partie.
- 6. Centrum 6 v. Ferrier u. Fürstner, Hinterbeinregion Munk's, Hitzig's Centrum I.
- A. Ein Stück der Munk'schen Sehsphäre.
- a. Ein Stück der „sensiblen Sphäre“.

Fig. 2. Querschnitt durch dieses Gehirn (einzelne Abkürzungen nach Gudden und Forel).

- C. G. ext. Corpus gen. externum.
- K. mittl. Mittlerer Kern des Thalam. opt.
- K. äuss. sin. Linker äusserer Kern des Thal. opt.
- K. äuss. d. Rechter " " " " (atrophisch).
- G. h. Ganglion habenulae.
- P. C. l. Lateraler Theil des Pedunculus.
- P. C. m. Medialer " " "
- C. F. Fornixsäule.
- B. V. Vicq d'Azyr'sches Bündel.
- Gitt. Gitterschicht.
- C. A. Ammonshorn.
- M. Hemisphärenmark.
- M₁. Atrophisches Hemisphärenmark (rechts, zur extirpierten Stelle führende Fasern).
- X. Operationsstelle.
- L. Links, R. Rechts.

Fig. 3. Querschnitt desselben Gehirns durch die Mitte der oberen Zwei Hügel.

- C. q. a. d. Rechtsseitiger oberer Zweihügel.
- C. q. a. s. Linksseitiger " "
- C. g. int. Corp. geniculatum internum.
- Aq. Aquaeduct. Sylvii.
- P. C. l. Lateraler Pedunculustheil (rechts atrophisch). P. c. m. Medialer Pedunculustheil.
- T. P. t. Tractus peduncul. transversus.
- L. Links, R. Rechts.

Fig. 4. Querschnitt desselben Gehirns in der Gegend der Medulla oblongata.

- B. A. Bindearm.
- H. L. Hinteres Längsbündel.
- O. Olive.
- V asc. aufst. Quintuswurzel.
- V desc. abst. Quintuswurzel.
- VI. Wurzel des Abducens.
- VII. " " Facialis.
- Pyr. Pyramide (rechts etwas atrophisch).
- l. Sch. laterale Schleifenschicht.
- trap. Corpus trapezoid.
- F. R. Formatio reticular.

Fig. 5. Oberfläche des Gehirns von Kaninchen II.

- a. Exstirpte Partie.

Fig. 6. Querschnitt durch dieses Gehirn.

- T. o. Tract. optic.
- C. g. ext. Corp. gen. extern. (links atrophisch).
- z. Das äusserste Stratum des lateral. Thal.-opt.-Kernes.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 2.

Fig. 7. Querschnitt durch dasselbe Gehirn weiter vorn.

- J. K. Innere Kapsel.

z. wie in Fig. 6.

Die übrigen Bezeichnungen wie in Fig. 2 und 6.

R. Rechts, L. Links.