

## I.

# Untersuchungen über den Fornix und das Corpus mamillare.

Von

**L. Edinger und A. Wallenberg**

in Frankfurt a. M. in Danzig.

(Hierzu Tafel I. und II.)



Wir haben die in unserem Besitze befindlichen Schnittserien durch die Gehirne von Hunden, denen Prof. Goltz in Strassburg *in vivo* grössere oder kleinere Partien entnommen hatte, benutzt, um einige Fragen, welche den Fornix und seine Endigung betreffen, der Lösung näher zu bringen. Wo das Material nicht ausreichte, haben wir frische mit dem Marchiverfahren untersuchbare Verletzungen studirt, die vorzugsweise am Kaninchen gemacht wurden.

### Definition und Aufgabe.

In der früher für einheitlich gehaltenen Fornixsäule werden seit den Untersuchungen von Gudden (1) meistens vier verschiedene Bündel unterschieden. Die Arbeiten von Honegger und einige spätere mehr gelegentliche Aeusserungen anderer Autoren zeigen klar, dass man sowohl von einer präzisen Definition dieser Bündel als überhaupt von einer scharfen Auffassung dessen, was Fornixsäule zu nennen wäre, vielfach noch recht entfernt ist. Die vergleichende Anatomie hat hier, wie uns scheint, zu klareren Begriffen geführt. Die Arbeiten von Elliott Smith (2) über die niederen Säuger und unsere eigenen, die unter Berücksichtigung der niederen Säuger wesentlich das Reptilien- und Vogelgehirn betreffen, haben gezeigt, dass es nicht mehr statthaft ist, Alles, was innerhalb des Septum pellucidum irgendwie dem Fornix anliegt oder mit ihm in Berührung kommt, diesem zuzurechnen. Wir schlagen vor, wie das E. schon bei den Reptilien

durchgeföhrt hat, als Fornix nur einen Tractus cortico-mamillaris zu bezeichnen. Damit fallen das Scheidewandbündel, die Strahlung aus dem hinteren Riechlappen zum Ammonshorn, der Tractus strio-mamillaris und einige weniger gesicherte Bündel ganz ausser Betracht. Wir hätten dann nur zwei Theile innerhalb der Fornixsäule zu unterscheiden, die Faserung aus dem Ammonshorn, welche durch die Fimbria in die Säule gelangt und die Faserung aus dem übrigen Theil des Gyrus limbicus, Züge, welche nach Durchbrechung des Balkens — wo ein solcher vorhanden ist — an dessen Unterseite gelangen, um sich ganz frontal der Fornixsäule anzuschliessen (Fornix longus Autt.).

Man wird nur bei einer solchen Reducirung des Begriffes Fornix auf die Rinden-Mamillarverbindung all den Wirrungen entgehen, welche am besten aus der H'onegger'schen Arbeit(3) erhellen. Ein Wort noch bedarf die von Lotheissen zuerst gesehene Verbindung zwischen Fornix und Taenia thalami. L. hat sie bei Säugern gefunden und Kölliker bestätigt das Vorkommen. Uns scheint es zweckmässig auch diesen „Tractus cortico-habenularis“ scharf von der Säule abzuscheiden, nachdem wir bei Amphibien, Reptilien und Vögeln, wo er sehr deutlich vorhanden ist, erkannt haben, dass er mit der Fornixfaserung selbst gar nichts zu thun hat.

Die älteren Anatomen konnten die Fornixsäulen nur bis in das Corpus mamillare verfolgen. Dort liess man sie enden oder wenn man den Abfaserungspräparaten Glauben schenken wollte, schlingenförmig umbiegen in das Viq d'Azyr'sche Bündel. Seit den Untersuchungen von Gudden und von Ganser(4) weiss man, dass beide Bündel nicht in einander übergehen, namentlich, dass man jedes einzelne für sich zur Entartung bringen kann. Diese Untersuchungen führten dann auch noch zur Entdeckung mehrerer anderer hier einstrahlender Faserbündel und lehrten schliesslich, dass das Corpus mamillare kein einheitlicher Körper ist. Es besteht vielmehr jederseits aus einem grösseren medial und einem kleineren lateral gelegenen Ganglion. Zu dem ersten steht ein aus dem Ganglion anterius thalami stammendes Bündel, das Vicq d'Azyr'sche Bündel, Tractus thalamo-mamillaris, in Beziehung, ebenso das erst von Gudden entdeckte Haubenbündel. Aus dem kleineren lateralen stammt der Pedunculus corporis mamillaris, der caudalwärts ziehend, von G. nur bis in das Niveau, wo die mediale Schleife sich aus der Brücke dem Mittelhirn zuwendet, verfolgt werden konute. Die an das Corpus mamillare herantretende Fornixsäule besteht nach Gudden aus Fasern, die direct aus dem gleichseitigen Ammonshorne stammen und erst im Niveau des Ganglion kreuzen, aus solchen, die aus dem gekreuzten Ammonshorne stammend, bereits im Psalterium gekreuzt

haben und aus einem ungekreuzten Bündel, das Gudden vom Stratum zonale thalami ableiten möchte. Für das letztere scheint uns eine Verwechslung mit der Thaenia thalami vorzuliegen. Die Mehrzahl der Autoren neigt sich nun zu der von Gudden und Ganser vertretenen Ansicht, dass die Fornixsäule nur zwischen dem lateralen und medialen Ganglion des Mamillare passire, um dorsal von denselben zu kreuzen. Die Schenkel aus der „Fornixkreuzung“ verlieren sich in der Gegend dorsal und etwas caudal vom Nucleus ruber tegmenti. Kölle(5), der zuletzt genau diese Verhältnisse studirt hat, nimmt im Wesentlichen diesen Standpunkt ein, wenn schon er zugiebt, dass zahlreiche Collateralen in die Ganglien des Mamillare eindringen. Diese Resultate sind im Wesentlichen an Kaninchen gewonnen. Die Erfahrungen, welche man an gelegentlichen Degenerationen beim Menschen gemacht hat, führten nicht zur Bekräftigung dieser Anschauungen. Schon 1885 war es Monakow(6) aufgefallen, dass bei einer Atrophie der Fornixsäule, die durch Erweichung des Ammonshornes an der Spitze und Innenseite des Schläfenlappens entstanden war, die beiden Ganglien des Corpus mamillare deutlich atrophisch waren. Diese Atrophie konnte nicht auf die minimale zufällig auch bestehende Schädigung des Tractus thalamo-mamillaris zurückgeführt werden, musste vielmehr eine Folge der Fornixentartung sein. In diesem Falle wurde auch die Kreuzung eines Theiles der Säule für den Menschen bestätigt, ebenso wie Monakow hier zum ersten Mal die Angabe macht, dass auch zwischen den Tractus thalamo-mamillares in der Tiefe des Mamillare eine Kreuzung oder Commissur bestehen müsse.

Ebenso wurde von Sante de Sanctis(7) bei einem 54jährigen Manne, der aus dem Autor nicht bekannten Gründen eine beträchtliche Atrophie der einen Fornixsäule hatte (vielleicht lag weiter vorn irgendwo ein alter Erweichungsherd? Ref.), das zugehörige Corpus mamillare beträchtlich verkleinert gefunden. Die Atrophie betraf vorwiegend das laterale Ganglion.

Auch Winkler und J. Timmer(8) — das Original ist uns nicht zugänglich — kamen nach dem Studium eines Falles von Atrophie des Corpus mamillare zu ähnlicher Auffassung. Dass ein Theil der Fornixsäule mindestens beim Kaninchen, wahrscheinlich aber auch beim Menschen, dorsal vom Mamillare kreuzt, wird übrigens auch von einigen dieser Autoren für wahrscheinlich gehalten. Bechterew(9) berichtet in seinem Handbuche, dass er mehrmals Degenerationen beim Menschen gesehen habe, die von der Ammonswindung aus in der Richtung zum Mamillare gingen, und dass er zu der Ansicht gekommen sei, die Fornixsäule ende wesentlich im lateralnen Ganglion.

Der gleichen Ansicht ist Dejerine (10), der übrigens beide Ganglien nach Erweichungen im Bereiche der Ammonsrinde atrophisch werden sah. Für ihn setzt sich ein Theil des Fornix in den Pedunculus corporis mamillaris fort, ein Verhalten, das seit den Gudden'schen Untersuchungen, welche für das Kaninchen gerade diesen Punkt berücksichtigten und als unzutreffend erwiesen, Niemand mehr gesehen hat.

Das Corpus mamillare selbst ist offenbar ein Körper, der mit vielen Bahnen in Verbindung steht, denn bis heute sind nicht nur Fasern zu ihm nachgewiesen, die aus dem vorderen Thalamuskern stammen, sondern auch sehr innige Beziehungen zur Haube unter den hinteren Vierhügeln. Zunächst spaltet sich [S. Ramon y Cajal (11), Kölle] von dem erwähnten Tractus thalamo-mamillaris ein Faserzug unter T-Theilung ab, der dicht dorsal vom Mamillare caudalwärts zu einem tiefen Haubenkerne zieht „Haubenbündel“. Dann entwickelt sich aus dem Ganglion selbst ganz ventral ein Zug dicker Fasern, der Pedunculus corporis mamillaris, der nach Ganser und Gudden, denen sich neuerdings Kölle anschliesst, theils in der Substantia nigra endet, theils via obere Schleife zu einem weiteren tief gelegenen Haubenganglion dicht unter den Vierhügeln gelangt.

In den letzten Jahren hat man, obgleich uns jetzt bessere Methoden für die Verfolgung degenerirter Bündel als früher zur Verfügung stehen, gerade die Fornixsäule nicht mehr nach künstlich gesetzten Degenerationen untersucht, vielleicht weil man, wie Monakow es aussprach, nach den Untersuchungen von Gudden ihre Zusammensetzung für genügend geklärt hielt. Wir finden nur eine bei Bechterew citirte Arbeit von Schippoff erwähnt. Schippoff hat durch isolirte Beschädigung des Gyrus fornicatus den Fornix longus zur Degeneration gebracht. Ob die ebenda citirte Arbeit von Shukowsky hier anzuführen ist, bleibt zweifelhaft. Die von diesem Autor nach Zerstörung des Stirnlappens aufgefundene Fornixdegeneration könnte event. durch Verletzung des Psalterium erfolgt sein.

Das ist ungefähr der jetzige Stand der Frage, über dessen Zustandekommen die Monographie von Honegger, Genf 1890, und die von uns redigirten Jahresberichte in Schmidt's Jahrbüchern ausführlicher Auskunft geben.

Man erkennt, dass trotz des anscheinenden Abschlusses durch die wirklich klassisch gedachten und ausgeführten Untersuchungen von Gudden doch noch eine Anzahl von Punkten der Klärung warten und dass namentlich nicht wenige Differenzen unter den Beobachtern bestehen. So scheint es zunächst, als hätten nicht alle Autoren unter Ganglion laterale das von Gudden ausdrücklich so benannte Ganglion

verstanden, sondern wahrscheinlich die laterale Abtheilung des grossen medialen Ganglions dafür gelegentlich gehalten. Dann ist die Meinung Gudden's, dass die Säule nicht im Corpus mamillare ende und dasselbe nur knieförmig zwischen lateralem und medialem Ganglion abbiegend durchziehe, keineswegs durch spätere Untersuchungen bestätigt worden. Die Fornixkreuzung ist zwar gesehen, aber niemals degenerativ über die Frontalhöhe des Corpus mamillare hinaus verfolgt worden. Schliesslich kennen wir eine Markkapsel um das Corpus mamillare, deren Herkunft noch völlig unbekannt ist. Auch von dem starkfaserigen Bündel, welches sich aus dem lateral Ganglion entwickelt, dem Pedunculus corporis mam., ist noch nicht festgestellt, wie weit es frei von anderen in die genannten Ganglien eintretenden Elementen ist, wie weit es selbstständig in den Ganglien entspringt.

Es giebt also hier noch eine ganze Anzahl von Fragen zu lösen. Gudden's Untersuchungen sind an Thieren angestellt, denen er gleich nach der Geburt Theile lädirt hatte und die später getötet wurden, es wäre denkbar, dass Läsionen an erwachsenen Thieren in mancher Beziehung klarer seien liessen. Auch die verbesserten Färbemethoden für die Markscheiden, dann die Möglichkeit jetzt mit der Ueberosmium-säureschwärzung frische zerfallende Fasern zu entdecken, all das liess ein erneutes Aufgreifen der Fornixfragen nicht so ganz aussichtslos erscheinen.

### I. Das Corpus mamillare.

Wir berichten zunächst über die Gehirne von zwei Hunden, von denen der erste ein Jahr vor dem Tode die Abtragung der ganzen Hemisphären überstanden hatte, der andere aber, nachdem der Versuch gemacht war, die Stirnlappen allein zu entfernen, an der Atrophie beider Hemisphären und namentlich an der traumatischen Erweichung des vorderen Thalamus auf der einen Seite erkrankt war. Die Untersuchungen sind von Edinger ausgeführt.

#### A. Verhalten des Corpus mamillare bei Degeneration beider Fornixsäulen und intacten Tractus thalamo-mamillares.

Hund Mikron. Das ist der bekannte Hund, von dem die Abhandlung von Goltz: „Der Hund ohne Grosshirn“ handelt. Hier interessirt uns ja das merkwürdige Verhalten dieses Thieres nicht, über dessen Deutung ausser Goltz auch der eine von uns (E.) sich bereits ausgesprochen hat; was uns interessirt, ist die Thatsache, dass dem Thiere tatsächlich in drei Sitzungen beide Hemisphären genommen worden waren, und dass es die letzte Operation noch 18 Monate überlebt hat.

So war ausreichend Zeit zur Heilung und zur Bildung von secundärem Faserschwunde gegeben.

Soweit bekannt, ist ein solches Thier bisher nicht anatomisch untersucht worden.

An dem gehärteten Gehirne schienen beide Hemisphären völlig zu fehlen, doch hat sich nachher, als in Serien geschnitten wurde, ergeben, dass jederseits an der Basis noch ein Stückchen Schläfenlappenspitze und rechts auch etwas von der wagerechten Ammonswindung erhalten war.

Vorn hatte der Schnitt gerade die Stelle getroffen, wo die Fornixsäulen sich aus dem Psalterium lösen. Das Psalterium selbst fehlt ganz. Ebenso ist der Balken völlig entfernt oder doch nur in einigen fraglichen marklosen Bröckeln wiederzufinden, es fehlt die Commissura anterior total. Eine ganz vorn liegende Verklebung beider Hälften des dorsalen Gebietes des Septum pellucidum ist vielleicht ein festgeklebter Balkenrest. Er enthält aber keine einzige markhaltige Faser.

Doch ist der Schnitt nicht ganz senkrecht. So blieb noch vor der Ebene des Psalteriums jederseits in der basalen Gegend ein Stück Hirn. Das rechtsseitige ist etwas grösser als das linksseitige. Es zeigt sich auf Schnitten, dass rechts gerade der Kopf des N. caudatus vorn angeschnitten ist, dass im Wesentlichen die Gegend zwischen dem Kopfe und dem Nucleus lentiformis, die welche die Uebergangszüge grauer Substanz zwischen beiden und ausserdem die Züge des vorderen Kapselschenkels enthält, die vordere Grenze ventral bildet. Links ist davon nur eine unsichere Spur.

Im Allgemeinen kann man sagen, dass die vordersten Schnitte bereits Stücke aus dem frontalen Thalamusgebiet enthalten, und dass rechts die nach aussen liegenden Ganglien des Corpus striatum erhalten sind, während sie links so gut wie fehlen. Vergl. die von E. gegebenen Abbildungen Fig. 2 und 3 in Verh. der 8. Vers. der anat. Gesellschaft. S. 56 und 57.

Vollständig entfernt ist der Stirnlappen des Vorderhirnes beiderseits und mit ihm die ganze Riechformation bis auf geringe Reste im Lobus pyriformis an der Basis. Ferner auch der ganze Streifenbügelkopf.

An den Seiten geht der Schnitt rechts gerade durch die innere Kapsel, links aber etwas weiter medial. So sind rechts alle Thalamusganglien erhalten, es fehlt nur absolut das Vorderhirn und mit ihm der grösste Theil des Nucleus lentiformis. Der Schnitt hat so genau die Grenze getroffen, dass der nach innen von der Kapsel liegende Schnery und sein Corpus genic. laterale völlig unversehrt sind. Links liegt der seitliche Schnitt innerhalb der Thalamusganglien selbst. Er trennt namentlich das Corpus geniculatum laterale ab und schädigt, da er noch dorsal weiter als ventral sich medianwärts wendet, auch das Ganglion ant. Thalami und auch das Ganglion habenulae. Der linke Opticus ist völlig atrophirt.

Jederseits ganz nahe der Basis ist ein Stückchen vom Ammonshorn übrig geblieben, das rechts noch durch die völlig entarteten Fornix mit dem dorsalen Ammonshorne zusammenhängt, während es links nur durch die dünne Wan-

dung eines Hohlraumes repräsentirt wird. Oben wird der Ventrikel, wenigstens in seinem frontalsten Gebiete abgeschlossen durch das völlig geschrumpfte Ammonshorn. Weiter hinten ist er sehr erweitert und die Commissura mollis verdünnt, ausgezogen. Der Plexus choroïdes ist — wohl bei der ersten Präparation — mit dem nörbigen das Gehirn umschliessenden Gewebe entfernt worden, an den Stücken klafft der Ventrikel weit offen. Er wird erst abgeschlossen durch die völlig normale Commissura posterior. Von einer Epiphysis keine Spur. Hinter der Commissura posterior bieten die Vierhügel, das Cerebellum, die Oblongata und das Rückenmark nichts Auffallendes. Es fehlt also absolut jede Spur des Hirnmantels bis auf die geringen Reste des Ammonshornes dorsal und an der Basis. Es fehlt rechts und links der grösste Theil des Nucleus lentiformis und links ausserdem der ganze Kopf des Caudatus. Es fehlt links die Capsula interna und der laterale Theil der Thalamusganglien, namentlich auch das Ganglion genicul. lat. und das G. habenulae zum grössten Theile. Es fehlt der Balken und das Corpus forniciis.

Da vorn das Psalterium und beiderseits das ganze Grosshirn weggeschnitten ist, ist der kleine Rest des rechten Ammonshornes völlig losgelöst von seinen Verbindungen: er liegt gewissermaassen dem allein erhaltenen Hirnstamme nur an, wie die Abbildung Fig. 1 gut zeigt. Am besten ist das aufsteigende Stück erhalten, während die im Schläfenlappen liegende Spitze, sowie ein beträchtliches Stück des horizontalen Schenkels, nämlich der Theil, welcher in das Psalterium übergeht, fehlt.

Vom linken Ammonshorne ist keine Spur nachweisbar.

Beide Fornixsäulen, die innerhalb des Septums abgetrennt wurden, sind absolut degenerirt. Nicht eine markhaltige Faser ist in ihnen nachweisbar.

Aus dem erhaltenen Nucleus anterius thalami entspringt jederseits ein völlig normaler Tractus thalamo-mamillaris. Er ist dorsal von der atrophischen Fornixsäule bis hinab in das Ganglion mamillare zu verfolgen. Vielleicht ist der rechte Tractus etwas dünner als der linke. Aber da eine Verziehung des Präparates in der Weise durch Narbenschrumpfung eingetreten ist, dass die beiden Seitenhälften nicht genau identische Querschnitte treffen, wagen wir nicht mit Sicherheit von einer r. Atrophie zu sprechen zumal auch gar keine Anzeichen atrophischen Gewebes um die schön ausgebildeten markhaltigen Fasern des betreffenden Gebildes nachweisbar sind (11).

Das Corpus mamillare liegt ausserhalb jeder Verletzungsmöglichkeit mitten in ganz normalem Gewebe an der Hirnbasis, deren einzelne Theile nicht geschrumpft sind. Etwaige Veränderungen in ihm müssen also auf innere Ursachen bezogen werden. Es ist etwas kleiner als man nach der Gesamtgrösse des Gehirnes erwarten dürfte, zeigt aber keine besonderen Verziehungen. Die Ganglia lateralia sind von normaler Grösse und von dem dichten Netz markhaltiger Nervenfasern erfüllt, das sie bei gesunden Thieren kennzeichnet. Die medialen Ganglien sind in ihren frontalen zwei Dritteln zweifellos verändert, im

letzten Drittel, vielleicht der Hälfte, sind sie, wie es scheint, normal. Zwar gestattet die langjährige Conservation des Gehirnes in Kali bichromicum und später in Alkohol keine ordentliche Untersuchung der Zellen mehr. Man kann nur aussagen, dass im Vergleich zum normalen Hunde das Gewebe des lateralen und dorsalen Abschnittes, auch des centralen in beiden medialen Ganglien bis etwa zum Anfange des caudalen Drittels ausserordentlich zellarm, ja zelllos ist, während die basaleren und die medialeren Abschnitte sich nicht wesentlich oder gar nicht vom normalen Ganglion unterscheiden. Ausser den Zellen fehlt in den erwähnten Abschnitten auch völlig das feine Netz markhaltiger Nervenfasern, welches erst in den caudaleren Abschnitten, Fig. 3, wieder auftritt. Der Fig. 2 abgebildete Schnitt giebt das Wichtigste genügend wieder. Aus den atrophischen Fornixsäulen tritt natürlich keine einzige Faser ein, es fehlt auch die, beim Hunde ohnehin nicht besonders starke „Fornixkreuzung“ ganz. Einige wenige dicht über dem Corpus mamillare isolirt dahin ziehende Fäserchen stammen aus seitlichen Gegenden der Regio subthalamica. Atrophische Bündel, die etwa den angenommenen caudalwärts ziehenden Fasern der Fornixkreuzungsschenkel entsprächen, sind nicht gefunden worden.

Die beiden Tractus thalamo-mamillares, die nun hier völlig von anderen Beimengungen isolirt zu studiren sind, bilden, ganz so wie Monakow es beim Menschen gesehen, im frontalsten Abschnitte des medialen Ganglions mit ihren medialsten Fasern eine Kreuzung oder Aehnliches. Die Hauptmasse der Fasern wendet sich direct zur Basis, wo sie in mehreren Gruppen in den basalsten und medialsten Abschnitten des mittleren Ganglion endet. Viele dieser Fasern aber durchziehen den atrophen Theil des medialen Ganglions nur in schön geschwungenem Bogen, um in die Markkapsel des Corpus mamillare einzutreten. Diejenigen Bogenfasern, welche ganz lateral ziehen, scheinen in das Ganglion laterale oder doch in den zwischen jenem und dem Gangl. mediale zu supponirenden Theil der Markkapsel einzutreten. S. Fig. 2.

Im frontalsten Abschnitte des Corpus mamillare liegt beiderseits von der Mittellinie ganz basal ein Kern mit feinem Netzwerk, der Fasern des Tractus thalamo-mamillaris aufnimmt. Ob es ein eigener Kern ist oder ob sich, wie wir vermuten, eine frontale Zunge des medialen Ganglions soweit es Endganglion jenes Faserzuges ist, hierher erstreckt, das ist an den Präparaten nicht zu unterscheiden. x der Fig. 2.

Das laterale Ganglion entsendet medialwärts mächtige Bündel, die sich in der Markkapsel des Corpus mamillare verlieren. Lateral entfließen ihm zahlreiche dicke markhaltige Fasern, die etwas dorsal tre-

tend, Fig. 2 rechts gut zu sehen, den Pedunculus corporis mamillaris bilden. Dieser Pedunculus erreicht erst in den caudalen Ebenen, wo das laterale Ganglion verschwindet, seine grösste Ausbildung und behält sie, bis er am frontalen Ende der Brücke zwischen den tiefsten Brückenfasern und der Schleifenschicht der Verfolgung sich entzieht.

#### B. Verhalten des Corpus mamillare nach einseitiger totaler Degeneration des Tractus thalamo-mamillaris und fast totaler Degeneration der Fornixsäulen.

Hund Bambu. Am 6. Januar 92 wurde der linke, am 23. Februar 92 der rechte Stirnlappen bis auf die Basis herab weggenommen. Das Thier, welches beide Operationen gut überstanden hatte, wurde am 21. Juli 92 getötet. Es hatte sich während seines Lebens ganz so verhalten, als ob ihm beide Hemisphären total fehlten, also wie Hund Mikron. Hierfür gab der Sectionsbefund befriedigende Aufklärung. Es zeigte sich nämlich, dass beiderseits sich ein enorner Hydrocephalus entwickelt hatte, der die rechte Hemisphäre total und die linke bis auf ein caudales Drittel in eine dünne Blase verwandelt hatte. Am Präparat, das mir übergeben wurde, war die rechte Hemisphäre zusammengefallen, so dass ich diesen zerknitterten klumpigen Sack zunächst gar nicht als Hemisphäre erkannte, vielmehr meinte, dass diese ganz abgeschnitten sei. Erst die gefärbten Schnitte brachten Aufklärung. Bei der Section fand sich außerdem, dass der vorhandene Theil der linken Hemisphäre und die ihm anliegenden Theile des Stammes auffallend gelblich, bröckelig, wahrscheinlich zum Theil von traumatischer Erweichung betroffen waren. In der That hat die spätere Untersuchung ergeben, dass die ganze frontale Hälfte des Thalamus links zerstört war, und dass sich hier erhebliche Schrumpfungsprozesse, die caudal fast bis an das Mittelhirn herangingen, anreichten.

Das Marklager der rechten Hemisphäre fehlt bis auf kleine subcorticale Reste, links ist, namentlich in den caudaleren Ebenen, noch ein beträchtlicher Rest erhalten. Der temporale Abschnitt des Ammonshornes ist rechts nicht erkennbar, links in deutlichen Spuren noch vorhanden; von dem supraventrikulären Theile aber stehen beiderseits plattgedrückte Reste, die links sogar weniger deformirt sind, als rechts. Das Psalterium ist natürlich sehr in die Breite gezogen und zu einer dünnen Platte gedehnt. Balkenfasern sind nicht sicher vorhanden, vielleicht rissen sie bei der Section ein und sind beim Härteten geschrumpft, denn eigentliche Degenerationszüge von Balkenfasern wurden nicht gefunden<sup>1</sup>.

Von diesem gedehnten Psalterium ging rechts eine richtige Fornixsäule und aus dem Thalamus, der jener atrophirten rechten Hemisphäre anlag, ging ein richtiger Tractus thalamo-maxillaris ab. Links aber waren die beiden

Züge im frontalen Thalamusgebiete unterbrochen. Es zeigt sich, dass etwa in der Gegend der Schlussplatte und des Septum die primäre Schnittfläche gelegen hat, dass die basalsten Abschnitte, wesentlich der hintere Riechlappen, erhalten blieben, dass aber dieses ganze der Schnittführung benachbarte Gebiet mehr oder weniger traumatisch erweicht ist, und dass namentlich links die Erweichung weiter caudal bis in den Thalamus hinein griff. Der ganze linke Thalamus ist zu einem dünnen kleinen Gebilde atrophirt. Der Fornix links fehlt bis auf wenige fragliche Fäserchen im Bereiche der Säule complet, rechts ist er erhalten. Der Tractus thalamo-mamillaris fehlt links absolut. Es ist nicht eine Faser von ihm nachweisbar (Fig. 4).

**Corpus mamillare:** Im frontalen Abschnitt links sehr viel kleiner als rechts, wohl nur  $\frac{1}{3}$  so gross. Die Atrophie betrifft alle Ganglien, am wenigsten das laterale, am meisten die frontalen zwei Drittel des medialen Ganglions. In der lateralen Peripherie des medialen Ganglions sowohl in frontalen als caudalen Ebenen sind markhaltige Fasern, die nicht alle dem Fornixreste entstammen können, vielmehr aus dem Inneren des Ganglions in mehreren dünnen Zügen stammen. Ein solcher, der ganz, der Lage nach, den Bündeln der Haubenstrahlung entspricht, liegt auch (s. Fig. 6) medial. Die feine Markkapsel des atrophischen Ganglions ist erhalten, wenn auch dünner als rechts. Von der Seite des normalen Mamillare treten dorsal einige feine Fasern an das Ganglion heran, die auf der anderen Seite nicht vorhanden sind. Ihre Lage entspricht dem, was man Fornixkreuzung nennt, so dass also dem atrophischen Ganglion keine Fornixfasern so entwachsen, wie dem normalen.

Das laterale Ganglion ist fast um die Hälfte kleiner, als das der Seite. Der Pedunculus ist beiderseits ziemlich gleich stark, doch erst in Ebenen, die ganz caudal von seinen Ursprungsganglien liegen.

#### Ergebniss.

Die hier verwendete Methodik lässt, wie die Erfahrungen am Chiasma etc. zeigen, nur relativ grobe Ausfallsgebiete erkennen. Es ist möglich, dass Fornixbahnen auch zu anderen als den deutlich atrophischen Kernen gelangen. Unter dieser Einschränkung kann man für den Hund nach Ausweis der vorstehenden Befunde folgendes aussagen: Die Fornixsäule endet fast ganz im lateralen und dorsalen Abschnitte des Ganglion mediale, denn dieser Abschnitt ist bei Micron, wo beide Fornices zerstört sind, sehr atrophirt, ebenso ist er deutlich atrophisch bei Bambu auf der Seite, wo die Säule nur noch in Spuren vorhanden ist.

Ein Theil der Säule, aber beim Hunde nur ein relativ kleiner, tritt in die Gudden'sche Fornixkreuzung ein. Bei

Micron, wo die Fornices fehlen, fehlt auch die Kreuzung, bei Bambu ist nur der Schenkel nachweisbar, welcher von der Seite des normalen Fornix herübertritt, während aus dem atrophischen Fornix kein Kreuzungsschenkel entspringt.

Das Haubenbündel und der Tractus thalamo-mamillaris haben Beziehungen nur zum medialen Ganglion, und zwar wesentlich zu dessen ventralen Abschnitten, dann aber auch ganz directe durch Faserübergang zur Markkapsel des Corpus mamillare. Bei Micron waren beide Bündel völlig normal, weil der Nucleus anterior thalami verschont geblieben war. Ebenso war trotz absoluten Fehlens des Fornix die Markkapsel ganz normal.

Wenn in einigen der Gudden'schen Versuche diese Bündel trotz Schonung des Nucleus anterior thalami bei Wegnahme des Ammonshornes oder der Hemisphäre doch etwas atrophisch waren, so kommt hier die beim jugendlichen Thiere schnell eintretende Atrophie des Nucleus anterior in Betracht, die durch Abschneiden seiner corticalen Beziehungen erzeugt wurde. Es handelt sich also bei Gudden um ein Schwinden, das bei unseren erwachsenen Thieren nicht aufzutreten braucht.

Der Nucleus lateralis atrophirt weder nach Verletzung des Thalamus (Bambu), noch nach Wegnahme der Hemisphären ganz. Er steht in inniger Beziehung zur Markkapsel des Mamillare, die zum grössten Theil aus ihm und den Fasern des Tractus thalamo-mamillaris stammen dürfte, erhält selbst Fasern aus diesem Bündel und entsendet caudalwärts den Pedunculus corporis mamillaris. Dieser letztere wird weder durch Thalamus-, noch durch Hemisphärenverletzung tangiert, ist also ein ganz selbstständiges Bündel aus dem lateralen Ganglion. Ausserdem nimmt der Nucl. lateralis wahrscheinlich Fasern aus dem Tract. thalamo-mamillaris auf.

Es ist nicht wahrscheinlich, dass mit den erwähnten Bündeln die Faserbeziehungen des Corpus mamillare zu den übrigen Hirntheilen erschöpft sind.

Gerade in den letzten Jahren ist es durch einige Beobachtungen von Pierre Marie wahrscheinlich geworden, dass auch irgendwelche Verbindungen mit dem Occipitallappen bestehen könnten. Marie hat in vier Fällen von zum Theil recht kleiner Erweichung der Cuneusgegend das gleichseitige Corpus mamillare atrophisch gefunden, eine analoge Beobachtung von Monakow zieht er ebenfalls hierher. Neurol. Centralbl. 1901. S. 494.

## II. Fornix.

Ueber die Zusammensetzung der Fornixsäule und ihr Verhalten an verschiedenen Stellen ihres Verlaufes können die oben mitgetheilten Befunde, die sich ja vornehmlich auf Präparate stützen, in denen die Säulen völlig zerstört sind, keine Auskunft geben. Es hat

daher Wallenberg bei Kaninchen und weissen Mäusen die Ursprungsgebiete der hauptsächlichsten Fornixtheile vielfach zerstört und ist dann den secundären Veränderungen mit der Marchi-Methode an thunlichst completen Schnittserien durch das ganze Gehirn gefolgt. Es wurde das Ammonshorn von der Convexität der Hemisphäre aus an verschiedenen Stellen unterbrochen, wobei manchmal der Gyrus forniciatus mitgetroffen, andere Male verschont wurde. Ferner wurde bei Kaninchen die Area olfactoria und das Caput nuclei caudati frontal von der Commissura anterior durchtrennt und endlich ist auch die Fornixsäule auf ihrem Wege von der Commissura anterior zum Mamillare lädiert worden.

Im Ganzen wurden 20 Versuche angestellt. Die Technik war die folgende: Trepanation zwischen Ansatzlinie der Nackenmuskeln und Coronarnaht 1—8 mm lateral von der Medianlinie; mehr nach der Mitte zu, wenn die Randwindung mitgetroffen werden sollte, mehr nach aussen, wenn lediglich das Ammonshorn zu lädiren war, Einführung einer krummen Nadel (Concavität nach aussen) oder eines Tenotoms, Anstich in ventro-lateraler Richtung. Tödtung nach 3—4 Wochen. Gehirn in Müller-Formol (20 : 1) für 3—4 Tage, dann Zerlegung in  $\frac{1}{2}$ —2 mm dicke Scheiben, 4—5 Tage Müller, 2 Wochen Marchi, Celloidin-Einbettung, Closetpapier-Serien auf Objectträger, Sandaraclack. Zur Zerstörung der Area olfactoria wurde 2—5 mm vor der Coronarnaht 1 bis 2 mm lateral von der Mittellinie trepanirt und eine gerade Nadel resp. ein Gräfe'sches Messer in frontaler und ventraler Richtung bis zur Basis eingestossen. Als brauchbar erwiesen sich 17 Gehirne.

Hier sollen nur vier Versuche von Ammonshorn-Zerstörung und ihre Resultate genauer beschrieben werden, von denen je zwei für sich ein Paradigma für ein besonderes, nachher näher zu schilderndes Verhalten des Fornix darstellen. Dazu kommt als fünftes Experiment eine Läsion der Area olfactoria.

1. Kaninchen (2, 1899): Zerstörung des linken Ammonshornes an der Uebergangsstelle aus der sagittalen in die dorso-ventrale Richtung (caudaler Theil des Ammonshornes) ohne Mitverletzung der Randwindung.

Degenerirte Fasern feinen Calibers lassen sich verfolgen:

a) via Psalterium in die Fimbria und das Ammonshorn der gekreuzten Seite (Alveus, oberflächliche und tiefe Wurzel);

b) zum lateralen Grau des Septum pellucidum, ventralwärts bis zur Hirnbasis ausstrahlend, daneben zur medialen Wandung des Vorderhorns des Seitenventrikels. Am ventralen Winkel desselben besteht anscheinend eine directe Verbindung mit der Stria terminalis. Auch an dieser Stelle findet eine Ausstrahlung bis zur Area olfactoria statt;

c) nach fächerförmiger Einstrahlung am caudalen Pole des Septum (Fornix obliquus) zum lateralen Theile der Fornixsäule. Nach Abgabe von Fasergruppen in die Umgebung, namentlich innerhalb des frontalen Tuber cinereum findet die feine Degeneration ihr Ende innerhalb des Corpus mamillare, und zwar sowohl im ventro-medialen und caudalen Abschnitte des Ganglion laterale als auch im ventro-lateralen Theile des Ganglion mediale. Ueber das Mamillare hinaus lässt sich keine Degeneration verfolgen, welche nicht durch die gleichzeitige Verletzung des Hirnschenkelfusses und der Corp. genicul. bedingt ist. Insbesondere ist die Decussatio hypothalamica posterior oder „hintere Fornixkreuzung“ d. Aut. frei von Schwärzungen.

2. Kaninchen (6, 1900): Zerstörung des linken Ammonshornes frontal von der Umbiegungsstelle, gleichzeitig Läsion der linken Randwindung. Ausser den bei 1 genannten feinen Degenerationen treten dicke schwarze Fasern aus der Randwindung durch den Balken hindurch in den „Fornix longus“ ein, laufen zur Hälfte längs der Medianlinie des Septum ventralwärts bis an die Basis, zum Theil bilden sie den medialen grobfaserigen Theil der Fornixsäule, mischen sich erst frontal vom Mamillare so innig mit den feinen lateralen Fasern aus dem Ammonshorne, dass sie nicht mehr von einander getrennt werden können. Die Fornixsäule lässt in höherem Grade wie bei 1 Fasern in das Grau des Tuber cinereum, besonders in ventraler Richtung einstrahlen (Fig. 7). Diese Strahlungen sind nicht aberrirende Fornixbündel, sondern endigen wirklich innerhalb des Tuber. Der Rest der Fornixsäule, weit ansehnlicher als im 1. Falle, splittert innerhalb des Mamillare in der Weise auf, dass die lateralen Fasern hauptsächlich im ventro-medialen Theile des Ganglion laterale endigen, die medialen erst dorsalwärts ziehen, hier in die Ursprungsbündel des gemeinsamen Stammes von Fascicul. thalamo-mamil-laris und tegmentalis („Haubenbündel des Mamillare“ Kölliker) eintreten und mit diesen, in dorsoventraler Richtung das mediale Ganglion durchsetzend, am ventralen Rande desselben sich auflösen (Figg. 8 und 9). Ob einzelne Fasern sich, wie es den Anschein hat, dem Pedunculus corporis mamillaris anschliessen (Fig. 9), liess sich nicht mit Sicherheit entscheiden, wohl aber konnte festgestellt werden, dass weder eine Beziehung zur Decussatio hypothalamica posterior („hintere Fornixkreuzung“ Gudden-Ganser) noch zur Markkapsel des Mamillare bestand.

3. „Riesen“-Kaninchen (5, 1901): Zerstörung des Ammonshornes und der Randwindung wie bei 2. Degeneration des Commissurenbündels zum Psalterium, der Riechstrahlung zum Septum und beider Theile der Fornixsäule wie bei 2. Innerhalb des Mamillare aber nur geringe Ausstrahlung in den ventro-medialen Theil des Ganglion laterale und in den lateralen Theil des Ganglion mediale. Die Hauptmasse biegt spitzwinklig („Knie der Fornixsäule“) unter gleichzeitiger Theilung in mehrere Stränge dorsalwärts um. Die medialsten Faserbündel gelangen zur dorsalen Peripherie des caudalen Mamillare und helfen die Markkapsel desselben bis zur Mittellinie bilden. Eine Kreuzung zur anderen Seite findet nicht statt (Fig. 11 und f<sup>1</sup>). Ein dünner lateraler Strang geht auf derselben Seite dorsalwärts in die Höhe, gelangt me-

dial vom Meynert'schen Fascic. retroflex. in das centrale Höhlengrau, um hier ventral von dem III-Kern zu verschwinden (Fig. 11 und f<sup>2</sup>). Die übrigen Bündel (df<sub>1</sub>, df<sub>2</sub>, df<sub>3</sub>) kreuzen im ventralen Theile der Decussatio hypothalamica posterior und divergiren nach der Kreuzung in verschiedenen Richtungen. Während die ventralsten Fasern in einem ventralwärts geöffneten Bogen an die dorsale Peripherie des gekreuzten Pedunculus corporis mamillaris gelangen (Figg. 10—12 df<sub>1</sub>), strahlen andere in das zwischen Ped. corp. mam., lemnisc. med. und Fasc. retroflex. gelegene Feld aus (Figg. 10—12 df<sub>2</sub>). Die Spuren von df<sub>1</sub> und df<sub>2</sub> lassen sich nicht hinter die Austrittsstelle des Oculomotorius verfolgen. Ein starkes Bündel degenerirter Fornixfasern (Figg. 10—15 df<sub>3</sub>) wendet sich nach der Kreuzung dorsalwärts und gelangt nach innen vom Fascicul. retroflexus, bildet hier den ventralsten Querschnitt des Gudden'schen Haubenbündels (Fig. 12, vergl. v. Kölliker „Gewebelehre“, 6. Auflage, Fig. 57, Ft) und kann in derselben Lage bis in die Brücke verfolgt werden. Frontal vom Trigeminusaustritt gelangt es in unmittelbare Nähe des Ganglion tegmenti profundum (Gudden), strahlt zum Theil in dessen mediale Umgebung aus, zum Theil aber schwenkt es aus der sagittalen in die verticale Richtung um, läuft längs der Raphe ventralwärts und verschwindet mit leichter lateraler Abschwenkung im medio-dorsalen Rückengrau (Fig. 13).

4. Riesen-Kaninchen (6, 1901), dieselbe Operation wie bei 5, 1901, bis auf einige hier nicht interessirende Mitverletzungen. Die Degeneration der Fornixsäule steigt wie dort nach minimaler Aufsplitterung im ventro-medialen Theile des lateralen, und im lateralen Theile des medialen Kernes dorsalwärts zur Decussatio hypothalamica posterior empor. Ein dickes Bündel, wohl das stärkste unter den dorsalwärts tretenden, bleibt auf derselben Seite und verschwindet im centralen Höhlengrau ventral vom Oculomotoriuskern; ein zweites schwächeres ungekreuztes Bündel hilft die Markkapsel am dorsalen Mamillarrande bilden, die übrigen Fasern kreuzen wie bei 5, 1901, verschwinden aber schon in frontalen Ebenen des Mittelhirns, fast alle dorsal vom Peduncul. corp. mamillaris.

5. Gewöhnliches Kaninchen (4, 1901): Stichverletzung des frontalen Poles des Caput nuclei caudati sinistri und der Area olfactoria sinistra zwischen Septum und Tract. olfactorius. Abgeschen von feinkörnigen Schwärzungen, welche hauptsächlich der Degeneration striothalamischer Elemente entsprechen sowie von cortico-pontinen und cortico-spinalen Fasern aus dem verletzten Marke des Frontalhirns lässt sich ein Bündel dicker schwarzer Körnerreihen von der lädierten Stelle der Basis aus caudalwärts verfolgen.

Wie weit auch ventralste Striatumtheile (ventral von der Commissura anterior) an dem Ursprung einzelner degenerirter Fasern betheiligt sind, lässt sich nicht mit Sicherheit entscheiden. Anfänglich ventro-lateral von der vorderen Commissur gelegen, geräth das Bündel innerhalb des Tuber cinereum lateral von der Fornixsäule und dem ventral benachbarten Eigenbündel des Infundibulum, nähert sich am frontalen Pole des Mamillare soweit dem Fornix, dass medialwärts aberrirende Fas. in ihm von allen Seiten wie eine Mark-

kapsel umgeben. Einzelne Elemente gerathen vorübergehend auch in die Säule selbst hinein. Schon innerhalb der Decussatio hypothalamica anterior gehen einige von diesen Fasern auf die andre Seite hinüber. Innerhalb des dorsalen Theiles der Decussatio hypothalamica posterior, zwischen der eigentlichen „hinteren Fornixkreuzung“ und der Kreuzung der hinteren Längsbündel, findet dann ein stärkerer Faseraustausch mit dem Bündel der anderen Seite statt. Die gekreuzten groben Degenerationen ziehen medial vom Meynert'schen Bündel dorsalwärts und verschwinden im centralen Höhlengrau (Fig. 14). Andere Kreuzungen dieses Bündels („Riechstrahlung zum Zwischen- und Mittelhirn“ Edinger, vielleicht verbunden mit Elementen aus dem „basalen Längsbündel“ von Ganser) erfolgen in caudaleren Theilen des Hirnstammes, und zwar in der Höhe der frontalsten Oculomotoriusbündel, ferner innerhalb der Bindearmkreuzung und in der Brücke. Die Beschreibung des weiteren Verlaufes soll an anderer Stelle folgen.

#### Ergebniss.

Die Fornixfasern stammen beim Kaninchen aus der Ammonsformation und dem medialen Rindengebiete dorsal vom Corpus callosum. Als Fornixsäule wenden sie sich frontal am Gehirn der Basis zu. Ihnen gesellen sich in diesen frontalen Regionen die Fasern, welche wohl das Ammonshorn als den supracallosen Theil der medialen Hirnrinde mit der Area olfactoria und dem Septumgrau verbinden — Zuckerkandl's Riechbündel, Edinger's Tractus olfactorius septi. Ausserdem liegen ihnen als Psalterium die Fasern an, welche die beiderseitigen Ammonsformationen unter sich verbinden. Es sind niemals auf dem Degenerationswege Fasern aus dem einen Ammonshorn zum gekreuzten Fornix nachzuweisen gewesen; das Psalterium ist eine nur der Ammonsformation angehörige Bildung.

Man kann in der Säule medialer liegende dicke Fasern von lateral liegenden feineren abscheiden. Die ersten stammen aus dem supracallosen Windungsgebiete und durchsetzen, ohne sich zu kreuzen (*contra Honegger*), den Balken. Sie entsprechen dem, was man seit Stieda, Gudden, Forel und Ganser „Fornix longus“ nennt, und sind bisher am genauesten von Kölliker studirt worden. Die feineren stammen alle aus dem gleichseitigen Ammonshorne. Fasern zur Taenia thalami aus dem Fornix, wie sie von Lothringer und Kölliker für das Kaninchen beschrieben worden sind, konnten nicht zur Degeneration gebracht werden. Auf Bildern von normalen Thieren, die mit der Markscheidenfärbung behandelt sind, lassen sie sich sowohl beim Kaninchen als namentlich deutlich bei Vögeln (Edinger und Wallenberg, Untersuchungen über das Gehirn der Tauben, Anat. Anz. 1899), ebenso auch bei Reptilien (Edinger, Untersuchungen über die vergl. Anatomie des Gehirnes, H. 3, Das Vorderhirn der Reptilien) leicht nachweisen.

Auf dem Wege zum Corpus mamillare geben beide Antheile der Fornixsäule Fasern an das centrale Höhlengrau und die Kerne des Tuber cinereum ab. Diese nicht unbedeutenden Fasergruppen splittern an Ort und Stelle in feinste Körnchen auf, sind also wohl zu scheiden von „aberrirenden“ Fornixbündeln (Valentin, v. Gudden, v. Lenhossék), welche candalwärts sich wieder der Säule anschliessen. — Innerhalb des Mamillare verhalten sich nun die Fornixfasern bei einzelnen Individuen (oder Arten?) der Kaninchen verschieden.

In der einen Reihe der Fälle (anscheinend bei den gewöhnlichen Hauskaninchen, übrigens auch bei weissen Mäusen) enden beide Antheile der Fornixsäule im ventro-medialen Theile des lateralen und im lateralen Theile des medialen Ganglions. Die ventrale Grenze des letzteren erreichen sie öfters dadurch, dass sie sich dem gemeinsamen Ursprungsbündel des Tractus thalamo-mamillaris und Fascicul. tegmenti Gudden anschliessen und in dorso-ventraler Richtung das Ganglion mediale durchqueren. Bei einer anderen Gruppe von Kaninchen (z. B. Riesen-Lapins) erfolgt offenbar eine Kreuzung der Hauptmasse der Fornixfasern. Nur ein kleiner Theil von ihnen löst sich in den erwähnten Ganglien des Mamillare auf, die Hauptmasse zerfällt in einen ungekreuzten Antheil zur Capsel des Corpus mamillare, auch zum centralen Höhlengrau des frontalen Mittelhirnes, das medial vom Tractus habenulo-peduncularis erreicht wird und in einen kreuzenden Antheil. Der letztere zieht innerhalb der Decussatio hypothalamica posterior (Honegger) zur anderen Seite hinüber. Hier splittern diese gekreuzten Fornixbündel zum grössten Theil dorsal vom Pedunculus corporis mamillaris auf ( $df_2$ ), werden vorübergehend auch Bestandtheile desselben ( $df_1$ ), können aber als solche nicht bis zum Ganglion interpedunculare verfolgt werden. In einzelnen Fällen schliesst sich ein gekreuztes Bündel ventral den Fasern des Gudden'schen Haubenbündels dort an, wo es zwischen den medialen Oculomotoriusfasern und der Raphe liegt, gelangt mit ihm in die Haube der Brücke und verschwindet theils im Gudden'schen Ganglion tegmenti profundum, theils im dorso-medialen Brückengrau ( $df_3$ ).

Es kommen also zwei verschiedene Arten der Fornix-endigung vor.

Der erste Einwand, den man dieser Darstellung machen könnte, wäre der, dass in den Versuchen an den kleinen Lapins und den Mäusen jene kreuzenden Fasern zufällig nicht zur Degeneration gebracht worden wären, oder dass ihre Degenerationsbilder entgangen wären. Da aber die Durchschneidung des Ammonshornes immer eine möglichst vollständige war, und da die geschwärzten Züge degenerirter

Fasern an mit Ueberosmiumsäure behandelten Gehirnen kaum übersehen werden können, so wird dieser Einwurf wohl nicht aufrecht zu halten sein. Ein zweiter wäre der, dass vielleicht zufällig bei den ersterwähnten Versuchen durch Missbildung die Kreuzung gefehlt hätte. Auch das ist nicht wahrscheinlich, denn es wurde nicht etwa nur ein Thier, sondern es wurden 7 Kaninchen und 4 Mäuse untersucht und immer die Verhältnisse gleich gefunden. Von den grossen Lapins, welche kreuzenden Fornix haben, besitzen wir zwei Versuche.

Wenn aber schon beim Kaninchen so grosse Differenzen im Verhalten der Fornixsäule vorkommen, so werden viele Widersprüche in den Angaben der Autoren, welche sich mit den Fornixendigungen beschäftigen, leicht ihre Lösung finden.

Schon Gudden war es aufgefallen, dass die verschiedenen Ganglien bei verschiedenen Thieren ganz verschieden grosse Entwicklung haben. Auch dass bei den verschiedenen Kaninchenversuchen sich mehrfach recht beträchtliche Variationen im Verhalten des kreuzenden Schenkels gefunden hatten. Er sah, dass die Kreuzung ganz fraglich bleiben kann, dass sie caudaler erfolgt als in der Norm, dass die gekreuzten Schenkel statt beisammen zu bleiben, sich schnell aufsplittern etc. Offenbar bedarf die Endigung des Fornix in den Ganglien des Hypothalamus und der Mittelhirnhaube noch einer auf breiter vergleichend anatomischer Grundlage aufgebauten Nachprüfung mittels der Degenerationsmethode. Unsere hier mitgetheilten Untersuchungen haben ja nur Bruchstücke liefern können. Aber sie zeigen doch, dass hier im Gehirn ein bisher unbekannter Befund sich erheben liess, dass ein und dasselbe Faserbündel bei verschiedenen Arten und Individuen sich in Bezug auf seine Endigung etwas different verhalten kann. Das ist bisher von keinem einzigen anderen Fasersystem bekannt geworden. So haben sich denn durch diese neuen Nachforschungen, wie so oft in hirnanatomischen Dingen nicht nur neue Thatsachen, sondern vor Allem neue Fragen ergeben, deren Beantwortungsmöglichkeit offenbar vorhanden ist.

#### Anhang. Hirnwärts degenerirende Fasern im Fornix und im Pedunculus corporis mamillaris.

Die bisher erwähnten Fornixfasern entarten, wenn sie von der Ammonsformation abgetrennt werden, bis zu den erwähnten Endstätten. Es giebt aber in der Säule auch Fasern, die aus tieferen Centren stammend, in umgekehrter Richtung entarten. Solche konnten bisher nur bei der Katze degenerativ nachgewiesen werden, wenn vom Munde her mit schmalem Messer oder dünner Lanze eine Verletzung von Fornix-

fasern zwischen Commissura anterior und Corpus mamillare gelang (siehe Wallenberg, Anat. Anzeiger, Bd. 18). Setzt man das Messer an der Grenze von hartem und weichem Gaumen an und stötzt es 15 bis 20 mm tief (je nach der Grösse des Thieres) parallel mit dem Nasenrücken in sagittaler Stellung nach oben, so trifft man ziemlich constant die Mitte des Chiasma nerv. optic. Je nach der Aenderung der Stichrichtung kann man mehr frontal, caudal oder lateral gelegene Theile verletzen, geht man mehr in die Tiefe, so lässt sich eine Halbirung des Thalamus ausführen, ohne Mitverletzung anderer Hirntheile. Innerhalb des Pedunculus corporis mamillaris laufen ebenfalls centripetale Fasern, wenigstens beim Kaninchen. Sie gelangen zum Theil aus den Hinterstrangskernen und zwar wohl hauptsächlich aus caudalen Theilen des Goll'schen Kernes via mediale Schleife in den gekreuzten Pedunculus corporis mamillaris (Wallenberg, Anatom. Anzeiger, Bd. 16 und 18) und könnten durch Stichverletzungen der Goll'schen Kerne sowohl wie der von diesen ausgehenden, ventral vom Burdach'schen Kerne hinziehenden Fasern zur Degeneration gebracht werden.

Beziehungen des basalen Riechbündels zum Fornix. Bellonci hat zuerst angegeben, dass aus der Gegend der Lobi olfactorii ein Faserzug bis in den Thalamus gelange. Dieser Bellonci'sche Zug ist aber identisch mit dem Striatumbündel zum Infundibulum und gehört nicht der Riechformation an. Ganser beschrieb 1881 als „basales Längsbündel“ einen sagittalen Strang von Fasern in der Zona incerta zwischen Mamillare und Pes pedunculi, der sich nach vorne bis zu einem frontalen Ganglion des Tuber cinereum, „dem Kern des basalen Längsbündels“ verfolgen liess. Honegger konnte 1890 den Nachweis führen, dass sich diesem basalen Längsbündel Fasern aus dem Lobus olfactorius anschliessen, welche mit ihm durch die Zona incerta hindurch bis seitwärts vom Ganglion mediale corporis mamillare gelangen und die mittlere Kreuzung der „Decussatio subthalamica posterior“ bilden helfen. Später hat dann Edinger, gestützt auf sehr deutliche Bilder, die er bei der Riesenschildkröte, Chelone midas, erhalten hatte, wo zweifellos ein mächtiger Faserzug vom Riechfeld bis mindestens in die Mittelhirnbasis gelangt, bei Säugern nach einer ähnlichen Formation gesucht und schliesslich beim Hunde ebenso verlaufende Bündel gefunden. Sie sind abgebildet und bezeichnet in Figg. 169 und 176 der 4. Auflage (196, 203 der 5.) seiner Vorlesungen über die Anatomie des Gehirnes, 1896.

Dieses basale Riechbündel liegt für eine Strecke weit dem basalen Fornix enge an, es sei daher hier kurz erwähnt, wenn auch nähere

Angaben über den Ursprung, Verlauf und Endigung dieses wenig bekannten Fasersystems einer späteren Arbeit vorbehalten bleiben. Während der Ausarbeitung der hier niedergelegten Resultate erschien (Anatomischer Anzeiger 18. Bd., S. 348) eine Arbeit von Bischoff über künstlich gesetzte Degenerationen am Igelgehirn. Hier ist als Tractus olfacto-mesencephalicus das Riechbündel, unabhängig von den früheren Mittheilungen, neu entdeckt und auf seinem Verlaufe bis in das Mittelhirn studirt worden.

Es handelt sich um ein Bündel grober Fasern, das in der Area olfactoria und dem ihr dorsal aufliegenden „Basalganglion“ (Kölliker<sup>1</sup>) — ein kleiner Theil vielleicht auch in dem ventral von der Commisura anterior hinabreichenden basalen Striatum-Abschnitte — entspringt und fast horizontal rückwärts ziehend, zum basalen Thalamusgebiete gelangt. Hier ist es vom „basalen Längsbündel“ Ganser's nicht mit Sicherheit zu trennen. Im frontalen Gebiete des Corpus mamillare umgibt es mit seinen medialsten Fasern die Fornixsäule und hilft so zum Theil die Markkapsel des Corpus mamillare bilden, zum Theil dringt es auch für eine kurze Strecke in die Säule selbst ein. Einige von den medialen Fasern kreuzen in der Decussatio hypothalamica posterior dorsal von den Fornixfasern und ventral von der Kreuzung der hinteren Längsbündel (entsprechend den Angaben von Honegger). Ueber den weiteren Verlauf des Bündels sei an dieser Stelle nur angedeutet, dass ein Theil seiner Fasern in die Formatio des hinteren Längsbündels eintritt und bis in das Rückenmark verfolgt werden kann.

### Citirte Literatur.

1. Gudden, Beitrag zur Kenntniss des Corpus mamillare und der sogenannten Schenkel des Fornix. Dieses Archiv Bd. XI.  
Derselbe, Ueber das Corpus mamillare etc. Tageblatt der Versamml. deutscher Naturforscher etc. in Magdeburg 1884.  
Derselbe, Viertes Bündel der Fornixsäule. Gesammelte Abhandlungen. S. 193.
2. Elliott Smith, Zahlreiche Aufsätze in Journal of Anatomy and Physiology von 1896—1899.
3. Honegger, Vergleichend-anatomische Untersuchungen über den Fornix und die zu ihm in Beziehung stehenden Gebilde. Diss. Genf 1890.
4. Ganser, Vergleichend-anatomische Studien über das Gehirn des Maulwurfs. Morphol. Jahrbüch Bd. 7.

1) Auch bei Zerstörung ganz frontaler Theile der Area olfactoria, in denen das Basalganglion noch nicht sichtbar war, degenerierte das Riechbündel; die Area-Rinde muss daher in der Hauptsache als Ursprungsgebiet gelten.

5. v. Kölliker, Handbuch der Gewebelehre Bd. 2. 1896.
  6. v. Monakow, Einiges über secundäre Degenerationen im Gehirn. Correspondenzblatt für Schweizer Aerzte. 1886.
  7. Sante Sanctis, Contributo alla conoscenza del corpo mamillare del uomo. Ricerche laborat. neurol. og. Roma 1894.
  8. Winkler und Timmer, Anatomische Aanteeekeningen naar aanleiding vaan een geval van Atrofie van het linker Corpus mamillare. Festschrift für Donders. Amsterdam 1898.
  9. Bechterew, Leitungsbahnen im Gehirn und Rückenmark. Leipzig 1899.
  10. Dejerine, Anatomie des centres nerveux. T. 2. 1901.
  11. S. Ramon y Cajal, Beitrag zum Studium der Medulla oblongata etc. Deutsch von Bressler. 1896.
  12. Holmes, The nervous system of the dog without a forebrain. Journal of physiology. Vol. 27. Wird demnächst eine Beschreibung des ganzen Gehirnes bringen.
- 

### Erklärung der Abbildungen (Taf. I. und II.)

Fig. 1. Frontalschnitt durch das Gehirn Micron. Beide Hemisphären intra vitam entfernt.

Fehlen der Fornixsäulen, bei erhaltenen Tractus mamillares und Haußenbündeln.

Fig. 2. Vom gleichen Thier. Frontalgegend des Corpus mamillare.

Fig. 3. Dasselbe, caudaler Abschnitt.

Fig. 4. Frontalschnitt durch das Gehirn des Hundes Bambu. Durch Hydrocephalus links Fornixsäule und Tractus thalamo-mamillaris entartet.

Fig. 5. Vom gleichen Gehirn, frontale Gegend des Corpus mamillare.

Fig. 6. Idem. Caudale Gegend.

Fig. 7. Kaninchen 6, 1900. Querschnitt vor dem Chiasma N. optic. Degeneration der Fornixstrahlung zum Tuber cinereum. Große Fasern des medial gelagerten Fornix longus, feine Degeneration des lateralen Fornix obliquus.

Fig. 8. Kaninchen 6, 1900. Querschnitt in der frontalen Hälfte des Corpus mamillare. Auflösung der degenerirten Fornixsäule im ventro-medialen Theile des Ganglion laterale, Uebergang in das Ursprungsbündel des Tract. thalamo-mamillar. + Fasic. segmenti. Scheinbarer (?) Anschluss von Fornixdegenerationen an den Pedunculus corporis mamillaris.

Fig. 9. Kaninchen 6, 1900. Querschnitt in der caudalen Hälfte des Corpus mamillare. Auflösung der degenerirten Fornixsäule im lateralen Theile des medialen Kernes, Anschluss degenerirter Fornixfasern an das Ursprungsbündel des Tract. th. m. + F. tegm. Scheinbarer Uebergang von degenerirten Fasern der Fornixsäule in den Pedunculus corporis mamillaris.

Fig. 10. Kaninchen 5, 1901. Querschnitt im frontalen Theil des Corpus mamillare. Decussatio fornicis, Auflösung weniger Fornixfasern im ventro-medialen Theile des Ganglion laterale.

Fig. 11. Kaninchen 5, 1900. Querschnitt im mittleren Abschnitt des Corpus mamillare. Auflösung der kreuzenden Fornixsäule in ungekreuzte ( $f_1$  und  $f_2$ ) und gekreuzte ( $df_1$ ,  $df_2$ ,  $df_3$ ) Bündel. Geringe Degeneration innerhalb des Mamillare.

Fig. 12. Kaninchen 5, 1901. Querschnitt in der Höhe des Durchtritts frontaler Oculomotoriuswurzeln. Reste gekreuzter Fornixbündel dorsal vom Pedunculus corporis mamillaris ( $df_1$ ,  $df_2$ ), grösserer degenerirter Strang ( $df_3$ ) im ventralen Theil des Haubenbündels.

Fig. 13. Kaninchen 5, 1901. Querschnitt frontal vom Trigeminus-Eintritt. Endigung des gekreuzten Fornixbündels zur Haube ( $df_3$ ) theils im Ganglion tegmentum profundum, theils im dorso-medialen Brückengrau.

Fig. 14. Kaninchen 4, 1901. Querschnitt im caudalen Theile des Corpus mamillare. Degeneration des „Riechbündels zum Zwischen- und Mittelhirn“ Kreuzung seiner medialen Fasern.

---