

Ueber den Fornix longus sive superior des Menschen.

Von

Albert Koelliker in Würzburg.

Von dem Fornix oder Gewölbe war vor nicht langer Zeit nur das bekannt, was die Untersuchungen beim Menschen ergeben hatten. Da tauchten zuerst in der Arbeit von A. Forel vom Jahre 1872 über den Thalamus opticus einiger Säuger neue That- sachen auf und beschrieb dieser Forscher einen bisher so gut wie unbekanntem Teil des Gewölbes, den Fornix longus beim Meer- schweinchen, von dem vor ihm nur Stieda bei der Maus An- deutungen wahrgenommen hatte. Ueber diesen Fornix longus gab dann zunächst Ganser in seiner berühmten Arbeit über das Maulwurfsgehirn genauere Aufschlüsse, indem er entdeckte, dass dieses Gebilde, das er Fasciculus arcuatus Septi, Bogenbündel der Scheidewand nannte, mit seinen Fasern den Balken durch- bohre. Auf Ganser folgte dann Honegger, unser specielle Lands- mann mit seiner hervorragenden, ausführlichen Schrift über den Fornix, in welcher neben viel Gutem auch manches nicht Stich- haltige sich findet, wie ich dies in diesem Jahre in dem 2. Bande meiner Gewebelehre darlegen musste, in welcher die Lehre vom Gewölbe im Zusammenhange abgehandelt ist und zugleich der Nachweis sich findet, dass auch der Mensch bestimmte Andeutungen eines Fornix longus besitzt. Auf der an diesem Orte betretenen Bahn weiter bauend, möchte ich nun in erster Linie den Fornix longus der Säuger, vor allem denjenigen der Katze, der noch nicht untersucht wurde, einlässlicher besprechen und dann auch den Fornix longus des Menschen genauer schildern, als es an dem angegebenen Orte geschah.

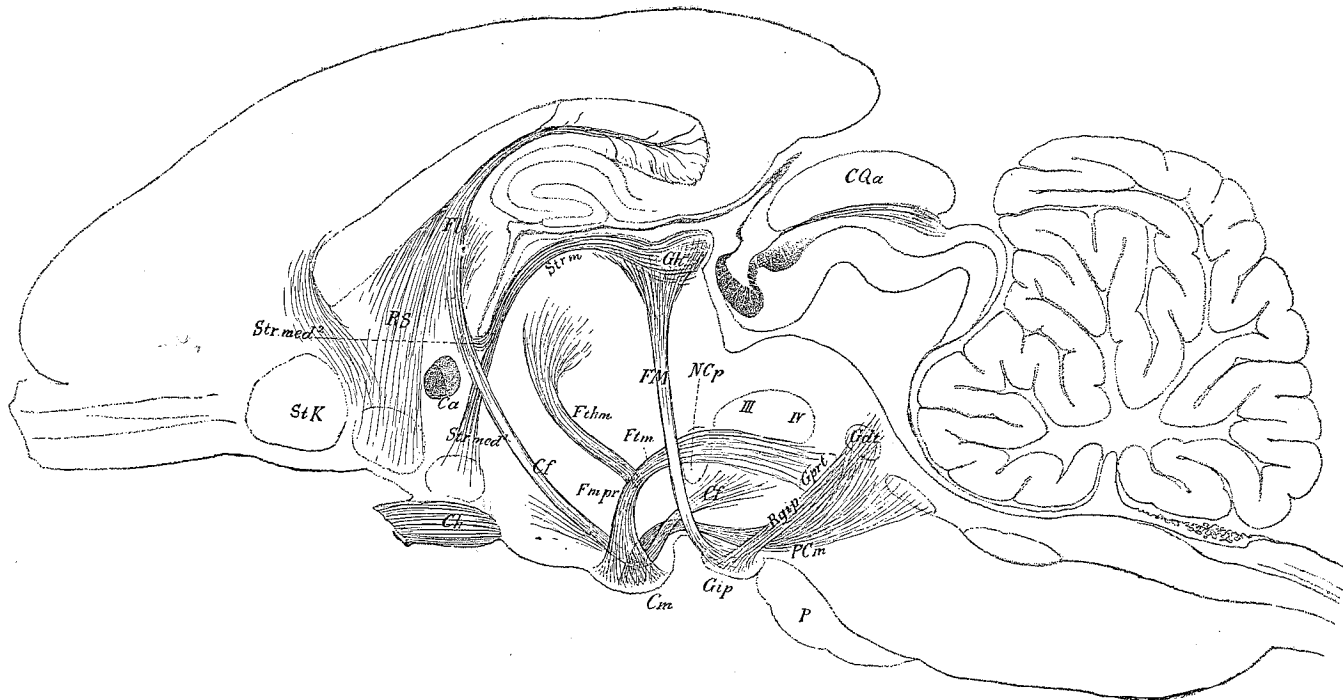


Fig. 1. Sagittaler Medianschnitt des Gehirns des Kaninchens mit den in verschiedenen benachbarten Ebenen liegenden medianen Faserzügen schematisch dargestellt. 5:1. Cf Columna fornicis mit Umbiegung im C. mammillare und dorsaler Kreuzung; Ch Chiasma; Cm Corpus mammillare; CQa Vorderer Vierhügel; Fl Fornix longus; FM Fasciculus Meynert s. retroflexus; Fmpr Fasciculus mammillaris princeps; Ftm Fasciculus tegmento-mammillaris und Zusammenhang desselben mit dem dorsalen Längsbündel; Fthm Fasciculus thalamo-mammillaris (Vicq d'Azyr); Gdt Ganglion tegmenti dorsale von Gudden, dahinter eine zweite Nervenzellenmasse; Gh Ganglion habenulae; Gip Ganglion interpedunculare; Gprt Ganglion tegmenti profundum von Gudden; Ncp Kern der hinteren Commissur; P Brücke; PCm Pedunculus corporis mammillaris und Ausstrahlung desselben; Rgip Ausstrahlung der im Ganglion interpedunculare entspringenden Fasern; RS Einstrahlung des Fornix longus ins Septum pellucidum; StK Streifenhügelkopf; Strm Stria medialis thalami; Strmed¹ absteigender Schenkel derselben; Strmed² an den Fornix sich anschließender Teil; III dritter, IV vierter Kern.

A. Fornix longus sive superior des Kaninchens und der Katze.

Als Uebersichtsbild über den Fornix superior des Kaninchens lege ich zunächst eine schematische Zeichnung aus meiner Gewebelehre vor, welche den Gesamtverlauf des Fornix darstellt (Fig. 1). Verfolgt man die Fornixsäulchen (*cf*) vom Corpus mamillare (*cm*) an aufwärts, so findet man, dass dieselben etwas oberhalb der Commissura anterior (*ca*) ein starkes Faserbündel (*Str med*²) aus der Stria medullaris Thalami optici (*Str m*) aufnehmen. Im weitem Verlaufe spalten sich dann die Fasern der Columna in zwei Teile. Die einen, in der Figur nicht bezeichneten Faserbündel hinter dem Buchstaben *Fl* laufen in die Fimbria des Ammonshornes aus und stellen die Fortsetzung der hinteren Abschnitte

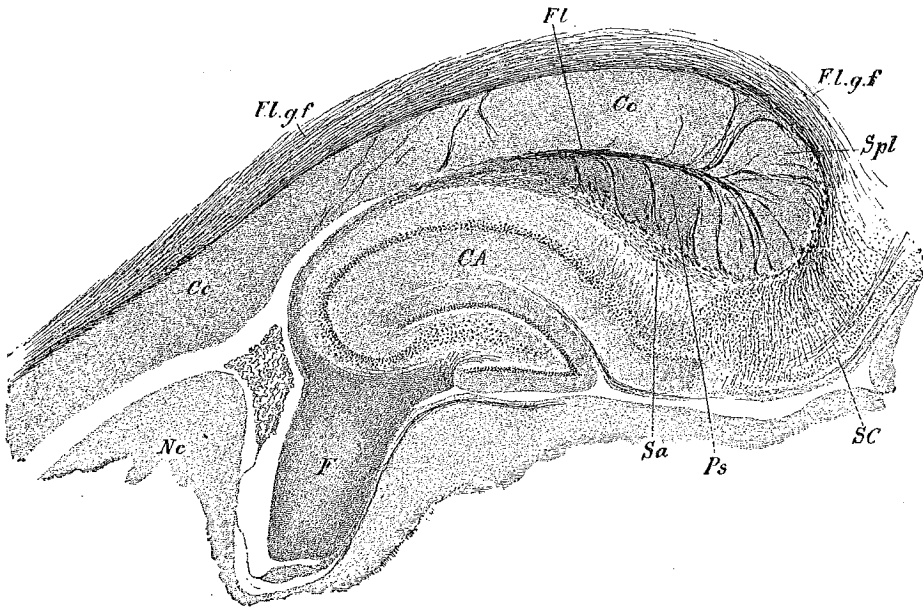


Fig. 2.

Sagittalschnitt aus dem Gehirn des Kaninchens durch die lateralen Teile des Balkens. Gez. bei Syst. I, Oc. I, kurzem Tubus eines Leitz. Weigert. *CA* Ammonshorn; *Cc* Balken; *F* Fimbria; *Flgf* Längsfasern des *Gyrus fornicatus*, von denen viele den Balken und Balkenwulst durchbohren, um in *Fl* den *Fornix longus* überzugehen; *Ne* Nucleus caudatus, daneben der *Plexus lateralis*; *Ps* *Psalterium dorsale*, d. h. ventraler Teil des Balkenwulstes, der an Frontralschnitten beiderseits in den *Alveus* der Ammonshörner übergeht; *Sa* *Alveus*; *SC* *Subiculum*; *Spl* *Splenum*.

der Fornixsäulchen dar, während die andern mit *F^l* bezeichneten in den Fornix longus sich fortsetzen und über dem Ammonshorn an die untere Fläche des Balkens sich begeben. Rückwärts laufend treten dann diese Fasern zwischen den Balkenwulst und das Psalterium dorsale oder die dorsale Commissur der Ammonshörner, durchbohren als *Fibrae perforantes posteriores* pinselförmig ausstrahlend beide diese Teile und verlieren sich im Subiculum Cornu Ammonis und im Gyrus fornicatus (Figur 2).

Die eben beschriebenen Fasern umfassen übrigens lange nicht alle Fasern des Fornix longus. Aus dem Gyrus fornicatus kommen Fasern, die den Balken in seiner ganzen Länge durchbohren und die vordersten schliesslich um das Knie desselben herumziehen. Diese *Fibrae perforantes anteriores* laufen, je weiter nach vorn, um so schiefer durch den Balken und einzelne zuletzt so schief geneigt, dass man dieselben nahezu horizontal nennen könnte; doch habe ich diese Fasern beim Kaninchen im Balkenknie noch nicht so genau verfolgt, wie bei der Katze (s. unten) und bemerke daher nur so viel, dass alle vorderen *Fibrae perforantes* und ein gewisser Teil der *Fibrae perforantes posteriores* nicht in die Säulchen des Fornix übergehen, sondern in das Septum pellucidum. In diesem stellen dieselben eine doppelte mediale Faserplatte dar (*RS*), welche nichts anderes ist, als die Riechstrahlung des Septum von Zuckerkandl. Verfolgt man dieselbe ventralwärts, so gelangt man zu einem grossen Kerne grauer Substanz zwischen dem Chiasma und dem sogenannten Streifenhügelkopfe (*StK*) von Ganser, den ich als Ganglion basale von Ganser deute. In diesem Kerne und wohl auch im Streifenhügelkopfe verlieren sich auch die Fasern, die um das Knie des Balkens herumlaufen.

Weitere Aufklärung über die Lage und das Verhalten des Fornix longus beim Kaninchen giebt die Figur 3, die einen Frontalschnitt durch den vordersten Teil des Gehirns darstellt. In dieser Figur sieht man im Grunde der grossen Längsspalte des Gehirns einmal eine dicke quere Fasermasse, den Balken (*Cc*) mit seinen lateralwärts in der inneren Kapsel sich verlierenden Fasern, ferner an der ventralen Seite des Balkens eine zweite, fast ebenso starke quere Faserlage, welche seitwärts in den Alveus, das Muldenblatt der Ammonshörner (*A*), sich verliert und nichts anderes darstellt, als die an der dorsalen Seite der Ammons-

hörner (CA) vereinten Muldenblätter, mit andern Worten die dorsale Commissur der Cornua Ammonis oder das Psalterium dorsale. In der Medianebene, da, wo der Balken und das Psalterium dorsale zusammenstossen, finden sich zwei nahe beisammenliegende platte Bündel von querdurchschnittenen Nervenfasern, welche nichts anderes sind, als die beiden Fornices longi sive superiores mit ihren longitudinal verlaufenden Fasern.

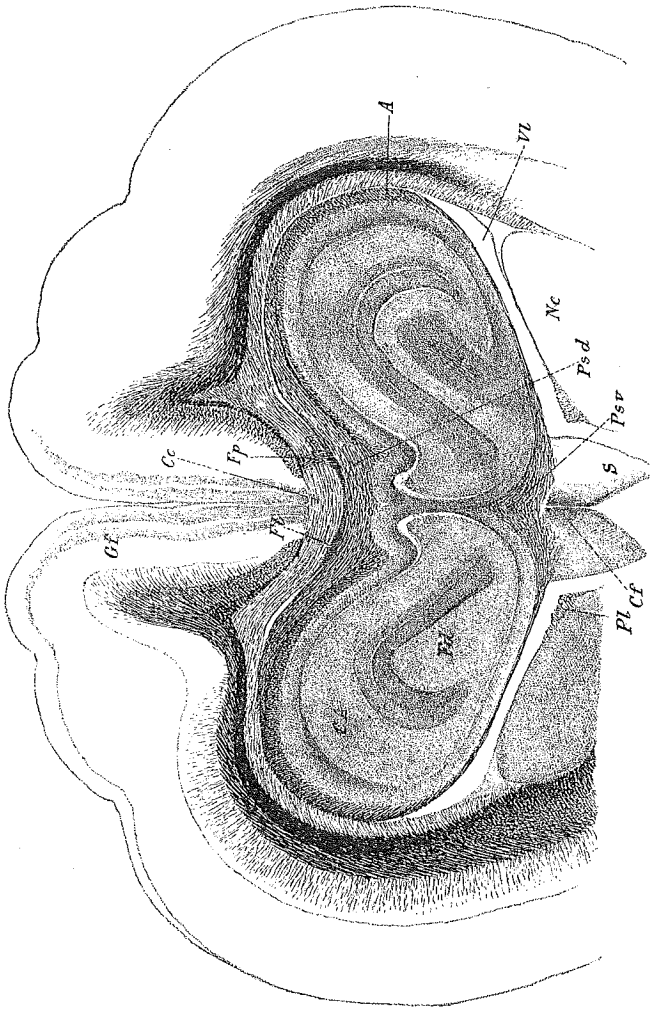


Fig. 3.

Frontalschnitt durch den vorderen Teil des Gehirnes eines Kaninchens. Nr. 55. 6:1. Weigert. Cc Balken; Cf Gyrius fornicatus; Fl Fornix longus, rechts mit Fibræ perforantes Fp; A Atrium; Psd Psalterium dorsale; Fsv Psalterium ventrale; CA Cornu Ammonis; Nc Nucleus caudatus; Vl Ventriculus lateralis; Cf Columnae fornicis; S Septum pellucidum; Pl Plexus lateralis; Fd Fascia dentata.

Ausserdem sieht man auf der rechten Seite ein starkes Bündel *Fibrae perforantes* (*Fp*), die, aus den tiefsten Teilen des *Gyrus fornicatus* (*Gf*) abstammend, an das Bündel des freien *Fornix longus* sich anschliessen. Diese durchbohrenden Fasern entwickeln sich aus Teilen des genannten *Gyrus*, die eine Vergleichung mit den *Striae longitudinales mediales* des menschlichen Balkens zulassen, obschon dieselben nicht frei auf der Balken-Oberfläche liegen. Auf der linken Seite sind im Balken drin einige Quer-

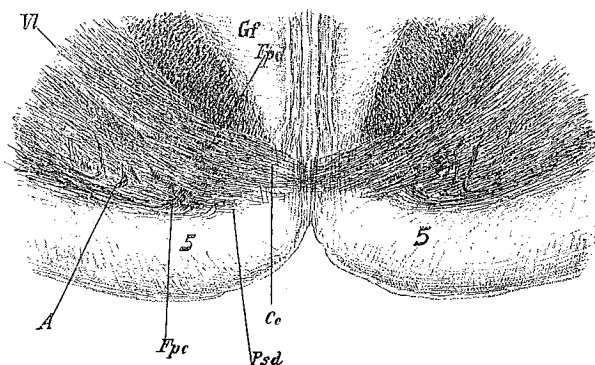


Fig. 4.

Frontalschnitt durch den Balken und die angrenzenden Teile aus dem Gehirn eines Kaninchens, nahe am hintersten Ende des Balkens. Ser. II, Nr. 165. Weigert, gez. bei Syst. I, Ocul. III, kurzem Tubus eines Leitz. *S* Subiculum; *A* Alveus; *Gf* *Gyrus fornicatus*; *Ce* *Corpus callosum*; *Fpd* *Fibrae perforantes dorsales*; *Fpc* *Fibrae perforantes ventrales*; *Vl* Andeutung der Gegend, wo weiter seitlich zwischen der Balkenausstrahlung und dem Muldenblatte der *Ventriculus lateralis* auftritt; *Psd* *Psalterium dorsale*.

schnitte solcher *Fibrae perforantes* in Form dunkler, zarter Platten wahrzunehmen. — Lateralwärts von den beiden Querschnitten des *Fornix longus* trennen sich der Balken und Alveus durch eine schmale Spalte von einander, die nichts anderes ist, als der dorsalste Teil des Seitenventrikels (*Vl*), wie besonders die rechte Seite der Fig. 3 deutlich zeigt.

Vom Kaninchen lege ich nun noch eine Figur 4 vor, die am leichtesten verständlich ist, wenn man die Fig. 1 und die Fig. 661

und 666 des II. Bandes der 6. Auflage meiner Gewebelehre heranzieht. Dieselbe stellt einen Frontalschnitt durch den hintersten Teil des Splenium corporis callosi und die angrenzenden Teile dar. Vom Splenium (*Cc*) ist nur noch eine dünne Platte sichtbar, durch welche hindurch schon der Uebergang des Gyrus fornicatus (*Gf*) in das Subiculum Cornu Ammonis (*S*) durchschimmert, wie derselbe in der citierten Fig. 661 für sich allein dicht hinter dem Balken wahrgenommen wird. Ventral vom Rudimente des Splenium sind auch noch Reste des Psalterium dorsale (*Ps d*) zu erkennen, die jedoch die Mittellinie nicht mehr erreichen. Das noch tiefer gelegene Subiculum mit seinem Stratum zonale, das die Fortsetzung des Stratum zonale des Gyrus fornicatus ist, geht seitwärts in das Ammonshorn über, wie ebenfalls die erwähnte Fig. 661 zeigt. Lateralwärts sieht man auch in diesem Schnitte ebenso wie in der Fig. 3 zwischen Balken und Psalterium dorsale oder besser gesagt der Fortsetzung des letzteren in den Alveus den dorsalsten Teil des Ventriculus lateralis auftreten, von welcher Trennung in der Fig. 4 selbst bei *VI* die erste Andeutung sichtbar ist.

Der Grund, warum ich diese Figur hier gebe, ist der, weil in derselben der Ursprung des Fornix longus sowohl vom Gyrus fornicatus als auch vom Alveus oder Psalterium dorsale her, der in der Figur 1 nur andeutungsweise dargestellt ist, in der bestimmtesten Weise sich erkennen lässt. Die Fibrae perforantes, die vom Alveus herkommen (*Fpc*), biegen sich von unten nach oben gegen den Balken zu und die vom Gyrus fornicatus abstammenden ziehen in umgekehrter Richtung durch das Corpus callosum (*Fpd*), worauf dann alle in der Mitte in die zwei Längsbündel übergehen, die zwischen Balken und Psalterium dorsale weiter ziehen, wie die Figg. 2 u. 3 dies zeigen.

Den bisher noch nicht beschriebenen Fornix superior s. longus der Katze stelle ich nur in einem Sagittalschnitte (Fig. 5) und in einem Frontalschnitte (Fig. 6) dar. Sehr bemerkenswert und in manchem von dem des Kaninchens (Fig. 1) verschieden ist der Sagittalschnitt (Fig. 5). Der den Balkenwulst umgebende, nicht ausgezeichnete hintere Teil des Gyrus fornicatus und seine Fortsetzung, das Subiculum Cornu Ammonis (*S*), verhalten sich wie beim Kaninchen und geben eine grosse Menge perforierender Fasern durch den Balkenwulst (*Spl*) und das Psalterium dorsale (*Ps d*)

ab, welche an der ventralen Seite des Balkens zum Fornix longus (*Fl*) zusammentreten, mit welchem dann an der ventralen Seite die Fimbria Cornu Ammonis (*F*) und ihre Fortsetzung, das eigentliche Gewölbe sich vereint. Im weiteren Verlaufe gesellen sich nun zu dem hinteren Teile des Fornix longus eine ungemeine Menge Fasern, welche alle, aus dem Gyrus fornicatus abstammend, den

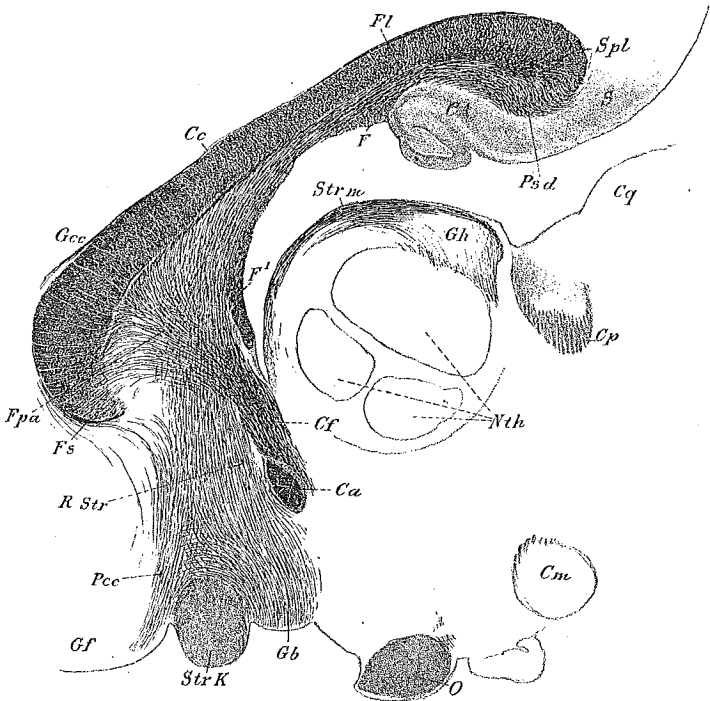


Fig. 5.

Aus einem Sagittalschnitte des Gehirnes einer Katze. Nr. 106a. 5:1.
Ce Corpus callosum; *Spl* Splenium; *Gcc* Genu corporis callosi; *Gf* Gyrus fornicatus; *Str-K* Streifenhügelkopf; *Pcc* Pedunculus corporis callosi; *Gb* Ganglion basale; *R Str* Riechstrahlung des Septum; *O* Opticus; *Cm* Corpus mamillare; *Ca* Commissura anterior; *Str m* Stria medullaris thalami; *Gh* Ganglion habenulae; *Nth* Nuclei thalami; *Cf* Columna fornicis; *F* Fimbria; *F'* Fimbria, Ende, Uebergang in das Fornixsäulchen; *Cp* Commissura posterior; *Cq* Corpora quadrigemina; *S* Subiculum; *Psd* Psalterium dorsale des Alveus; *Ca* Cornu Ammonis; *Fl* Fornix longus, aus Fasern sich bildend, die das Splenium perforieren; *Fpa* Fibrae perforantes anteriores ad Columnas fornicis; *Fs* Fibrae superficiales.

mittleren Teil des Balkens und das gesamte Balkenknie durchbohren (*Fpa*) und in der Aushöhlung desselben ein pinselförmiges Faserbüschel darstellen, das nach und nach rückwärts und ventralwärts zur Hauptmasse der Fornixsäulchen sich verschmälert oder zusammenzieht. Bei genauerer Untersuchung ergibt sich jedoch bald, dass lange nicht alle *Fibrae perforantes* diesen Weg nehmen; vielmehr erkennt man leicht, dass es nur die medialen unter denselben sind, die in die *Columnae fornicis* übergehen, während die mehr seitlich gelegenen unter denselben zugleich mit den um das Balkenknie herumlaufenden Bogenfasern (*Fs*) in das Septum eintreten und eine vor der *Commissura anterior* (*Ca*) und seitwärts von der geschilderten *Columna fornicis*-Strahlung gelegene Faserplatte bilden. Diese Septumfaserung zerfällt bei der Katze in zwei Abschnitte, einen hinteren und einen vorderen. Die hintere ist die Riechstrahlung des Septum von Zuckermandl und besteht wesentlich aus seitlich gelegenen perforierenden Fasern und allem Anscheine zufolge auch aus einem Teile der um das *Genu corporis callosi* sich herumbiegenden Bogenfasern, welche, mit der Fornix longus-Strahlung teilweise sich kreuzend, bis zu den mittleren Teilen des Balkens gelangen. Der vordere Abschnitt der Septumstrahlung setzt sich zusammen aus weiter nach vorn gelegenen perforierenden Fasern und aus der Hauptmasse der Bogenfasern, welche letzteren Fortsetzungen der *Striae Lancisii* zu sein scheinen. Diese Faserplatte des Septum, die als *Pedunculus septi et corporis callosi* bezeichnet werden kann (*Pcc*) endet im ventralen Teile des *Gyrus fornicatus* hinter den Buchstaben *Gf* dicht vor dem Streifenhügelkopfe (*Str K*), während das Riechbündel oder die Riechstrahlung von Zuckermandl wie beim Kaninchen im Ganglion basale (*Gb*) zwischen dem Chiasma (*O*) und dem Streifenhügelkopfe (*Str K*), vielleicht auch zum Teil in dem letzteren ausgeht oder entspringt. Verglichen mit dem Kaninchen ist somit bei der Katze bemerkenswert erstens die grosse Menge Fasern, die das Balkenknie durchbohren, ferner der Uebergang vieler dieser Fasern nicht nur in das Septum, sondern auch in die *Columnae fornicis*, d. h. in den Fornix longus-Abschnitt desselben, endlich die Endigung der das Balkenknie umgebenden Bogenfasern und einer gewissen Anzahl perforierender Fasern im vorderen ventralen Teile des *Gyrus fornicatus*.

Die Beziehungen der Stria medullaris thalami optici (*Str m*) zum Fornix inferior sind bei der Katze dieselben wie beim Kaninchen (s. oben), finden sich jedoch in der Fig. 5 nicht dargestellt.

Zur Ergänzung der Fig. 5 dient nun die Fig. 6, welche das Balkenknie und einen Teil des Septum im Frontalschnitte wieder-

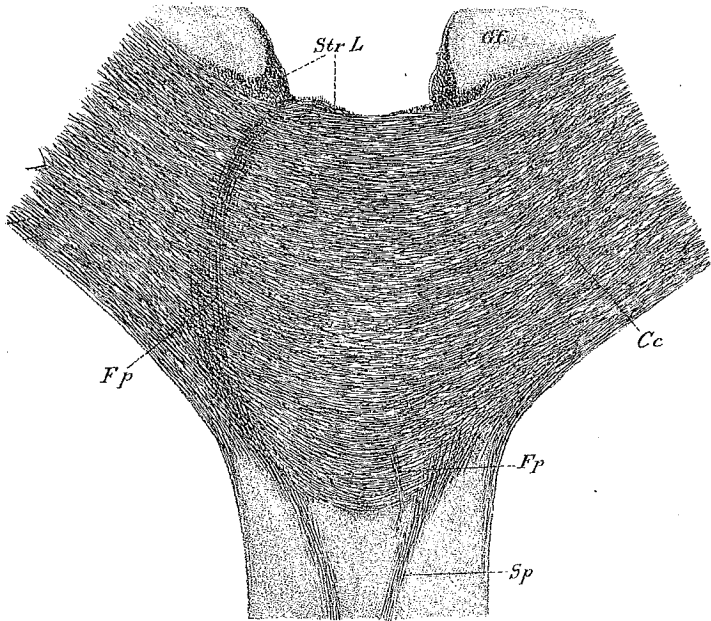


Fig. 6.

Frontalschnitt durch den Balken und das *Septum pellucidum* einer Katze. Nr. 31. Gez. bei Syst. II, Oc. III, k. Tub. Weigert. *Cc* Corpus callosum; *Sp* Septum pellucidum; *Fp* Fibrae perforantes; *Gf* Gyrus fornicatus; *Str L* Stria Lancisii.

gibt. Auf dem Balken liegen die Striae Lancisii auf (*Str L*), die lateralwärts mit dem Gyrus fornicatus (*Gf*) zusammenhängen und von beiden diesen Teilen sieht man besonders auf der linken Seite perforierende Fasern (*Fp*) durch den Balken ziehen und in die Faserung des Septum sich fortsetzen, wobei die Hauptmasse dieser Fasern eine mediale Faserplatte im Septum bildet, ein kleiner Teil derselben ein Stratum zonale darstellt.

Weiter rückwärts gelegene Frontalschnitte geben auch bei der Katze Bilder des Fornix longus im Wesentlichen denen gleich, welche meine Gewebelehre 6. Aufl. Bd. II Fig. 666—669 darstellt.

B. Fornix longus des Menschen.

Beim Menschen hat bis jetzt Niemand mit Bestimmtheit einen Fornix longus nachgewiesen; nun glaube ich aber zeigen zu können, dass auch bei ihm ein solcher Faserzug und zwar in ganz guter Entwicklung sich findet. Die ersten Wahrnehmungen, die mich zur Entdeckung eines Fornix longus des Menschen führten, waren die Beobachtung von Fasern, die den Balken in seiner ganzen Dicke senkrecht oder leicht schief geneigt durchbohren. Als ich Sagittal- und Frontalschnitte des menschlichen Balkens auf den Verlauf der Balkenfasern untersuchte, um mich zu überzeugen, ob die von Ganser und Dejerine beschriebenen Kreuzungen wirklich sich finden, war es einmal leicht zu sehen, dass die Angaben dieser Forscher im Wesentlichen richtig sind. Nach Dejerine sollen oberflächliche Balkenfasern beim Uebertritt auf die andere Seite in die Tiefe treten und vordere Fasern hierbei nach hinten sich wenden und umgekehrt, woraus Dejerine schliesst, dass der Balken nicht einfach eine Commissur gleicher Teile beider Seiten, sondern ein grosses Associationsbündel darstellt. Ganser hat schon vor Dejerine beim Maulwurfe eine Kreuzung der Balkenfasern in kleinen Bündeln beschrieben (S. 650), erklärt jedoch, gestützt auf die Experimente von Gudden, den Balken als eine reine Commissur, weil nach Exstirpation einer Hemisphäre der Balken auf beiden Teilen atrophirt. Einen gekreuzten Verlauf der menschlichen Balkenfasern hat vor Dejerine auch Hamilton beschrieben (On the Corpus callosum in the adult human Brain in *Journal of Anatomy and Phys.* 1885 pag. 385—416 und On the Corpus callosum in the Embryo in „*Brain*“ Juli 1885 pg. 145—163), doch ist die ganze Darstellung Hamilton's von dem weiteren Verlaufe der gekreuzten Balkenfasern und dem Eintreten derselben in die äussere und innere Kapsel der entgegengesetzten Seite als eine vollkommen irrthümliche zu bezeichnen und durch die zwei Fälle von Onufrowicz (Forel) und Kaufmann über Gehirne mit Balkenmangel vollständig widerlegt (s. Onufrowicz

im Arch. f. Psychiatrie Bd. XVIII S. 323 und Kaufmann ebenda Bd. XIX S. 235).

Dass ein unregelmässiger Verlauf der Balkenfasern beim Menschen sich findet, kann ich ebenfalls bestätigen und sieht man namentlich an Frontalschnitten oft einen schiefen Verlauf von Bündeln, wie wenn dieselben sich kreuzten. Noch mehr aber und deutlicher springen, vor allem an Sagittalschnitten, perforierende Fasern in die Augen, wie die Figur 7 dieselben darstellt. Der-

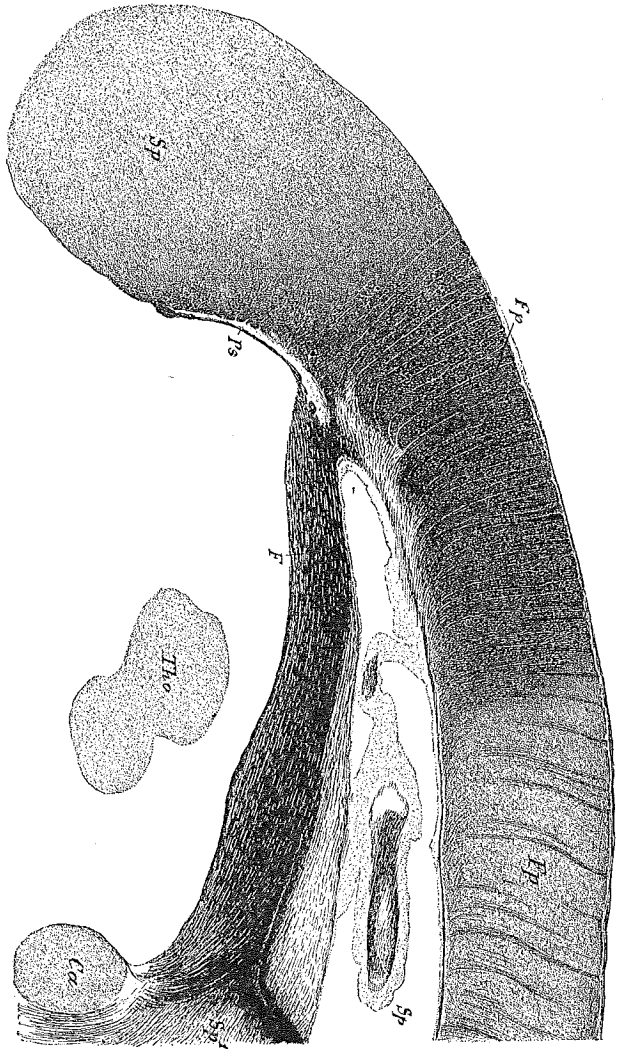


Fig. 7.

Sagittalschnitt eines Teiles des menschlichen Gehirnes. 3:1. Weigert. *Ca* Commissura anterior; *F* Körper des *Fornix*; *Fp* durchbohrende Faserbündel im Balken; *Ps* *Posteriorum* s. *Ligra*; *Sp* *Septum pellucidum*, z. T. direkt, z. T. die sehr grosse Höhlung desselben angeschnitten; *Sp¹* *Pedunculus septi*; *Tho* leicht angeschnittener *Thalamus opticus*; *Sp²* *Splenium*.

selbe stammt von dem medialen Teile des Balkens, der an seiner dorsalen Fläche die Striae Lancisii trägt, von denen die eine, jedoch ohne Bezeichnung von den Buchstaben *Fp* an nach vorn zu dargestellt ist. Abgesehen von Splenium (*Sp*), in dem allerdings an dem nicht ganz dünnen Schnitte keine durchbohrenden Fasern wahrgenommen wurden, fanden sich solche vom vorderen Ende des Psalterium (*Ps*) an in dem ganzen vorderen Teile des in der Figur dargestellten Balkenstückes. Ihr Auftreten entspricht zugleich auch der Stelle, wo die Säulchen des Fornix (*F*) vom Balken abtreten und das hinterste Ende des Septum pellucidum, das in diesem Falle weit nach hinten reicht, zwischen Fornix und Balken sich einschiebt.

An dieser Stelle ihres ersten Auftretens stellen die Fibrae perforantes dünne Faserbündel oder besser gesagt Faserplatten dar, die fast senkrecht den Balken durchbohren und nur an ihrem ventralen Ende nach vorn sich umbiegen. Weiter nach vorn nehmen die Fibrae perforantes zum Teil eine stärkere Umbiegung an ihrem ventralen Teile an, zum Teil zeigen dieselben, wie die Figur es darstellt, schwach S-förmige Biegungen. Bezüglich auf ihr sonstiges Verhalten, so sind die Fibrae perforantes hinten zahlreicher aber ihre Platten dünner, vorn spärlicher aber dicker. Im Mittel betragen die Dicken 20—50—100 μ . Wie diese durchbohrenden Fasern bei stärkerer Vergrößerung an ganz feinen Schnitten Weigert'scher Präparate sich ausnehmen, lehrt die ohne weitere Erklärung verständliche Figur 8.

Wie verhalten sich nun diese Fibrae perforantes in verschiedenen Gegenden des Balkens, wohin ziehen dieselben und woher stammen sie? Fragen, auf die ich für einmal nur teilweise eine Antwort geben kann, da mir die zu deren Erledigung unumgänglich nötigen Serien ganz feiner Balkendurchschnitte vorläufig nicht zu Gebote standen. Was ich an einer Serie von Sagittalschnitten, wie derjenige der Fig. 7, und zwei Serien von Frontalschnitten, entsprechend dem der Fig. 9, Weigert'scher Präparate des Erwachsenen zu finden vermochte, ist folgendes:

I. Verhalten der Fibrae perforantes in verschiedenen Gegenden des Balkens.

Im Splenium des Corpus callosum gelang es mir bisanhin noch nicht durchbohrende Fasern zu finden, wie bereits angegeben wurde.

Im Körper des Balkens vom Psalterium an finden sich dieselben soweit als auf der dorsalen Seite des Balkens die beiden Striae Lancisii sich erstrecken und an der ventralen Seite das Septum pellucidum und der Körper des Fornix mit dem Balken verwachsen sind. Weiter lateralwärts im Bereiche der Fimbria und da, wo der Balken den lateralen Teil des Thalamus und den Nucleus caudatus deckt, fehlen dieselben. Am Genu corporis callosi finden sich eben-

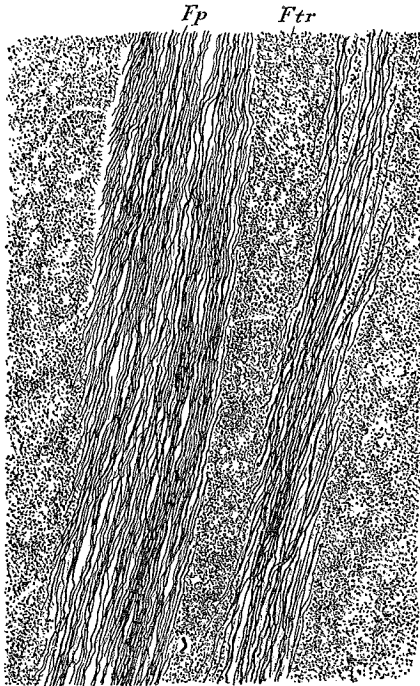


Fig. 8.

Ein kleiner Teil des Balkens der Fig. 7 in einem feineren Schnitte. Gez. bei Syst. VII, Oc. I, kurz. Tubus eines Leitz, Weigert. *Fp* *Fibrae perforantes*; *Ftr* *Fibrae transversales*.

falls perforierende Fasern und hier fiel mir auf, dass dieselben an mehr seitlichen sagittalen Schnitten in ungemein grosser Zahl sich fanden, so dass dieselben unmöglich auf die Striae Lancisii bezogen werden konnten. Dieser Reichtum an perforierenden Fasern fand sich jenseits des Septum und der grossen Hirnspalte, jedoch noch im Bereiche des Vorderhornes.

II. Beziehungen der Fibrae perforantes zu den oberhalb des Balkens gelegenen Teilen oder Verlauf der dorsalen Enden derselben.

Das dorsale Ende der Fibrae perforantes führt in erster Linie auf die Striae longitudinales mediales oder die Striae Lancisii des Balkens. Diese Striae sind erst in neuerer Zeit genauer untersucht worden und zwar von Golgi. Doch gelang es demselben nicht, die Zellen derselben zu versilbern und beschränkt er sich daher auf eine allgemeine Darstellung der Lagerung und Grösse der betreffenden Elemente beim Menschen (Organi centrali Taf. XXIV, Fig. 4 und 5). Neben den Zellen fand sich in den meisten Gegenden ein oberflächliches und ein tiefes Lager von längs verlaufenden Nervenfasern, welche die graue Substanz zwischen sich fassten und in der Mitte zwischen beiden Striae untereinander zusammenhingen.

Nach Golgi erwähne ich Henle, der (Nervenlehre S. 316, Fig. 218) einige Mitteilungen über den Bau des Anfanges der Fascia dentata, in welche die Stria Lancisii übergeht, nämlich der Fasciola cinerea, bringt: Dieselbe beginne auf der oberen Seite des Balkens als ein plattes Längsbündel von 0,75 mm Mächtigkeit, werde aber schon an der unteren Fläche das Splenium zu einem 1,0 mm hohen Wulste, dessen Volumenzunahme durch graue Substanz bedingt sei, deren Elemente in der Tiefe zahlreich, spindelförmig und in der Richtung der Faserung des Wulstes verlängert, weiter nach aussen mehr zerstreut und sternförmig seien. Nahe an der Oberfläche und parallel derselben erscheine am hinteren sanften Abhange des Wulstes ein plattes Band kleiner, dicht gedrängter Elemente von $12\ \mu$, welches unzweifelhaft der Anfang der Körnerlage der Fascia dentata sei, während die tieferen Zellen der Endplatte der Ammonshörner entsprechen.

Weiter sind die Beobachtungen von Giacomini, Zuckerkandl, Blumenau und S. Ramón y Cajal zu erwähnen.

Giacomini hat bei einer sehr sorgfältigen Untersuchung der Ammonshörner des Menschen an verschiedenen Schnittreihen (Fascia dentata del Grande Hippocampo nel cervello umano in Giorn. d. R. Accad. di Medic. di Torino fasc. 11—12, 1883, 71 S. 3 Tafeln) auch den Uebergang der Stria medialis in die Fasciola cinerea und die Fascia dentata beschrieben und wie Henle nachge-

wiesen, dass bereits in der *Fasciola cinerea* die Anfänge der Körnerzellen der *Fascia dentata* sich finden (S. 53 u. ff. Fig. 11 F). Nach *Giacomini* hängen die *Striae mediales* beider Seiten durch eine sehr dünne Lage grauer Substanz zusammen, und würde daher, da die *Striae* eine Fortsetzung der grauen Hirnrinde darstellen, der Zusammenhang der Rinde beider Seiten nirgends unterbrochen sein.

Zuckerkandl gibt eine genaue Beschreibung der auf dem Balken liegenden Bildungen, betrachtet ebenfalls beide *Striae*, wie *Giacomini*, als der medialen Wand der Hemisphaere angehörig und lässt dieselben aus dem dorsalen Teile des fötalen Randbogens sich bilden. Beim Menschen variieren die beiden Streifen sehr und können unter Umständen einen wahren *Gyrus supracallosus*, eine dicke graue Rindenplatte auf dem Balken bilden, in welchem die beiden *Striae* als verdickte Stellen hervortreten, die sämtliche Schichten des *Gyrus fornicatus* zeigen, während in den Zwischenzonen die Schicht der kleinen Pyramiden fehlt. Aus Versehen lässt Zuckerkandl die *Stria lateralis* und nicht die *Stria medialis* in die *Fascia dentata* übergehen.

Blumenau hat bei seinen Untersuchungen über die Entwicklung des Balkens (*Arch. f. mikr. Anat.* Bd. 37, 1893 S. 1—15, Taf. I) auch den Bau der *Striae* berücksichtigt und wesentlich dasselbe gefunden, wie *Giacomini*. Da Blumenau die Balkenfasern nicht aus der Bogenfurche hervorgehen lässt (siehe Martin, Bogenfurche und Balkenentwicklung bei der Katze, Jena 1894), so ist ihm auch entgangen, dass die *Striae longitudinales* aus dem oberen Randbogen sich entwickeln und somit vor der Balkenbildung schon in der Anlage vorhanden sind. In Betreff des vorderen Endes der *Striae Lancisii* sagt Blumenau, dass die Verbindung derselben mit dem *Tuber olfactorium* auf zwei Wegen zu Stande komme. Erstens gehe die tiefere Schicht derselben vom vorderen Ende des *Rostrum* an in die weisse Substanz des Teiles des *Gyrus frontalis I* über, welcher an der medialen Seite der Hemisphaere liege und nach rückwärts mit dem *Gyrus cinguli s. fornicatus* zusammenhänge. Durch Vermittlung dieser Frontalwindung, also indirekt, verbinden sich die *Striae* mit den Riechlappen. Zweitens giebt es einen direkten Zusammenhang des letzteren mit den oberflächlichen *Sagittalfasern* des *Rostrum*, die am Rande der

genannten Frontalwindung in den medialen Riechstreifen übergehen.

S. Ramón betont, dass seine Untersuchungen noch wenig ausgedehnt seien und dass es ihm nur gelungen sei, einige Zellen und Fasern der Stria medialis, der einzigen, die bei kleinen Säugern (Mäusen, Ratten, Kaninchen) nachweisbar sei, zu färben. Bei diesen Tieren seien die Striae mediales im Frontalschnitte verschmolzen, im ganzen dreieckig und zeigen drei besondere Lagen, eine oberflächliche, die Molekulärlage, eine mittlere aus Zellen gebildete und eine tiefe weisse. Die Zellen, die zu drei und vier übereinander stehen, sind alle senkrecht, ei- oder spindelförmig, wie in der Hirnrinde, oberflächlich kleiner, in der Tiefe grösser. Ihre absteigenden Axonen wandeln sich in der Tiefe der weissen Lage in longitudinale Elemente um, über deren Verlaufsrichtung Ramón keine Angaben macht. An Längsschnitten erkennt man, dass diese Fasern aufsteigende Collaterales abgeben, die in den oberen und mittleren Teilen der Striae mit reichen und stark varicösen Enden ausgehen. In den tieferen und mittleren Teilen der Striae finden sich ausserdem longitudinale Elemente mit noch bedeutenderen Schlängelungen und Varicositäten, die nach Abgabe sehr zahlreicher Aestchen sich erschöpfen (Fig. 12 c), über deren Bedeutung Ramón sich nicht ausspricht und die ich für Enden von centripetalen Elementen halte.

In der Molekulärlage der Striae kommen die Enden der eben beschriebenen Fasern, die Collateralen der Axonen der Zellen der mittleren Lage und die Dendriten der letzteren zusammen, um ein Stratum zonale zu bilden, dessen Elemente vorwiegend longitudinal verlaufen und einzelne Cajal'sche Spindelzellen wie die normale Hirnrinde, zwischen sich enthalten.

Soweit die bisherigen Beobachtungen, denen ich nun noch an der Hand der Fig. 9 einige Mitteilungen über den Menschen beifügen kann, bei dem ich allerdings die Striae des Balkens bis jetzt nur an Weigert'schen Präparaten verfolgt habe. Die Striae mediales sive Lancisii waren überall gut ausgebildet und bestanden aus einem Kerne grauer Substanz mit vielen senkrecht gestellten länglichen Zellen und aus einer oberflächlichen und tiefen Lage weisser Substanz. Fast überall waren diese Striae durch einen mittleren Zug weisser Substanz verbunden, von dem gleich weiter

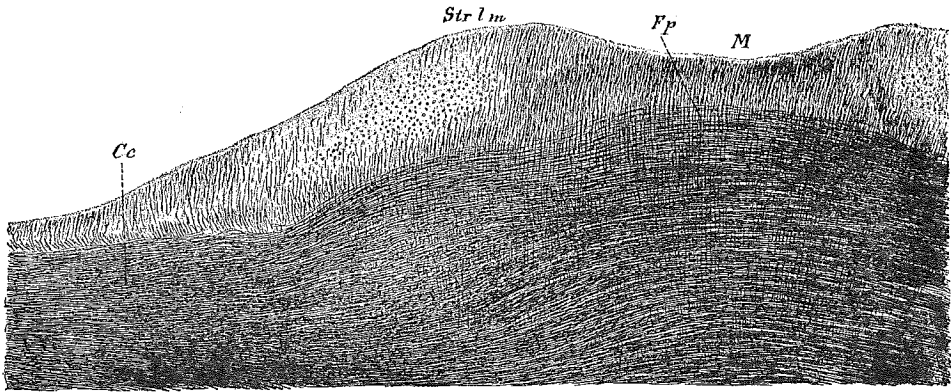


Fig. 9.

Ein Teil der Oberfläche des Balkens der Fig. 10 stärker vergrößert. *Cc* Corpus callosum; *Fp* von dem Faserbündel *M* ausgehende *Fibrae perforantes*; *M* mittlerer Faserbündel zwischen beiden *Striae*; *Str l m* Die eine *Stria longitudinalis medialis* mit Zellen und Fasern.

die Rede sein wird. *Striae laterales* waren an meinen beiden Serien von Frontalschnitten wenig ausgebildet und meist gar nicht abzugrenzen gegen die Längsfasern des Gyrus fornicatus im Sinus Corporis callosi.

Untersucht man nun den Faserverlauf der *Striae mediales* genauer, so stellt sich bald heraus, dass dieselben bestimmte Beziehungen zu den *Fibrae perforantes* der Balken haben. An denselben fand sich nämlich an vielen Orten eine solche Anordnung ihrer markhaltigen Fasern, dass die Elemente der tiefen, an die Querfasern des Balkens stossenden Faserschicht alle senkrecht standen und mehr oder weniger tief in die grauen Fasern hinein zu verfolgen waren. Noch auffallender war dieses Verhalten in der mittleren rein weissen Platte, die zwischen den beiden *Striae* sich findet (Fig. 9 *M*). Diese Platte bestand teils aus vertikalen, teils aus longitudinalen Elementen und liessen sich erstere an vielen Schnitten weit zwischen die Balkenfasern in die Tiefe hinein verfolgen (Fig. 9 *Fp*).

Schwieriger als die Beobachtung dieser von den *Striae Lancisii* abstammenden perforierenden Elemente ist es, die letzte Herkunft derselben nachzuweisen. Eine Quelle derselben erscheint mir zwar als sicher, und das sind die Axonen der Zellen des grauen Kernes

der Striae, die ja nach den oben mitgetheilten Angaben von S. Ramón alle absteigend gegen den Balken zu verlaufen. Zwar sah S. Ramón beim Kaninchen, an dem er seine Beobachtungen anstellte, die Axonen der betreffenden Zellen später alle longitudinal dahinziehen, da jedoch dieser Forscher den Fornix longus von Forel und dessen durchbohrende Fasern nicht erwähnt, so halte ich es doch für möglich, dass er dieselben übersehen hat. Ob nun die erwähnte Ursprungsquelle, wenn dieselbe sich als begründet ergäbe, im Stande wäre, alle durchbohrenden Fasern zu decken, ist doch in hohem Masse zweifelhaft, und fragt es sich somit, ob nicht noch andere Möglichkeiten der Herleitung der genannten Fasern vorliegen. Und dem scheint in der That so zu sein, wie das Folgende lehren wird. Die Striae Lancisii enthalten ausser zelligen Elementen und ihren Axonen eine grosse Menge von longitudinal verlaufenden markhaltigen Fasern. An Längsschnitten des Balkens, die die Striae treffen, beobachtet man nicht selten, dass diese Längsfasern mit einem Teile ihrer Elemente in die perforierenden Bündel übergehen, eine Wahrnehmung, die auch durch frontale Schnitte bestätigt wird, indem an diesen senkrecht in die Querfasern des Balkens eindringende Elemente nicht in allen, sondern nur in bestimmten Schnitten zur Beobachtung kommen. So kam ich schliesslich für einmal zu der Annahme, dass, wie oben schon angegeben, die perforierenden Balkenfasern in Form von dünnen Querblättern mit senkrechtem Faserverlaufe angeordnet sind und dass es wahrscheinlich vor allem die longitudinalen Elemente der Striae Lancisii sind, welche diesen Fasern den Ursprung geben. Da jedoch die Striae nach vorn zu nicht wesentlich an Mächtigkeit abnehmen, mit Ausnahme der Gegend des Rostrum, so müssten vielleicht doch die Axonen der Zellen der grauen Substanz der Striae herbeigezogen werden, die nach S. Ramon zwar longitudinal verlaufen, aber ebenso wie die andern Längsfasern der Striae an der Bildung der durchbohrenden Fasern sich beteiligen könnten.

III. Endigungen der perforierenden Fasern an der ventralen Seite des Balkens.

An der ventralen Seite des Balkens von der Insertion des Corpus fornicis und vom vorderen Ende des Psalterium an bis in die Concavität des Balkenkniees finden sich longitudinale Faser-

züge, welche sowohl in die *Laminae medullares septi pellucidi* einstrahlen, als auch von der dorsalen Seite her an den Körper des Fornix sich anlegen.

Verfolgt man die Herkunft dieser Fornix- und Septumfasern, so ergibt sich, dass dieselben alle von Faserbündeln abstammen, die den Balken durchbohren. An der ventralen Fläche desselben treten alle diese Bündel mit einer Umbeugung nach vorn, teils an die Balkenfläche selbst, teils gehen dieselben sofort in den Fornix oder das Septum ein, in welchem letzteren sie dann convergierend gegen den *Pedunculus septi* zu verlaufen.

Verfolgt man beim Menschen die Verbindungsstelle des Septum mit dem Balken in den vorderen Teilen genauer an Frontalschnitten (Fig. 10), so findet man allerwärts eine sehr innige Vereinigung der beiden weissen Septumblätter mit der unteren Fläche des Balkens, die nicht einfach durch Apposition, durch ein Sichaneinanderlegen der betreffenden Teile sich macht, vielmehr auf einer innigen Verflechtung der beiderlei Teile beruht, und zwar kommen die vertikal verlaufenden Septumfasern wie aus dem

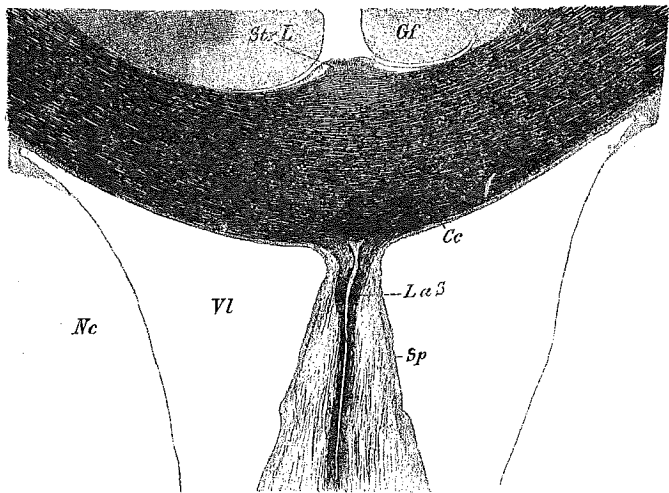


Fig. 10.

Frontalschnitt durch den Balken und Anexa des Menschen. 3 : 1. Weigert. Ce Balken; Gf *Gyrus fornicatus*; LaS weisse Blätter des Septum; Nc *Nucleus caudatus*; Sp *Septum graue Platte*; StrL *Striae Lancisii*; Vl *Vorderhorn des Ventriculus lateralis*.

Balken heraus. An feineren Schnitten sieht man dann leicht, dass die medialen Septumfasern, die queren Balkenfasern kreuzend und durchbrechend, aus dem Innern der Balkenmitte herauskommen, während die lateralen Elemente der Scheidewand von den seitlichen Teilen des Balkens herkommen und zum Teil wie als direkte Fortsetzung der Balkenfasern erscheinen. An geeignet dünnen Schnitten ergibt sich dann aber auch hier, dass die betreffenden Fasern ebenfalls aus dem Innern des Balkens stammen und die queren Fasern desselben in mehr schiefer Richtung kreuzen. Die Erklärung dieser Thatsachen vermag ich noch nicht zu geben. Einmal könnte man daran denken, diese vorderen Septumfasern, ebenso wie die hinteren Fasern desselben, aus dem Septum in und durch den Balken in die Striae Lancisii übergehen und mit diesen rückwärts in die Fascia dentata und das Ammonshorn laufen zu lassen. In diesem Falle würde der Ursprung des Riechbündels des Septum, in die Substantia perforata antica und das Tuberculum olfactorium und das Ende in das Ammonshorn verlegt. Eine andere Möglichkeit wäre die, auch die Septumfasern und nicht nur die Fornix longusfasern von den Striae Lancisii abzuleiten, und den Ursprung aller perforierenden Balkenfasern in das Ammonshorn zu setzen, zwischen welchen beiden Möglichkeiten noch die in der Mitte liegt, dass die Septumfasern im Tuberculum olfactorium entspringen, die Fornix longusfasern dagegen im Ammonshorn.

In so schwierigen Fragen ist es gut, alle Möglichkeiten ins Auge zu fassen, und so will ich dann noch erwähnen, dass ich auch daran gedacht habe, ob nicht, wie bei den Säugern, auch der Gyrus fornicatus selbst und nicht nur seine schwachen Ableger auf der Balkenoberfläche an der Bildung der durchbohrenden Fasern beteiligt seien oder vielleicht gar das Cingulum. Andeutungen der Art glaube ich bei den tiefsten Teilen des genannten Gyrus in der Balkenfurche gesehen zu haben, vermochte jedoch bis jetzt keine ganz beweisenden Präparate zu gewinnen. Zu betonen ist übrigens doch, einmal dass die grosse Ausdehnung in der Breite der Verbindung des Corpus fornicis und des Septum mit dem Balken eher für ausgedehntere Ursprünge der perforierenden Fasern spricht, als die Striae Lancisii zu decken im Stande sind, und zweitens, dass das oben erwähnte Verhalten der Fibrae perforantes in der Gegend des Balkenkniees ebenfalls mit grosser Wahr-

scheinlichkeit für eine Herkunft derselben vom Gyrus fornicatus zeugt.

Sei dem nun wie ihm wolle, so glaube ich jedenfalls durch die hier mitgeteilten Thatsachen das Vorkommen eines Fornix superior s. longus beim Menschen nachgewiesen zu haben, der wie bei Tieren den Balken durchbohrt und sicher von Teilen herkommt, die mit dem Gyrus fornicatus eine Vergleichung zulassen. Durch die Ausstrahlung dieser Fasern im Septum, durch ihre Beziehungen zum Fornix inferior und, vermittelt der Striae Lancisii, zur Fascia dentata ergeben sich diese Fasern auch hier als Teile der Riechbahn, wenn dieselben auch wohl beim Menschen, der geringeren Entwicklung seines Geruchsinnens entsprechend, nicht dieselbe Entwicklung erlangen, wie bei den makrosomatischen Geschöpfen.

Es erübrigt nun über einige Andeutungen zu berichten, die zum Teil vor mir, zum Teil gleichzeitig und unabhängig von anderer Seite über einen Fornix longus beim Menschen gemacht wurden. Honegger erwähnt (S. 319), dass er bei Durchmusterung einer Querschnittsreihe des menschlichen Balkens nach Kreuzungsbündeln eines Fornix longus — die übrigens bei Tieren nicht vorkommen (s. m. Gewebelehre, 6. Aufl., II, S. 782) — hierüber keine Gewissheit erlangen konnte. Er sah freilich im Splenium des Balkens als auch weiter vorn Bündel, die mehr schief und sich kreuzend durch denselben zu ziehen schienen. Es finden sich aber solche Bündel nicht nur in der ventralen Abteilung, wo der Fornix longus liegen sollte, sondern es zeigt auch in der dorsalen Abteilung des Balkens die Faserung vielfach keine rein transversale Richtung. Dagegen sah Honegger in mehr frontalen Schnittebenen, wo das Corpus fornicis bereits durch eine Lage grauer Substanz, das hintere Ende des Septum, von der Balkenunterfläche getrennt ist, an letzterer mehr in Querschnitten getroffene Bündel sich ansammeln, welche dann durch diese graue Schicht zu den Fornixsäulen treten. Diese Angaben sind so unbestimmt und enthalten auch nichts über den Balken durchbohrende Fasern, dass man wohl sagen darf, dass Honegger den Fornix longus des Menschen nicht gesehen hat. Etwas anders verhält es sich mit neuesten Angaben von G. Elliot Smith (*The Morphology of the true Limbic Lobe, Corpus callosum, Septum pellucidum and*

Fornix in Journ. of Anatomy, Vol. XXX, pag. 157—167 und pag. 185—205, mit 17 Holzschnitten, de dato Sidney, 2. Aug. 1895), der mit kurzen Worten sagt, dass auch „in the placental mammals numbers of non crossing fibres from the hippocampus, in the region of the splenium, pass through the fornix commissure, splenium and body of the fornix to enter the septum pellucidum, just as they pass through the fornix commissure in the non placental mammals. These fibres, which Ganser, Koelliker, Beevor, and Vogt have described (but whose presence Honegger and Meyer have denied) are readily seen in the human brain.“ Weiter wird dann noch das „olfactory bundle“ der Fascia dentata erwähnt, das einen Teil der Stria longitudinalis medialis bilde, und gesagt, dass andere Fasern, die zum „precommissural system“ des Hippocampus gehören, in das Septum pellucidum eintreten und von diesem aus den Balken durchbohren, um zur Stria Lancisii zu gelangen. Auch Teile des Faserzuges des Cingulum gehören nach Elliot Smith ebenfalls zum System des Fornix, doch seien deren Homologien noch zweifelhaft.

Aus diesen, wenn auch kurzen und von keinen Abbildungen begleiteten Bemerkungen ist doch ersichtlich, dass Elliot Smith und ich auf derselben Fährte uns befinden, was nur geeignet sein kann, die Glaubwürdigkeit unserer Angaben zu erhöhen.

Lugano, am 11. April 1896.
