

Bogenfurche und Balkenentwicklung bei der Katze.

Von

Paul Martin,

Prof. an der Tierarzneischule Zürich.

Mit Tafel II und 13 Figuren im Text.

Einleitung.

Die vorliegende Arbeit gliedert sich in zwei Teile, von denen der erste die Entstehung und Umbildung der Bogenfurche bei der Katze, der zweite die Entwicklung des Balkens behandelt. Beide Teile stehen in Zusammenhang dadurch, daß der Balken einem Abschnitte der Bogenfurche entlang läuft und Fasern von Zellen bezieht, welche in der Umgebung dieser Furche gelegen sind.

Die Entstehung der Bogenfurche sowohl, wie auch die des Balkens sind beim Menschen und anderen Säugern schon mehrfach untersucht worden, und über den Balken liegen noch Untersuchungen bei niederen Wirbeltieren vor. Zwischen Katze und Mensch bestehen jedoch so bedeutende topographische Verschiedenheiten, daß der Versuch gerechtfertigt erscheint, die für vergleichende Betrachtungen einheitlichen Gesichtspunkte herauszusuchen. Und es finden sich deren in der That, wenn man die Entwicklung der Bogenfurche von Anbeginn an verfolgt.

Die **Bogenfurche** der Katze unterscheidet sich von der des Menschen sehr wesentlich in folgenden Dingen: Am ausgebildeten Katzengehirne, wie auch schon bei etwas älteren Embryonen fehlt der Nasalteil der beim Menschen so deutlichen „vorderen Bogenfurche“ (His) fast ganz, der hintere Abschnitt dieser Furche, welcher dorsal von der Balkenanlage hinzieht, bildet hingegen mit

einer Parallelfurche zusammen die Fissura supracallosalis. Die „hintere Bogenfurche“ oder Ammonshornfurche reicht im fertigen Zustande bei der Katze nur bis an die Ventralfläche des Splenium corporis callosi heran, während sie beim Menschen kaudal an diesem vorbei und dem Balken dorsal entlang läuft.

Am **Balken** liegt der Hauptunterschied zwischen Katze und Mensch in der bedeutenden kaudalen Ausdehnung des Corpus callosum selbst und des Septum pellucidum bei letzterer. Während das Splenium des Menschen seitlich unmittelbar an den Gyrus dentatus sich anschließt, biegt sich dieser Balkenteil bei der Katze viel weiter kaudal aus und drängt in gleicher Weise den hier gelegenen Abschnitt der Bogenfurche nach rückwärts. Letztere wird dadurch sehr häufig vollkommen unterbrochen, so daß in solchen Fällen zwischen der dorsal am Balken hinlaufenden Fissura supracallosalis und der Fiss. hippocampi gar kein Zusammenhang mehr besteht.

Die meisten dieser Verschiedenheiten springen dem kundigen Beobachter ohne weiteres in die Augen; meine Aufgabe wird es sein, klarzulegen, wie sie entstanden sind.

Technik.

Die Ausführung der Arbeit betreffend sei folgendes eingeschaltet:

Den Stoff zu den Untersuchungen lieferten Katzenembryonen, deren jüngste von 1,3 cm größter Länge die ersten Anfänge der Bogenfurche zeigen. Von hier bis zu Embryonen von 13,5 cm größter Länge ist die Reihe vollkommen zusammenhängend. Der Vollständigkeit halber zog ich auch noch ältere und selbst ausgewachsene Tiere mit in den Rahmen der Besprechung.

Ein Teil der Gehirne wurde mit Lupenvergrößerung gezeichnet (s. Tafel). Fünfundzwanzig Gehirne aber wurden mit Boraxkarmin gefärbt, in Quer- und Sagittalschnittserien zerlegt und eine Anzahl derselben durch die Plattenmodellierungsmethode plastisch vergrößert. Dabei ergab sich, daß man vor der wissenschaftlichen Verwertung von Kunsterzeugnissen auf der Hut sein muß, wie solche durch die Härtung des noch außerordentlich weichen, embryonalen Gehirnes entstehen können. Es bilden sich manchmal Falten und Furchen, die morphologisch gar nicht vorhanden sind. Ebenso können aber auch thatsächlich vorkommende Furchen eine künstliche Abflachung oder Vertiefung erfahren, und alles das wird dem Beobachter um so gefährlicher, je mehr das Kunsterzeugnis mit der Wirklichkeit übereinstimmt. Serien, welche solche Mängel aufwiesen ¹⁾, wurden bei der Untersuchung gar nicht berücksichtigt und sind in den oben genannten 25 nicht eingeschlossen.

1) Es sind im ganzen drei.

A. Die Bogenfurche.

Aus den Worten von His in seiner Arbeit über die Entwicklung des menschlichen Vorderhirns geht hervor, daß die Geschichte der Bogenfalte und ihrer Beziehungen zur Bildung des Corpus callosum, Septum pellucidum und Ammonshornes schon längst weiteren Kreisen bekannt ist, weshalb ich hier auf das Bekannte nicht näher eintrete. His selbst ergänzt die früher gefundenen Thatsachen durch neue. Nach seiner Darstellung entsteht an der medialen Fläche des Riechlappens als tiefer Einschnitt die *Incisura prima*, welche sich als „vordere Bogenfurche“ scheidelwärts emporzieht, ohne jedoch die hintere Bogenfurche zu erreichen. Sie endet vielmehr, allmählich seichter werdend, vor der Adergeflechtfurche. Die „hintere Bogenfurche“ oder Ammonsfurche legt sich ebenfalls schon früh als seichte Rinne in dem Teile der Hemisphärenwand an, welcher die Seitenfläche des Sehhügels deckt. Durch die vordere Bogenfurche wird die mediale Wand des Riechlappens in den vorderen Riechlappen oder Bulbusteil des Riechlappens und den hinteren Riechlappen getrennt, welche beide hohl sind und den Boden des Vorderhornes der Großhirnkammer bilden. Mit fortschreitender Vertiefung der Bogenfurche verengt sich der zwischen beiden Teilen dieser Höhlung des Riechlappens vorhandene Verbindungsgang.

Bei älteren Embryonen scheidet nach His die breit angelegte Bogenfurche den peripheren Streifen des Mantelgebietes von einem inneren Kerngebiete (BURDACH). Das zwischen Bogenfurche und Grenzsäum des Hemisphärenhirns gelegene Feld der medialen Großhirnwand, welches den Randbogen enthält, zerfällt aber durch eine Knickung des Limbus (Grenzsäum) in eine untere (nasale) und eine obere (kaudale) Abteilung. Da von der oberen Abteilung das Adergeflecht abgeht, nennt His dieselbe *Area chorioidea* des Randbogens, die untere Abteilung bezeichnet er als *Area trapezoides*. Das Trapezfeld ist nach vorn vom unteren Ende der Bogenfurche, nach hinten von der *Lamina terminalis* begrenzt, oben umzieht dasselbe ein sichelförmig gekrümmter Saum (*Schnabelbogen*, *Arcus rostri*), unten geht es in den hinteren Riechlappen über.

So weit His über die Bogenfurche des Menschen, und nun meine Befunde bei der Katze.

Auch bei diesem Tiere entstehen vordere und hintere Bogenfurche getrennt, um sich später zu einer zusammenhängenden Rinne zu verbinden, an welcher man aber deutlich einen Nasal- und Kaudalabschnitt unterscheiden kann ¹⁾.

1) In diesem Sinne ist die Bezeichnung Nasal- und Kaudalabschnitt der Bogenfurche in meiner zweiten Mitteilung im Anatomischen Anzeiger, Bd. IX, Nr. 15 aufgefaßt.

Die vordere Bogenfurche

bemerkte ich zuerst auf Schnittserien von 1,3 cm langen Katzenembryonen. Sie tritt ziemlich später auf als die Adergeflechtfalte, welche schon bei 0,9 cm langen Föten vorhanden ist und zur Zeit der beginnenden Eintiefung der Bogenfurche bereits starke Kräuselungen ihrer Wand aufweist.



Fig. 1. Schiefschnitt durch das Gehirn eines 1,5 cm langen Katzenembryo.

Beim Embryo von 1,5 cm größter Länge reicht die vordere Bogenfurche bis in das Gebiet der Adergeflechtfurche, indem sie sich vom Riechlappen aus so weit dorsokaudal verlängert hat, daß sie (allmählich sich abflachend) eine Strecke weit mit letztgenannter Furche parallel läuft.

Ahnlich so verhält es sich beim Katzenfötus von 1,6 cm größter Länge. Die vordere Bogenfurche entspricht hier in ihrer Ausdehnung ungefähr der von His auf Taf. I, Fig. 8 abgebildeten. Berücksichtigt man dabei den Entwicklungsgrad des übrigen Gehirnes (Taf. II, Fig. 1 dieser Arbeit), so ist die Furche bei der Katze verhältnismäßig weniger weit vorgeschritten, und erfährt ihr Anfangsteil am Riechkolben niemals die bedeutende Vertiefung wie beim Menschen. Doch wird auch bei der Katze der Riechlappen durch die Furche in einen nasalen und kaudalen Teil getrennt, von denen der erstere in den kleinen, zipfelartig ventral sehenden Bulbus olfactorius ausläuft.

In der nun folgenden Zeit wird die Form der vorderen Bogenfurche ganz wesentlich durch den Richtungswechsel und die Vergrößerung des Bulbus olfactorius beeinflusst, welcher sich nasal verlängert, so daß seine Spitze beim Embryo von 2,2 cm größter Länge sich um einen rechten Winkel in nasaler Richtung gegenüber dem vorigen Embryo (1,6 cm) verschoben hat. Jetzt erscheint der Bulbus als das verlängerte Ende einer Windung, welche von dem auswärts der Bogenfurche gelegenen Teile des Gehirnmantels gebildet wird. Indem aber diese Windung bei ihrem Übergange in den Riechkolben sich mehr und mehr kaudalwärts auswölbt, wird der dort gelegene Teil der Bogenfurche abgeflacht, so daß diese schon beim Embryo von 2,9 cm Länge in zwei Abschnitte getrennt ist. Das ursprüngliche ventronasale Anfangsstück der Furche scheidet die beiden Teile des Riechlappens von

einander, während das abgeflachte Mittelstück als seichte Rinne die Verbindung zum dorsokaudalen Endabschnitte der vorderen Bogenfurche herstellt. Dieser letztere ist ziemlich tief und breit und läuft in spitzem Winkel auf den Limbus des Hemisphärenmantels zu, um dort, wo dessen Knickung liegt, in die breite Bogenmulde überzugehen.

(Als Bogenmulde bezeichne ich die flache, rinnenartige Vertiefung der Medialfläche des Lobus temporalis, welche der Hervorwölbung des Thalamus opticus entspricht und in deren ventralem Ende die „hintere Bogenfurche“ zuerst auftritt.)

Einige Zeit hindurch verändert sich nun die vordere Bogenfurche wenig (Taf. II, Fig. 2), so daß beim Embryo von 3,4 cm größter Länge das Bild im wesentlichen noch dasselbe ist. Beim 3,5 cm langen Fötus beginnen jedoch auch Anfangs- und Endteil dieser Furche sich abzufachen, und schon beim 4 und 5 cm langen Embryo bilden beide nur noch flache Mulden, wie das aus Fig. 3, Taf. II hervorgeht.

Das im Riechlappen gelegene Anfangsstück bleibt von nun ab auch zeitlebens abgeflacht, während der dorsal vom Balken gelegene Endteil sich nochmals vertieft.

Das Schicksal dieses Endabschnittes der vorderen Bogenfurche bei der Katze ist von ganz besonderem Interesse.

Beim Embryo von 5 cm Länge, wo schon ein Balken von keulenförmiger Medianschnittfläche vorhanden ist, besteht zwischen dem Anfangs- und Endteile der vorderen Bogenfurche eine so ausgedehnte Unterbrechung, daß man den letzteren eher als Nasalende der hinteren Bogenfurche zu betrachten geneigt ist, wie ich das auch in meinen ersten Mitteilungen im Anatomischen Anzeiger that. Daß dem nicht so ist, haben wir gesehen, denn die Verbindung der vorderen Bogenfurche mit der hinteren ist auch bei der Katze erst sekundärer Natur, wie beim Menschen.

Es zieht sich nun das Endstück der vorderen Bogenfurche in geringer Entfernung um der Balkenanlage entlang und bleibt auch in Zukunft trotz zeitweiliger Abflachung dessen Begleiterin (Fig. 4, Taf. II). Balken und Bogenfurche schmiegen sich in ihrer Form so aneinander, daß letztere beim Embryo von 10 cm Länge denselben Haken bildet, wie dieser. Das ventrale Endstück des Hakens geht dabei natürlich in die hintere Bogenfurche über (Fig. 5, Taf. II). Zwischen Balken und Bogenfurche liegt ein schmaler Streifen Rindenmasse, die Anlage der Striae longitudinales laterales.

Diese letzteren aber sind beim 10 cm langen Embryo (Fig. 6, Taf. II) und auch noch kurze Zeit später durch eine seichte Rinne jederseits vom Balken abgesetzt, deren Kaudalteil bald Bedeutung gewinnt. Ich will diese Rinne als seitliche Balkenfurche bezeichnen und sofort betonen, daß sie die Striae laterales von den Striae mediales trennt und zum größten Teil vergänglicher Natur ist, denn bald (Embryo von 12 und 13 cm Länge) werden die Striae longitudinales samt der seitlichen Balkenfurche mit in das nochmals sich vertiefende Endstück der vorderen Bogenfurche hereingezogen (Fig. 7, Taf. II). Nur am Genu und Splenium corp. call. verhält es sich anders. Am Splenium vertieft sich die seitliche Balkenfurche bedeutend und geht, nachdem sie dicht um den Balkenwulst herumgelaufen ist, in jene flache Rinne über, welche den Gyrus dentatus vom Fornix scheidet (Fig. 5, 6 u. 7, Taf. II). Der dort gelegene, hakenförmige Abschnitt der Bogenfurche wird äußerst undeutlich oder verschwindet ganz, so daß die hintere Bogenfurche oft außer aller Verbindung mit der vorderen ist (Fig. 8, Taf. II).

Auch am Genu werden die Striae und die seitliche Balkenfurche nicht so weit in die Tiefe der Bogenfurche gezogen wie über dem Balkenkörper, so daß beide auf der Medialfläche der Hemisphäre sichtbar bleiben (Fig. 8, Taf. II).

Die, aus vorderer Bogenfurche und seitlicher Balkenfurche entstandene, neue Spalte wird bei den Haustieren als Fissura supracallosalis bezeichnet und unterscheidet sich nach dem Gesagten in wesentlichen Stücken von dem entsprechenden Teile der Bogenfurche des Menschen. Sie bedingt die scharfe Abgrenzung des embryonalen Splenium von dessen Umgebung.

Über die Entstehung der

hinteren Bogenfurche

will ich mich nicht sehr verbreiten. Sie tritt zuerst als sekundäre Vertiefung der Bogenmulde in deren temporalem Ende auf, ist dort am tiefsten und flacht sich dorsal allmählich ab. Sie ist schon beim Embryo von 2,2 cm größter Länge deutlich entwickelt, erreicht hier jedoch die vordere Bogenfurche bei weitem nicht. Dies kommt allmählich durch Vertiefung und Verlängerung gegen den Balken hin zustande, und kann erst beim Embryo von 4,5 cm Länge von einer Verbindung beider Furchen geredet werden (Fig. 3 u. 4, Taf. II).

Wie an der vorderen Bogenfurche die Striae laterales hereingezogen wurden, so wird hier bei fortschreitender Vertiefung der hinteren Bogenfurche der Gyrus dentatus etwas mehr gegen diese verschoben, jedoch so, daß immer noch ein ziemlicher Streifen des Gyrus dentatus aus der Bogenfurche hervorsieht und die Rinne zwischen Gyrus dentatus und Fornix $1\frac{1}{2}$ —2 mm vom Rande der Bogenfurche entfernt bleibt. Daß diese Rinne mit der seitlichen Balkenfurche homologisiert werden muß, liegt auf der Hand, und ich glaube, bei der Beständigkeit ihres Vorkommens ihr den Namen *Fissura gyri dentati* geben zu dürfen.

Ich will nun zum Schlusse eine Beschreibung der besprochenen Teile am ausgebildeten Katzengehirne geben.

Das nasale Anfangsstück der vorderen Bogenfurche ist ganz rudimentär; durch eine seichte Rinne, in welcher eine Arterie verläuft, steht es in Verbindung mit der Fiss. supracallosalis. Diese Rinne ist leicht geschlängelt und war samt der Arterie schon beim 4,5 cm langen Embryo zu bemerken; auch auf Fig. 8, Taf. II ist sie angegeben und dürfte wohl als umgeänderter Rest des Mittelteiles der vorderen Bogenfurche betrachtet werden. Am Genu corp. callosi sind Bogenfurche und seitliche Balkenfurche von einander getrennt, so daß hier die Striae laterales als weißer Bogen zu Tage treten. Längs des ganzen Balkenkörpers jedoch sind die Striae laterales so stark abgeflacht, daß die seitliche Balkenfurche verschwindet. Am Splenium endlich werden die Striae nochmals höher und dadurch beide Furchen wieder getrennt sichtbar.

Die seitliche Balkenfurche läuft, gegen früher, sehr stark abgeflacht um das Splenium und geht im Bogen in die Fissura gyri dentati über. Die vordere Bogenfurche bildet, wie die vorige, hier ebenfalls ein S, ist sehr flach und reicht bis zu der plötzlich tief daran anschließenden hinteren Bogen- oder Ammonsfurche. Die Striae laterales aber biegen mit um das Splenium herum und gehen unmittelbar in den am Balkenende kaudal umgebogenen Gyrus dentatus über, während die Striae mediales, welche am Splenium beträchtlich verdickt sind, durch das Übergangsstück zwischen Fissura gyri dentati und seitlicher Balkenfurche von den Striae laterales getrennt sind.

B. Der Balken.

Geschichtliches.

Die nicht geringe Anzahl von Arbeiten über die Balkenentstehung ist ein Beweis für die Wichtigkeit, welche man diesem

Gegenstände schon von jeher beigemessen hat. Wenn trotzdem noch in der neuesten Zeit Untersuchungen hierüber gemacht wurden, so kann das nur die Folge einer unbefriedigenden Lösung der Frage sein. Zuletzt hat sich MARCHAND mit der Entwicklung des Gehirnbalkens beim Menschen beschäftigt, und ohne seine Veröffentlichung zu kennen, hatte ich bei den Vorarbeiten zum Kapitel „Gehirn“ in der 3. Auflage der FRANCK'schen Anatomie der Haustiere den Katzenbalken von seiner ersten Anlage an verfolgt. Als ich nun MARCHAND's Arbeit zu lesen bekam, fand ich eine große Ähnlichkeit zwischen Menschen- und Katzenbalken in den Anfangszuständen, in der Weiterentwicklung jedoch treten wesentliche Verschiedenheiten auf, welche sich namentlich durch das Verhältnis zwischen Ammonshorn und Balken kundgeben.

Wie ich schon in einer kurzen Mitteilung im Anatomischen Anzeiger betont habe, und wie auch vorn bei der Bogenfurche erwähnt, reicht das Splenium corp. callos. bei den Haustieren viel weiter kaudal als beim Menschen, und wird infolgedessen die Bogenfurche an dieser Stelle entweder ganz verwischt oder doch zum mindesten sehr stark abgeflacht. Stets ist sie in S-förmigem Bogen weit nach hinten verschoben. Infolgedessen kommt der dorsonasale Teil (das Balkenende) der Ammonshörner ventral vom Balken zu liegen, was beim Menschen deswegen nicht der Fall ist, weil hier die Ammonshörner gerade seitlich vom Splenium ausbiegen. Dieser scheinbare Widerspruch löst sich auf, wenn man das Verhältnis des Balkens zur Bogenfurche von Anfang an verfolgt. Man verzeihe mir daher, wenn ich ganz von vorn beginne. Es wird sich zeigen, daß ich in manchen Dingen MARCHAND's Befunde bestätige, in anderen ergänze und zudem eine Anzahl neuer Thatsachen beifüge.

Litteratur.

Wohl niemand wird erwarten, daß ich die von anderen Forschern, besonders aber von MIHALKOWICS sehr eingehend gewürdigten, älteren Arbeiten über die Balkenentstehung nochmals näher bespreche. Ein kurzer Überblick über dieselben soll genügen. Um so gründlicher will ich dagegen über die neueren Arbeiten von MIHALKOWICS an, namentlich aber über MARCHAND's Untersuchungen berichten:

Die Hauptfrage, mit welcher sich die älteren Forscher beschäftigten, war die, ob der Balken sich von Anfang an in allen seinen Teilen anlege oder nicht. Während eine Anzahl der Untersucher, namentlich REICHERT, SCHMIDT und v. KÖLLIKER, für die erstere Ansicht eintraten, ließen andere zuerst den Nasalteil des Balkens (das Genu) entstehen und hierauf den übrigen Balken sich daran an-

schließen. Dabei sollte eine vorherige Verwachsung der Randbögen dem Übertritte der Balkenfasern auf die entgegengesetzte Seite den Weg bahnen. Das Corpus callosum entsteht nach SCHMIDT zwischen äußerem und innerem Randbogen¹⁾.

Auch MIHALKOWICS ist noch der Anschauung, daß der Knieteil des Balkens zuerst entstehe; Körper und Wulst werden von vorn nach hinten angesetzt. Die medialen Hemisphärenwände nähern sich vor der Schlußplatte gegenseitig, verwachsen und lassen dann die Balkenfasern herübertreten. Bei Säugetieren ist diese Verwachsung eine vollständige, beim Menschen findet sie nur an dem Rande einer dreieckig geformten Stelle vor der Schlußplatte statt. Aus den verwachsenen Randbögen bildet sich Körper und Wulst des Balkens. Ein Wachstum des Balkens durch Zwischenlagerung (Intussusception) zwischen die bereits gebildeten Fasern stellt MIHALKOWICS in Abrede.

Daß das Balkenknie bei den Säugern weniger scharf geknickt ist als beim Menschen, mag nach MIHALKOWICS mit der geringen Ausbildung des Stirnlappens zusammenhängen. Je höher stehend ein Säugetier ist, um so besser ist nach MIHALKOWICS der Balken entwickelt; die Monotremata und Marsupialia besitzen nur einen kurzen, beinahe ganz vor dem dritten Ventrikel gelegenen Balken. — Bei den höher stehenden Säugern sollen sich auch die Ammonshörner weniger weit nach vorn erstrecken.

BLUMENAU faßt das Ergebnis seiner Untersuchungen in folgende Sätze zusammen: 1) Der Balken wird nicht gleich in toto angelegt, sondern entwickelt sich nach und nach. 2) Zuerst bildet sich sein mittlerer Teil dicht vor und über dem MONROE'schen Loche und von hier schreitet seine Entwicklung nach vorn und hinten fort. 3) Der dabei stattfindenden Verwachsung geht eine Ausbildung der Balkenbündel in den neu verwachsenden Partien der medialen Hemisphärenwände voran. 4) Nachdem er entstanden ist, zeigt der Balken auf seiner Oberfläche die Fortsetzung aller der Schichten, aus welchen die medialen Hemisphärenwände der Embryonen bestehen.

Der Balken entsteht außerdem nach BLUMENAU innerhalb des oberen Randbogens, nicht zwischen oberem und unterem Randbogen (wie die ältere Ansicht ist). Oberer und unterer Randbogen sind durch eine Furche getrennt, welche unter dem hinteren Teile des oberen Randbogens deutlicher wird. Derjenige Teil des unteren Randbogens, welcher dem Gewölbekörper entspricht, ist vom oberen Randbogen, d. h. vom Balken nicht durch eine Furche getrennt.

Einige histologische Einzelheiten aus der Arbeit BLUMENAU's sollen später erwähnt werden.

Am nächsten verwandt mit meinen Untersuchungen sind diejenigen von MARCHAND. Ich will hier zuerst einen Überblick über seine Befunde geben und mich dann im Laufe meiner eigenen Beschreibung des öfteren auf ihn beziehen.

1) Als Randbogen bezeichnet man den von der Bogenfurche umgrenzten Teil der medialen Hemisphärenwand. Aus dem äußeren Randbogen entsteht der Gyrus dentatus und die Striae longitudinales des Balkens, aus dem inneren Fornix und Septum pellucidum.

MARCHAND äußert sich über die erste Entstehung des Corpus callosum wie folgt:

Die erste Anlage des Balkens nimmt den vordersten Teil des Randbogens unmittelbar oberhalb der verdickten vorderen Schlußplatte ¹⁾ ein und kommt in der Weise zustande, daß die Verwachsung der Hemisphären durch Kommissurfasern sich an die bereits oberhalb der vorderen Kommissur bestehende Verbindung derselben anschließt. Die halbkreisförmige Begrenzung der neuen Verwachsungsstelle ²⁾ entspricht bereits frühzeitig dem Balkenknie mit dem Rostrum, während andererseits der Winkel, in welchem der Balken mit dem freien Rande des Bogens zusammentrifft, die hintere Begrenzung des Balkeus bildet, also die Anlage des Splenium darstellt. Insofern stimmt MARCHAND der Ansicht v. KÖLLIKER's bei, daß in diesem Stadium bereits der ganze Balken angelegt ist. Indem nun im weiteren Verlaufe jener hintere Winkel immer weiter unterhalb der Bogenfurche nach hinten rückt, muß auch der Verwachsungsrand zwischen jenem Punkte und der vorderen Kommissur sich mehr und mehr in die Länge strecken. Beides ist untrennbar voneinander, und es ist keineswegs richtig, daß zuerst die gegenüberliegenden Randbögen miteinander verwachsen, und daß dann längs dieser Linie ein allmähliches Hindurchtreten der Balkenfasern stattfindet. Daraus ergibt sich aber weiter, daß die angebliche Durchbrechung der primären Hirnsichel durch jene Verwachsung gar nicht erforderlich ist.

Im ferneren Verlaufe der Entwicklung rückt nun das Splenium mehr nach hinten, seine Verbindung mit der Schlußplatte bleibt aber bestehen und kann als verlängerte Schlußplatte bezeichnet werden. Die Höhle des Septum pellucidum kommt nach MARCHAND wahrscheinlich durch nachträgliche Spaltbildung innerhalb der ursprünglich totalen Verwachsung an oben beschriebener Stelle zustande.

Im 5. Monate des Embryonallebens tritt eine Streckung des Balkens ein. Das Splenium tritt in Form eines abgerundeten Keiles aus der Rinne zwischen beiden Abteilungen des Randbogens hervor und geht mit seiner unteren Fläche nach vorn allmählich in den inneren Ring über. Die Striae longitudinales Lancisii sind bemerkbar. Der innere Randbogen mit seiner vorderen Fortsetzung hat bereits ganz die Bedeutung des Fornix, der äußere Randbogen bildet die Fascia dentata.

Im 6.—8. Monate sind Knie und Rostrum vollkommen entwickelt, die verlängerte Schlußplatte ist nunmehr die Bodenlamelle des Cavum septi und verschmilzt später mit dem Balken. Zwischen 7. und 8. Monat bildet das Splenium eine deutliche Anschwellung. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung kommt eine Verkleinerung des Cavum septi durch Verwachsung des Fornix mit dem gegenseitigen Gewölbe und Anlagerung der Bodenlamelle an die Unterfläche des Balkens zustande.“

1) Die Lamina terminalis ist, wie wir später noch sehen werden, eine Zeitlang stark verdickt.

2) Der Balkenmedianschnitt ist vorn (d. h. nasal) halbkreisförmig, dorsokaudal bildet er einen Winkel.

So weit MARCHAND über den Menschenbalken.

Über das Vorhandensein eines Balkens bei niederen Tieren sind die Meinungen noch geteilt. In neuerer Zeit hat SPITZKA bei Iguana und OSBORN bei Schildkröten ein Querbündel als Balken angesprochen, und auch EDINGER, STIEDA und BELLONCI bekennen sich zum Vorhandensein eines solchen bei niederen Wirbeltieren. MEYER hingegen weist das Vorhandensein eines Corpus callosum bei der Natter von der Hand, und aus seinen diesbezüglichen Bemerkungen geht hervor, daß er als Balken ein Kommissurfasersystem betrachtet, welches mit der Lamina terminalis nicht in Zusammenhang steht. Vielleicht dürften MARCHAND's und meine Untersuchungen über diesen Punkt auch bei niederen Tieren einiges Licht verbreiten.

Die Balkenanlage auf Medianschnitten.

In meiner im Anatomischen Anzeiger veröffentlichten ersten Mitteilung habe ich die wesentlichen Ergebnisse der makroskopischen Untersuchung des Balkens auf Medianschnitten aufgeführt und dabei auf die große Ähnlichkeit mit MARCHAND's Befunden am Menschengehirne hingewiesen. Diese Ähnlichkeit ist ¹⁾ in der ersten Zeit der Balkenanlage am größten, um bei der Weiterentwicklung immer beträchtlicher werdenden Verschiedenheiten Platz zu machen.

MARCHAND findet bei einem menschlichen Embryo vom 3. Fötalmonat in der Schlußplatte über der Ursprungshöhe des Riechlappens eine längliche, senkrecht gestellte Verdickung, welche auf dem Durchschnitte spindelförmig mit leichter S-förmiger Krümmung erscheint. Der untere Teil der nach hinten vorspringenden Konvexität wird durch die vordere Kommissur eingenommen. MARCHAND bemerkt ferner, daß HIS diese Verdickung der Schlußplatte nicht abbildet, wogegen sie von älteren Autoren ziemlich übereinstimmend beschrieben wird. Diese hielten sie teilweise mit TIEDEMANN für die Anlage des anfangs senkrecht gestellten Balkens, während andere dieser Anschauung widersprechen. MARCHAND selbst hält dafür, daß in diesem Stadium noch nichts vom Balken in der Medianfläche zu sehen sei.

Meine Befunde bei der Katze sind nun folgende: Wie Fig. 2 u. 3, Taf. II zeigt, ist auch bei diesem Tiere eine Verdickung von ähnlicher Gestalt in der Lamina terminalis vorhanden, wie beim Menschen. Ein Unterschied diesem gegenüber besteht

1) Wie schon vorn betont.

aber darin, daß auf Fig. 3 außer der nasalen Gehirnkommisur auch Balkenfasern zu bemerken sind, doch ist die Balkenanlage gegenüber der nasalen Kommissur anfangs im Rückstand. Beide Querfaserzüge stellen aber nur einen kleinen Teil der Medianschnittfläche durch die verdickte Lamina terminalis dar, in welcher sich anfangs bei Karminfärbung keine Sonderung in eine bestimmte Art von Gehirnmasse feststellen läßt, während sie sich später auf der Dorsalfläche des Balkens in das verdickte Kaudalende der Striae longitudinales mediales verwandelt. Im übrigen bildet sich fast die ganze Verdickung später wieder auf die gewöhnliche Dicke der Lamina terminalis zurück.

Bei Katzenembryonen von 4,0 und 4,3 cm größter Länge stellt der Balken in der Medianebene ein keilförmiges, dorsal abgerundetes, ventral scharf gekantetes Querfaserbündel in der verdickten Schlußplatte dar. Dicht neben der Medianebene verändert sich aber das Bild der Sagittalschnittfläche, indem sie hier drei Winkel erkennen läßt, von denen der ventrale der eben erwähnten scharfen Kante, der nasale dem Genu, der kaudale dem Splenium corp. callosi entspricht. Man kann also an den Seitenteilen des Balkens erkennen, welche ungefähre Form er demnächst auf der Medianschnittfläche bekommen wird. Natürlich hat dies darin seinen Grund, daß die neu hinzukommenden Faserbündel von der Seite her sich dem Balken zugesellen.

Bei einem Embryo von 5,7 cm größter Länge (den Schweiß abgerechnet!) sind die beiden Querfaserzüge nicht mehr miteinander in die verdickte Schlußplatte eingehüllt. Diese hat sich zum größten Teile zurückgebildet und füllt nur noch den ventral vom sichelförmigen Balken befindlichen Raum aus, so daß also hier die Hemisphärenwände miteinander verschmolzen sind. Doch ist diese, noch von der verdickten Schlußplatte herrührende Verbindung nicht das Septum pellucidum, denn wie wir sehen werden, tritt auch bei der Katze, wenn auch verhältnismäßig später als beim Menschen, eine Spaltenbildung ventral vom Balken ein, welche als Spatium septi pellucidi zeitlebens bestehen kann.

In der nächstfolgenden Zeit (Fig. 4, Taf. II) baucht sich das Splenium immer mehr nach hinten (kaudal) aus (Embryo von 6 cm Länge), so daß beim 8 cm langen Embryo schon deutlich die Verhältnisse des fertigen Balkens zu erkennen sind. Der ventrokaudale Balkenteil ist die „verlängerte Schlußplatte“ (MARCHAND¹⁾),

1) Ich möchte hier bemerken, daß der Name verlängerte Schlußplatte sich mit vollem Rechte für den ganzen Balken gebrauchen ließe.

gegenüber welcher das Splenium sehr kräftig entwickelt ist. Auch Balkenkörper und Genu sind wohlentwickelt, ein Rostrum fehlt hingegen noch, so daß die inzwischen gebildete Spalte¹⁾ des Septum pellucidum ventronasal offen ist. Erst beim Embryo von 13,5 cm (Fig. 8, Taf. II) findet der vollkommene Abschluß dieses Hohlraumes durch Anbau des Rostrum an den übrigen Balken statt, nachdem schon bei 11 cm langen Embryonen die Anfänge zur Bildung dieses letzten Balkenteiles sichtbar geworden (Fig. 5—7, Taf. II). Es ist demnach nicht vollkommen gerechtfertigt, wenn man in der ersten Balkenanlage schon alle Teile dieses Gebildes vermutet, und wir sind zu dem Schlusse genötigt, daß das Wachstum des Balkens sowohl durch Intussusception von neuen Fasern zwischen die vorhandenen, als auch durch Apposition von solchen stattfindet.

Erwähnenswert ist zum Schlusse nur noch, daß die „verlängerte Schlußplatte“ d. h. der Ventralteil des Balkens späterhin sich dichter an den Dorsalteil anlegt, so daß sich das Septum pellucidum kaudal in eine feine Spitze auszieht. Die scheinbare Verdünnung der verlängerten Schlußplatte aber ist nur auf Stehenbleiben derselben in der Weiterentwicklung gegenüber den stärker werdenden, übrigen Balkenteilen zurückzuführen.

Nachdem ich nun die Bilder der Balkenentwicklung auf Medianschnitten geschildert, will ich an die Besprechung der Querschnittserien gehen, damit wir die Beziehungen des Corpus callosum zu den umliegenden Teilen kennen lernen. Eine Vergleichung der Querschnitte mit den Abbildungen der Tafel wird dabei von Nutzen sein.

Die Balkenanlage auf Querschnitten.

Beim Embryo von 2,4 cm Länge ist noch keine Spur der Balkenanlage vorhanden, wie auch die Commissura nasalis noch vollkommen fehlt. Hingegen findet sich eine bedeutende Verdickung der Schlußplatte, bis an deren Seite die Gewölbefasern vom Ammonshorne her vorgedrungen sind.

Auf nasal von der verdickten Schlußplatte gelegenen Querschnitten ist nasal von dem bei der Bogenfurche erwähnten Trapezfelde eine bedeutende Verstärkung der medialen Hemisphärenwand bemerkbar, welche sich hügelig gegen die Ventrikellinnenfläche

1) Diese Spalte ist schon beim 7,5 cm langen Embryo vorhanden.

vorwölbt. Kaudal gegen das Trapezfeld flacht sich diese Wandverdickung allmählich ab, und gleichzeitig damit wird auch der Endteil der vorderen Bogenfurche an ihrem Dorsalrande sichtbar. Wie die Plattenmodelle von 2,2 und 2,9 cm langen Embryonen ergeben, entspricht die Form dieser ¹⁾ Wandverstärkung dem Verlaufe der vorderen Bogenfurche, und erklärt sich nun auch das schon oben erwähnte Verschwinden des Mittelstückes dieser Furche, d. h. es wird die Wand der Bogenfalte bei der Katze so stark, daß dadurch ein Teil der vorderen Bogenfurche ausgefüllt wird. Der **Bogenwulst** — so nenne ich die Hervorragung — ist also die verdickte Wand der Bogenfalte, und wie wir schon bei Besprechung der Bogenfurche sahen, teilt derselbe die Höhlung des Riechlappens in eine nasale und kaudale Abteilung (s. Hrs). Die nasale Abteilung führt in den Riechkolben, die kaudale in dorsaler Richtung zum Foramen Monroi. Die horizontale winkelige Spalte, welche beide Hohlraumabteilungen miteinander bilden, ist medial begrenzt durch den Bogenwulst, lateral durch die tiefe Einbuchtung, welche sich zwischen dem nasalen und mittleren Schenkel des Corpus striatum befindet ²⁾. Gegen den Limbus des Hemisphärenhirnes zu flacht sich der Bogenwulst allmählich ab, während er ventral, an Höhe zunehmend, bis zum Boden des Ventrikels reicht. Mit der Tiefe der Bogenfurche hängt die Höhe des Wulstes bei der Katze nicht zusammen, denn in demselben Maße, als der Wulst an der Innenfläche der medialen Hemisphärenwand sich verflacht, senkt sich das Endstück dieser Furche von außen her ein, so daß sie dort, wo innerlich die Knickung zwischen Bogenwulstende und Limbus sich befindet, am tiefsten und breitesten ist und in die Bogenmulde übergeht. (NB. Beim Embryo von 2,2 und 2,4—5 cm; früher reichte die Furche ja noch nicht so weit dorsokaudal.)

Beim Embryo von 2,7 cm größter Länge ist im Gegensatze zum vorigen schon eine deutliche Commissura nasalis vorhanden, welche durch die noch etwas stärker gewordene, verdickte Schlußplatte zieht. Von Balkenfasern ist in der Lamina terminalis noch nichts zu sehen, dagegen sind solche zweifelsohne schon in dem medialen

1) bogenförmigen.

2) Auch bei der Katze setzt sich das Corpus striatum aus einem nasalen, mittleren und kaudalen Schenkel zusammen, von denen die beiden letzteren bald verschmelzen. Immerhin ist ihre Trennung noch bei Embryonen von 2,9 cm bemerklich.

Teile des Fornixbündels enthalten, denn beim nächsten Embryo sieht man viele sich als deutlichen Faserzug vom Gewölbe ablösen, und wären vielleicht mit der Chromsilbermethode auch hier schon einzelne derartige Fasern nachweisbar gewesen.

Embryo von 2,9 cm Länge. Die eben erwähnten Balkenfaserbündel zweigen vom Gewölbe dort ab, wo dieses, von den Ammonshörnern herkommend, in die Columnae fornicis hinunterbiegt. Sie erreichen jedoch die verdickte Schlußplatte noch nicht, so daß die Balkenanlage noch aus den beiderseitigen getrennten Teilstücken besteht. Zugleich geht aus diesem Befunde hervor, daß die erste Balkenanlage als ein gekreuzter Teil des Fornix zu betrachten ist, zu dem sich jedoch später noch anderweitige Fasersorten gesellen. Bis jetzt war es mir nicht möglich, die Ursprungsnervenzellen derselben ausfindig zu machen, auch konnte ich nicht entscheiden, ob die vom Fornix abgehenden Bündel Stammfasern oder Kollateralen oder beides sind. Es bietet sich also hier noch Gelegenheit zu weiteren Untersuchungen.

Es ist nun wichtig, zu bemerken, daß die Columnae fornicis nicht nur Fasern führen, welche aus dem Ventralblatte des Kaudalteiles der Bogenfalte, der Ammons-falte, kommen, sondern auch aus dem Nasalteile der Bogenfalte stammende, welche letzterer ja in den Bereich der vorderen Bogenfurche gehört.

Auch beim Embryo von 3,4 cm Länge kann noch nicht vom Übertritte der Balkenfaserbündel auf die andere Seite geredet werden; doch haben sie sich der Medianlinie bedeutend genähert,

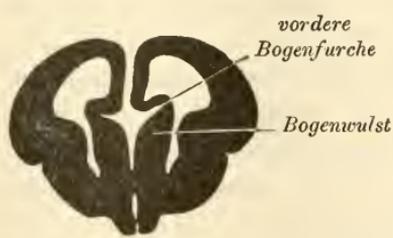


Fig. 2. Querschnitt (Dorsoventral-schnitt) durch das Gehirn eines 3,4 cm langen Katzenembryo.

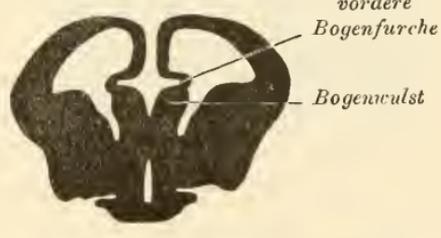


Fig. 3. Querschnitt durch dasselbe Gehirn; weiter kaudal, der Bogenwulst ist hier etwas von der Bogenfalte abgesetzt, indem nur sein Kaudalteil getroffen ist.

und mögen vereinzelt Fasern auch schon darüber hinausgedrungen sein. Erst beim Embryo von 3,6 cm Länge ist der Balken als deutliches Kommissurfaserbündel sichtbar; er bezieht nun aber auch wie das Gewölbe Fasern aus dem Nasalteile der Bogenfalte. Die Reihenfolge des Auftretens der eingezogenen Faserzüge ist demnach so, daß zuerst die Gewölbe-

fasern aus dem Kaudalteile der Bogenfalte (Ammons-falte), hierauf aus dem Nasalteil derselben kommen, woraus sich das fächerartige Bild dieses Faserbündels auf Sagittalschnitten erklärt. Dann

folgen zuerst die Balkenfasern aus dem Kaudalteile und zuletzt die aus dem Nasalteile der Bogenfalte. Als deutliche Bündel sind alle diese Fasersorten anfänglich nur im Ventralblatte der Bogenfalte nachweisbar.

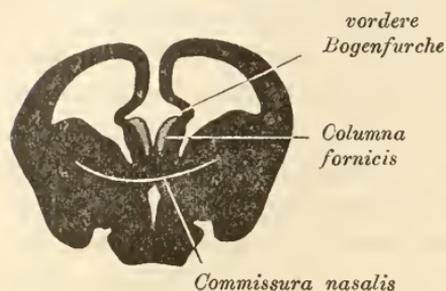


Fig. 4. Querschnitt durch dasselbe Gehirn noch mehr kaudal.

Embryo von 3,8 cm Länge.

Die entfernteren nasalen Gewölbefasern kommen aus dem Bogenwulste und ziehen in der Nähe von dessen Dorsalrand den Gewölbesäulen zu. Sie bilden erst bei älteren Embryonen ein scharf ausgeprägtes Bündel. Zuerst dorso-kaudal ansteigend, wie der Bogenwulst selbst, senken sie sich nach-

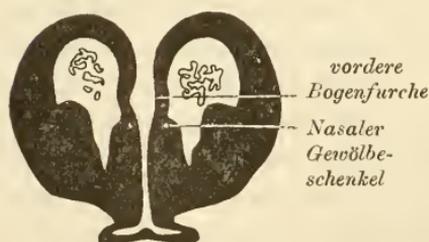


Fig. 5. Querschnitt durch das Gehirn eines 3,8 cm langen Katzenembryo.

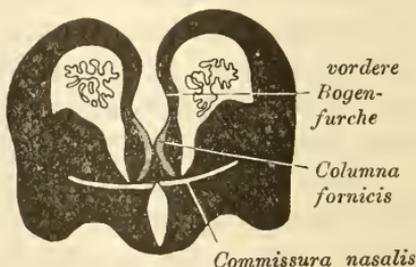


Fig. 6. Querschnitt durch dasselbe Gehirn weiter kaudal.

her kaudoventral in die Columnae fornicis hinab. Auch bei der erwachsenen Katze ist noch dicht an der Ventralfläche des Balkens ein paariges, breitgedrücktes Bündel nachzuweisen, welches nicht weit vom Genu deutlich sichtbar wird und kaudal an Stärke

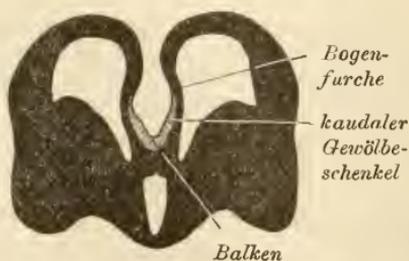


Fig. 7. Querschnitt durch dasselbe Gehirn noch mehr kaudal.

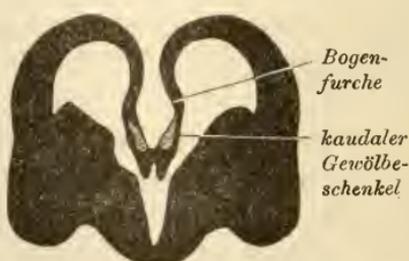


Fig. 8. Dasselbe Gehirn in der Höhe des Foramen Monroi querschnitt.

zunimmt. Die Herkunft seiner Fasern läßt sich auf Karmin-schnitten nicht nachweisen; so viel aber ist sicher, daß der Faserzug in die Gewölbesäulen einläuft, nachdem er schon vorher viele Fasern in das Septum hinabgeschickt hat. Ich nenne ihn daher den nasalen Gewölbeschenkel, in der Meinung, daß damit nur das grobanatomische Verhalten desselben bezeichnet werden soll. Der Umstand, daß viele Fasern schon verhältnismäßig weit nasal in die ventrale Richtung umbiegen, bewirkt, daß die Gewölbesäulen auf plastisch dargestellten Modellen stark seitlich zusammengedrückt und nasal in eine scharfe Kante zugespitzt erscheinen. Der mehr rundliche Teil der Columnae stammt von den kaudalen Gewölbeschenkeln (aus dem Cornu Ammonis), der nasale, zugespitzte Teil von den Nasalschenkeln des Gewölbes.

Beim Embryo von 5 cm größter Länge ist am Bogenwulst eine leichte Abflachung bemerkbar, welche beim Embryo von 7,5 cm schon solche Fortschritte gemacht hat, daß nur eine kleine Erhabenheit noch die Stelle des früheren Wulstes andeutet.

Während beim 5 cm langen Embryo fast noch alle Balkenfasern dem Ventralblatte der Bogenfalte zu entstammen scheinen, kommen beim Embryo von 7,5 cm schon massenhafte Bündel aus dem Dorsalblatte der vorderen Bogenfurche und den darüber gelegenen Wandteilen.

Die dorsal vom Balken gelegene mediale Großhirnwand läßt beim Embryo von 7,5 cm 5 deutliche Lagen erkennen, welche, von der Kammerfläche aus gerechnet, in folgender Weise sich übereinander schichten: 1) Unter dem Ependym eine dünne Lage kleiner, dicht stehender Nervenzellen¹⁾, darauf folgt 2) eine mit

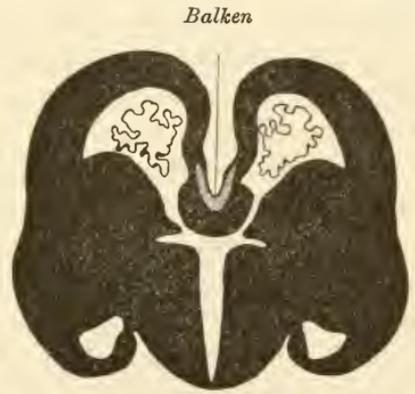


Fig. 9. Querschnitt durch das Gehirn eines 5 cm langen Katzenembryo in der Höhe des Foramen Monroi. Unter dem Balken die bei diesem Embryo noch vorhandene Verdickung der Lamina terminalis.

1) Diese bilden am ausgewachsenen Katzenshirne noch einen Teil der Großhirndecke und entsprechen jenem Abschnitte des centralen Höhlengraus, welcher lateral um die Großhirnkammerspalte sich legend mit dem Nucleus caudatus zusammenhängt. An der Ventralfläche der medialen Balkenteile fehlt hingegen beim ausgebildeten Gehirne das centrale Höhlengrau, wenn man vom Septum pellucidum absieht.

rundlichen Zellen durchsetzte Faserlage, deren Fasern gegen den Balken hin immer dichter zusammenliegen und alle in das Corpus callosum übergehen; 3) eine Lage von weitstehenden Nervenzellen, der Lage der polymorphen Zellen entsprechend; 4) sehr dicht stehende Nervenzellen, welche als Pyramidenzellen zu deuten

Seiliche Balkenfurche

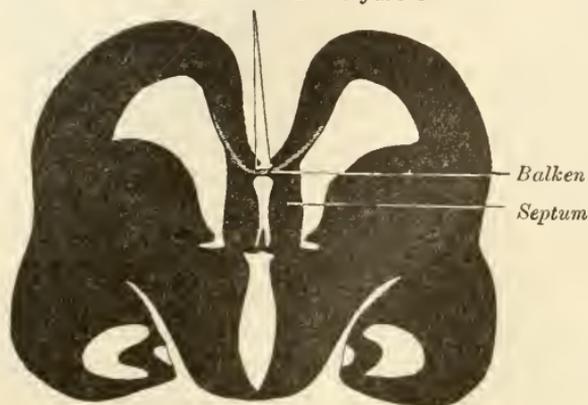


Fig. 10. Querschnitt durch das Gehirn eines 7,5 cm langen Katzenembryo.

sind. 5) Ganz außen liegt endlich die wohlentwickelte Molekularschicht. — Wir gehen wohl kaum fehl, wenn wir annehmen, daß ein großer Teil der oben erwähnten Nervenzellen Fasern zum Balken liefert, indem man solche überall zwischen denselben hervorkommen bzw. sich dort verlieren sieht.

Daß sämtliche Schichten an dieser dünneren Wandabteilung weniger stark entwickelt sind, als in der übrigen Mantelmasse, versteht sich wohl von selbst. Später nehmen die Schichten 2, 3, 4 und 5 bedeutend an Masse zu und zwar genau vom Dorsalrande der Bogenfurche (bezw. der Fiss. supracallosalis) ab, und das ist die Ursache von deren nochmaliger Vertiefung.

Beim 12 cm langen Embryo bemerkt man schon deutlich den Übergang im Verhalten der medialen und dorsalen Großhirnwand zum endgiltigen Zustande. 1) Die unter dem Ependym gelegene Schicht von centralem Höhlengrau bietet ein dem späteren ähnliches Querschnittsbild¹⁾. Außerordentlich dünn am Balken beginnend, wird sie dorsal immer stärker, biegt sich dann lateral um die Großhirnkammer herum, reicht bis zum Nucleus caudatus, ohne mit diesem eins zu werden, und geht in jene dichte Nervenzellenmasse über, welche, ziemlich scharf gegen den Nucleus caudatus sich abgrenzend, diesen letzteren überzieht. 2) Die Fasermasse des Balkens ist nun schon im ganzen Großhirndache nach-

1) Meine diese Schichten betreffenden Befunde weichen in manchem von denen BLUMENAU'S ab; da ich mir jedoch nur die Morphologie der Balkenentwicklung zum Ziele gesetzt habe, gehe ich nicht weiter auf histologische Details ein.

weisbar; je weiter von der Medianebene entfernt, um so mehr ist sie von dazwischen liegenden Zellen auseinandergedrängt. 3) Die Schicht der polymorphen Zellen hat bedeutend an Dicke zugenommen, ebenso 4) die der Pyramidenzellen, in welcher schon die Sonderung in große und kleine Pyramidenzellen bemerkbar wird. Sie und die Molekularschicht sind durch die eben sich anlegende Fissura splenialis leicht eingefurcht. Im Gegensatz zu den anderen hat die letztgenannte Schicht verhältnismäßig nur wenig an Stärke zugenommen.

Wie der Balkenkörper, so entwickelt sich auch das Rostrum; es entsteht aus Fasern, welche aus den ventral von ihm gelegenen Teilen der medialen Hemisphärenwand heraufkommen, und diese zeigt wieder jene 5 Schichten, die wir schon oben kennen gelernt haben. Ein vollkommen entwickeltes Rostrum findet sich erst beim Embryo von 13,5 cm (Fig. 8, Taf. II), während es bei Embryonen von 10 und 12 cm die Lamina terminalis noch nicht erreicht.

In einem Punkte unterscheidet sich das Rostrum wesentlich vom Balkenkörper: es wird nicht mehr von der Bogenfurche begleitet, indem diese schon am Genu ausläuft und die Striae longitudinales, sich ausbreitend, in die mediale Hemisphärenwand übergehen. Es muß also der zwischen Rostrum und der Bogenfurche gelegene Teil der medialen Hemisphärenwand den Striae longitudinales homolog sein.

Und nun noch das Septum pellucidum!

Das Septum auf Medianschnitten.

Daß jene Verdickung der Lamina terminalis, von welcher wir bei ganz jungen Embryonen berichteten, nichts mit dem Septum zu thun habe, sondern eine vergängliche Bildung sei, hat schon MARCHAND betont, und meine Untersuchungen an der Katze haben MARCHAND'S Befunde beim Menschen bestätigt. Wie wir schon vorn gesehen, besteht bei der Katze ventral vom Balken noch ziemlich lange (Embryo von 5 cm Länge) die Verdickung der Schlußplatte. Beim 7,5 cm langen Embryo ist dieselbe jedoch im ganzen Bereiche des Septum verschwunden und hat einer Spalte, dem Cavum septi, Platz gemacht, welche kaudal und dorsal, teilweise auch noch nasal vom Balken bedeckt, seitlich von den Hemisphärenwänden eingeschlossen ist. Eine ziemlich weite ventronasal gelegene Öffnung führt aus diesem Cavum septi in die Längsspalte des Großhirnes, und erst beim Embryo von 13,5 cm wird

dieses Loch durch das weiter gegen die Lamina terminalis vorrückende Rostrum abgeschlossen.

Der Umriß des Cavum septi auf Medianschnitten ändert sich mit der Form des Balkens (Fig. 5, Taf. II); beim 7 und 10 cm langen Embryo noch oval, wird er beim 11 cm langen Fötus (Fig. 6 und 7, Taf. II) langgezogen, so daß das kaudale Ende in eine lange, scharfe Spitze sich verjüngt (Fig. 8, Taf. II).

Es unterliegt keinem Zweifel, daß die Balkenform die Ausdehnung des Septum mehr beeinflußt, als umgekehrt. Die Gestalt des Balkens auf Medianschnitten hängt aber ab von der Längenausdehnung des Großhirnes. Mit der Massenzunahme des Occipital- und Nasalteiles der Hemisphären streckt sich der Balken, indem zugleich Splenium und Genu an Fasermasse bedeutend zunehmen.

Das Septum auf Querschnitten

giebt uns Aufschluß über die Bildung und Umformung seiner Höhlung. Wie auch die Plattenmodelle ergaben, ist beim Embryo von 5 cm die Lamina terminalis ventral vom Balken noch verdickt (Fig. 9). Beim 7,5 cm langen Embryo ist der Balken ganz frei geworden, und beim Embryo von 10 cm Länge dringt durch die nasoventrale Öffnung lockeres Mesenchym in das Cavum septi ein, welches mit der Hirnsichel zusammenhängt. Die Ver-

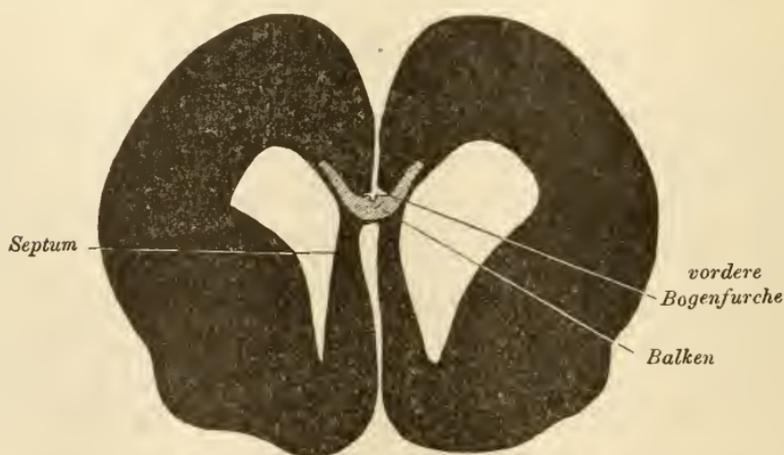


Fig. 11. Querschnitt durch das Gehirn eines 10 cm langen Katzenembryo. Über dem Balken die seitliche Balkenfurche und dorsal von dieser die vordere Bogenfurche, welche sich nun wieder zu vertiefen beginnt. Im Septum pellucidum das Cavum septi, welches sich hier gegen die Längsspalte der Großhirnhemisphären öffnet.

dickung der Lamina terminalis ist bis auf einen kleinen Vorsprung verschwunden, welcher auch beim Embryo von 12 cm noch vorhanden ist und mit dem Rostrum den Abschluß des Cavum septi herbeiführt. Nur noch eine winzige Öffnung stellt die Verbindung des letzteren mit der

Längsspalte des Großhirnes her, und auch diese verschließt sich später. Beim Embryo von 12 cm ist die Höhlung noch mit Bindegewebe ausgefüllt, welches nach Abschluß des Cavum septi wieder verschwindet, indem sich zu gleicher Zeit die Spalte mehr und mehr verengert. Am ausgebildeten Katzensgehirne ist in der Regel jede Spur eines Cavum septi durch die Verlötung der Hemisphärenwände verdrängt worden, welche letztere sich auch auf eine ansehnliche Strecke der ventral vom Septum und Rostrum gelegenen Gehirnoberfläche erstreckt. So finde ich an einem, mit Karmin gefärbten Katzengehirne nasal von der Lamina terminalis eine, bis nahe an den Ventralrand des Großhirnes reichende Ver-

schmelzung, welche nasal an Breite abnimmt, aber immerhin am Genu corp. callosi noch ungefähr $\frac{1}{4}$ der Strecke vom Balken bis zum Ven-

tralteil des Balkens (Schiefschnitt).

schmelzung, welche nasal an Breite abnimmt, aber immerhin am Genu corp. callosi noch ungefähr $\frac{1}{4}$ der Strecke vom Balken bis zum Ven-

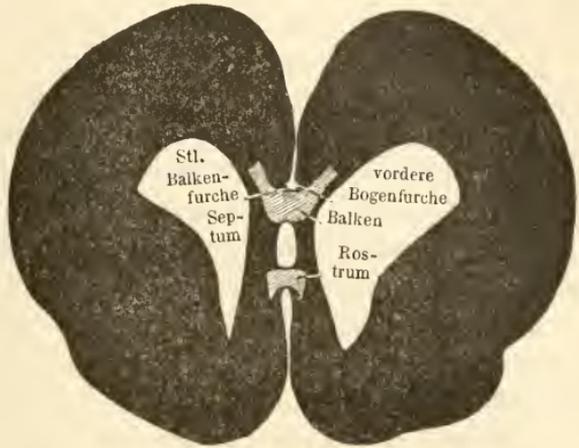
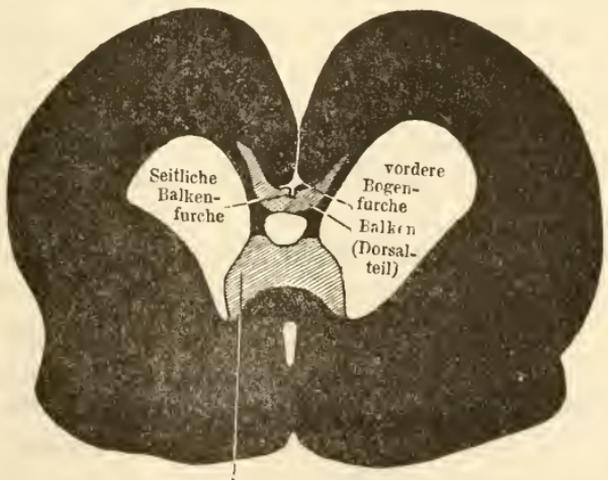


Fig. 12. Dasselbe weiter nasal. Das Cavum septi ist hier ventral vom Rostrum begrenzt.



Ventralteil des Balkens (Schiefschnitt).

Fig. 13. Dasselbe weiter kaudal als die Öffnung des Cavum septi.

tralrande der Hemisphäre beträgt. Individuelle Abweichungen mögen hier nicht selten vorkommen, und möchte ich daher das über diese Verlötung Gesagte nicht für alle Fälle geltend hingestellt wissen.

Resumé.

Die wesentlichsten Befunde vorliegender Arbeit sind folgende:

1) Bei der Katze treten wie beim Menschen vordere und hintere Bogenfurche getrennt auf.

2) Die vordere Bogenfurche wird in einen Nasal- und Kaudalteil getrennt, indem sich in ihrem mittleren Teile die Wand der Bogenfalte zum Bogenwulst verdickt.

3) Das Nasalende der Furche verschwindet fast ganz, ebenso das Mittelstück, das Kaudalende ist eine Zeit lang stark abgeflacht.

4) Das Kaudalende der vorderen Bogenfurche vereinigt sich mit der hinteren Bogenfurche und bildet später mit der parallel laufenden seitlichen Balkenfurche die tiefe *Fissura supracallosalis*.

5) Das Verbindungsstück zwischen vorderer und hinterer Bogenfurche wird durch das Splenium weit nach hinten (kaudal) ausgebaucht und verschwindet oft ganz.

6) Die hintere Bogenfurche entwickelt sich als sekundäre Vertiefung der Bogenmulde und hört am ausgebildeten Katzengehirne ventral vom Splenium auf.

7) Zwischen Gyrus dentatus und Fornix verläuft die *Fissura gyri dentati*, welche am Balken in die seitliche Balkenfurche übergeht.

8) Die seitliche Balkenfurche liegt zwischen den *Striae longitudinales mediales* und *laterales*.

9) Bei der Katze besteht wie beim Menschen eine starke Verdickung der *Lamina terminalis*, welche später wieder verschwindet. In ihrem Dorsalende tritt der Balken zuerst auf.

10) Die ersten Balkenfasern stammen von den Kaudalschenkeln des Gewölbes.

11) Das Gewölbe hat bei der Katze auch Nasalschenkel.

12) Der Ventralteil des Balkens entsteht aus Fasern, welche im inneren Randbogen verlaufen; das Splenium entwickelt sich aus Fasern, welche zwischen innerem und äußerem Randbogen auf die andere Seite treten. Der Balkenkörper und das

Balkenknie bestehen aus Fasern, welche den äußeren Randbogen durchsetzen. Das Rostrum entwickelt sich längs des Arcus rostralis. Die Balkenfasern kommen dabei vielfach aus weiter Entfernung. Corpus, Genu und Rostrum bilden den Dorsalteil des Balkens.

13) Ventral vom Balken entsteht an Stelle des Cavum septi nach und nach eine Verlötung der Hemisphärenwände.

14) Das Cavum septi selber bildet sich während des Verschwindens der verdickten Lamina terminalis, teils an Stelle der verschwindenden Verdickung, zum großen Teile jedoch infolge Umschließung eines Abschnittes der Längsspalte des Großhirnes durch den Balken. Es hat lange Zeit eine ventronasale Öffnung.

15) Die Form des Balkens richtet sich im wesentlichen nach dem Wachstum der Hemisphären; Splenium und Genu entstehen mit der stärkeren Ausbildung des Occipital- und Frontal-(Nasal-)Teiles der Hemisphären. Ventralteil und Rostrum bleiben schwach, wegen der geringeren Entwicklung ihrer Faserursprungsgebiete.

16) Die Form des Septum richtet sich nach der des Balkens.

17) Meine Stellungnahme zu den Arbeiten der anderen Forscher ist, kurz zusammengefaßt, folgende:

a) Der Teil der Bogenfurche, welcher bei der Katze den Balken dorsal begleitet, gehört noch zur vorderen und nicht zur hinteren Bogenfurche.

b) Bei der Katze treten die ersten Balkenfasern durch die verdickte Schlußplatte, während beim Menschen nach MARCHAND die erste Balkenanlage unmittelbar oberhalb derselben zu sehen ist.

c) Das Wachstum des Balkens findet sowohl durch Intussusception, als auch durch Apposition von Fasern statt. Letzteres namentlich am Rostrum. Frühere Forscher stellten sich z. T. einseitig auf einen der beiden Standpunkte.

d) Zu allererst ist nur der Ventralteil angelegt, sehr bald jedoch folgt der Dorsalteil nach und zwar, wie es scheint, gleich vom Splenium bis zum Genu. Sollte BLUMENAU glauben, daß der Balkenkörper zuerst entstehe und daran sich erst Genu und Splenium anbauen, so müßte ich ihm widersprechen, denn maßgebend für die Beurteilung, welchen Balkenteil man vor sich hat, ist nicht seine Form, sondern die Herkunft seiner Fasern, und diese bezieht er zuerst von dem kaudalen, kurze Zeit später aber auch vom mittleren und nasalen Teile der Hemisphären. Durch

die Intussusception von Fasern rücken die einzelnen Balkenabschnitte allmählich weiter auseinander.

e) Der Balken entwickelt sich nicht allein innerhalb des oberen Randbogens, er bezieht vielmehr seine allerersten Fasern aus dem unteren Randbogen. Während BLUMENAU sagt, der Balken entstehe nicht zwischen oberem und unterem Randbogen, muß ich bei der Katze daran festhalten, daß das Splenium zwischen beiden Randbögen liegt. Die Beteiligung des unteren Randbogens scheint BLUMENAU ganz entgangen zu sein.

f) Die Balkenfasern treten nicht ganz dicht am Rande der Bogenfurche auf die andere Seite. Aus dem daher übrig bleibenden Teile des oberen Randbogens entwickeln sich die Striae longitudinalinales. An der Bildung des Kaudalteiles der Striae mediales hilft auch der dorsal vom Balken liegen gebliebene Teil der verdickten Schlußplatte mit. BLUMENAU scheint anzunehmen, daß die Rindenschichten erst nachträglich den übertretenden Balkenfaserbündeln sich auflagern, während ihre Anlage doch schon früher als diese Fasern vorhanden ist.

g) Die Ammonshörner bilden sich durch Einfaltung der ursprünglich vorhandenen Hemisphärenwand, und lagert sich ihr Dorsalteil infolge des Kaudalwärtsrückens des Spleniums an die Ventralfläche des Balkens an, dabei wird das Balkenende des Gyrus dentatus in eine Spitze kaudal ausgezogen, welche bis zum Splenium reicht. Man hat es also hier mit einer kaudalen Umknickung der schon gebildeten Ammonshornfalte zu thun.

BLUMENAU sagt hingegen: Aus den Rindenschichten, welche auf die durch das Auseinanderweichen der hinteren Gewölbeschenkel freibleibende Oberfläche des Balkens übergehen, entstehen bei Tieren die oberen Teile der Ammonshörner.

h) Eine Verwachsung der Hemisphären geht nur in Form der verdickten Schlußplatte dem Übertritte der Balkenfasern vorher. Vom 5 cm langen Embryo ab verschwindet die verdickte Schlußplatte.

i) Mit der Hirnsichel haben die Balkenfasern nichts zu thun.

k) Das Cavum septi pellucidi entsteht nicht nur an Stelle der sich zurückbildenden verdickten Schlußplatte, sondern auch noch aus jenem Teile der Längsspalte des Großhirnes, welcher (vom 6 cm langen Embryo ab) durch den weiter sich ausdehnenden Balken umschlossen wird. Das Cavum septi ist ein Subduralraum.

Zürich, 12. Juni 1894.

Litteratur.

Die ältere Litteratur s. bei MARCHAND und MIHALKOWICS.

Neuere Litteratur.

- 1) MIHALKOWICS, Entwicklungsgeschichte des Gehirnes. Leipzig 1877.
 - 2) MARCHAND, Über die Entwicklung des menschlichen Balkens. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. 37, 1891.
 - 3) BLUMENAU, Zur Entwicklungsgeschichte und feineren Anatomie des Hirnbalkens. Archiv f. mikrosk. Anat., Bd. 37.
 - 4) v. KÖLLIKER, Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Tiere. Leipzig 1879.
 - 5) HIS, Die Formentwicklung des menschlichen Vorderhirnes. Abhandlungen der mathematisch-physikalischen Klasse der Kg. sächs. Akademie der Wissenschaften, Leipzig 1890.
 - 6) MARTIN, Zur Entwicklung des Großhirnbalkens bei der Katze. Anatomischer Anzeiger, Bd. 9, Nr. 5 u. 6, sowie Bd. 9, Nr. 15. FRANCK-MARTIN, Anatomie der Haustiere, Stuttgart 1891/3.
-

Figuren-Erklärung

zu Taf. II.

Fig. 1. Medianschnitt durch das Gehirn eines 1,6 cm langen Katzenembryo.

Fig. 2. Medianschnitt durch das Gehirn eines 3,4 cm langen Katzenembryo.

Fig. 3. Medianschnitt durch das Großhirn vom 4 cm langen Katzenfötus.

Fig. 4. Medianschnitt durch das Großhirn vom 6 cm langen Katzenfötus.

Fig. 5. Medianschnitt durch das Großhirn vom 10 cm langen Katzenfötus.

Fig. 6. Medianschnitt durch das Großhirn vom 11 cm langen Katzenfötus.

Fig. 7. Medianschnitt durch das Großhirn vom 12 cm langen Katzenfötus (etwas von unten und hinten gesehen, daher verkürzt).

Fig. 8. Medianschnitt durch das Großhirn vom 13,5 cm langen Katzenfötus.

Fig. 9. Großhirnkammer vom 2,2 cm langen Katzenembryo. Decke entfernt, rechter Ventrikel.

Fig. 10. Schematische Darstellung des nasalen und kaudalen Gewölbeschenkels.



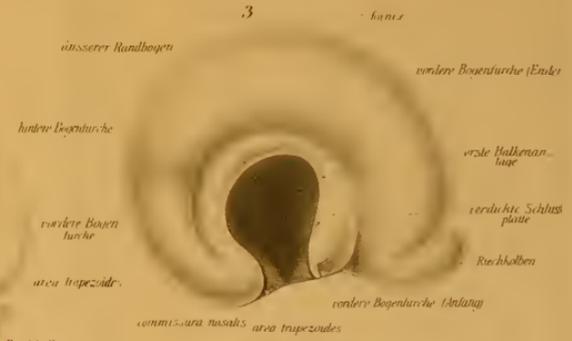
1

tela choroides
 area choroides
 vordere Bogenturche
 Riechkolben
 lamina terminalis
 area trapezoides



2

tela choroidea
 hinterer Riechkolben
 lamina terminalis
 hinterer Riechkolben



3

äußerer Randbogen
 hintere Bogenturche
 vordere Bogenturche
 area trapezoides
 Riechkolben
 commissura nasalis
 vordere Bogenturche (Ende)
 erste Balkenanlage
 verästelte Schiffsplatte
 Riechkolben
 vordere Bogenturche (Anfang)
 area trapezoides

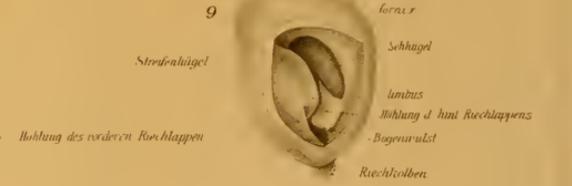


4

stria longit
 Balken
 vordere Bogenturche (Ende)



hinterer Riechkolben
 lamina terminalis
 hinterer Riechkolben

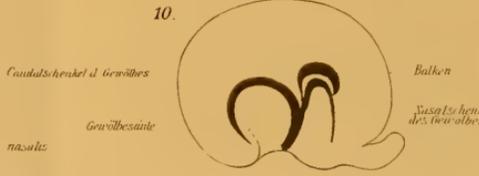


6

foram
 Sehlagel
 limbus
 Bildung d. hint. Riechkolbens
 Bogenturlet
 Riechkolben



äußere Randbogen
 hintere Bogenturche
 gyrus dentatus
 foram



8

Caudalscheitel d. Gewölbes
 Gewölbesäule
 Balken
 Vasa Eschenkel des Gewölbes
 Hohlung des vorderen Riechkolbens



9

Balkenkörper
 foram
 Sehlagel
 limbus
 Bildung d. hint. Riechkolbens
 Bogenturlet
 Riechkolben



10

äußere Randbogen
 hintere Bogenturche
 gyrus dentatus
 foram
 vordere Bogenturche
 seitliche Balkenturche
 vordere Bogenturche
 Übergang zwischen vord. u. hint. Bogenturche
 gyrus dentatus
 foram
 hintere Bogenturche
 Riechkolben
 commissura nasalis



11

Übergang zwischen vord. u. hint. Bogenturche
 septum pellucidum
 hintere Bogenturche
 foram
 Riechkolben
 commissura nasalis



12

foram
 Sehlagel
 limbus
 Bildung d. hint. Riechkolbens
 Bogenturlet
 Riechkolben
 Balkenkörper
 foram
 Sehlagel
 limbus
 Bildung d. hint. Riechkolbens
 Bogenturlet
 Riechkolben
 Balkenkörper
 foram
 Sehlagel
 limbus
 Bildung d. hint. Riechkolbens
 Bogenturlet
 Riechkolben

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: [NF_22](#)

Autor(en)/Author(s): Martin Paul

Artikel/Article: [Bogenfurche und Balkenentwicklung bei der Katze. 221-246](#)