

# ÜBER DIE VASKULARISATION DER HAUT DES SCHÄPELDACHES MENSCH- LICHER EMBRYONEN

VON

FERDINAND HOCHSTETTER

W. M. K. AKAD.

MIT 2 TAFELN UND 5 TEXTFIGUREN

---

VORGELEGT IN DER SITZUNG AM 11. MAI 1916.

---

Wenn man das Glück hat, menschliche Embryonen von etwa 25 bis 26 *mm* Steiß-Scheitellänge in dem noch unverletzten, aus irgend einem Grunde total extirpierten Uterus zu erhalten, und wenn es gelingt, Uterus und Embryonalhüllen so zu eröffnen, daß sich der Embryo nicht ausbluten kann, so ist man ganz regelmäßig in der Lage, an den Köpfen solcher Embryonen, eine durch die Füllung der Blutgefäße der Haut des Schädels bedingte, blutig gefärbte Linie zu beobachten, wie sie die nach photographischen Aufnahmen eines Embryo (E. 9.) von 25·80 *mm* Steiß-Scheitellänge hergestellten Fig. 1 bis 3 auf Taf. I zeigen. Diese Linie beginnt in der Mitte der Stirne in einiger Entfernung über der Nasenwurzel (Fig. 1), wo sie mit der gleichen Linie der anderen Körperseite, gewöhnlich unter einem spitzen Winkel zusammenstößt,<sup>1</sup> und zieht im Bogen von der Medianebene sich entfernend, über die Vorder- und Seitenfläche der Stirngegend in der Richtung gegen die Seitenfläche der Scheitelgegend. Indem sie diese erreicht hat, zeigt sie (Fig. 2) eine leichte stumpfwinkelige Abknickung, wobei die Öffnung des Winkels den sie bildet, median und scheidelwärts gerichtet ist, während der Punkt, der der Spitze des Winkels entspricht, jene Stelle bezeichnet, an welcher sich die Linie am weitesten von der Medianebene entfernt. Von da aus zieht dann die Linie wieder in sanftem Bogen weiter dorsalwärts, um schließlich ungefähr an der Stelle die Medianebene zu erreichen, unter welcher die caudale, blindsackartige Ausladung des Mittelhirnes endigt. -- Hier (Fig. 3) stößt sie wieder unter spitzem Winkel mit der gleichen Linie der Gegenseite zusammen.

Bei genauerer Betrachtung erkennt man, daß die Linie keineswegs ganz glatt und gleichmäßig gestaltet ist. Man sieht vielmehr, besonders an ihren dorsalen Teilen (Fig. 3) deutlich, ganz kleine,

---

<sup>1</sup> Bei E. 9 ist die Linie der rechten Seite nicht ganz so gekrümmt wie die der linken und so ist der Winkel, unter dem die beiden Linien an der Stirne zusammentreffen, bei diesem Embryo annähernd ein rechter.

manchmal spitzbogenförmig erscheinende, arkadenförmige Vorwölbungen gegen das von ihr begrenzte mediane Gebiet der Schädeldachhaut hervortreten, die ihr ein gezähneltes Aussehen verleihen. Untersucht man weiter die hals und nackenwärts von unserer Linie gelegenen Oberflächenteile des Kopfes mit Zuhilfenahme einer mäßig stark vergrößernden Lupe, so sieht man zahlreiche von der Gegend des Schädelgrundes aus gegen die Linie zu aufsteigende, dendritisch sich ramifizierende Blutgefäße, deren Zweigchen vielfach untereinander Verbindungen eingehen und erkennt, daß die Linie dadurch gebildet wird, daß die scheidelwärts gerichteten Endzweigchen dieser Gefäße, durch in der Regel leicht erweiterte, arkadenförmige Anastomosen untereinander in Verbindung gebracht sind. Das Bild, welches man auf diese Weise erhält, erinnert wenigstens einigermaßen an das Bild des Randes der Area vasculosa eines Vogelkeimes, die schon einen ziemlich großen Teil des Dottersackes umwachsen hat.

Der jüngste Embryo, (K. 2) bei dem ich die eben beschriebene Linie beobachten konnte, wies eine Scheitel-Steißlänge von  $23 \cdot 33 \text{ mm}$  auf. Er war ziemlich stark gekrümmt und daher sicher etwas weiter entwickelt, als es sonst Embryonen der gleichen Länge sind. Die Linie war bei ihm lange nicht so deutlich zu sehen wie bei E. 9 und einigen anderen später noch untersuchten Embryonen, weil offenbar die Blutfüllung der Gefäße eine weniger ausgiebige war. Ich konnte aber an den nach diesem Embryo

Fig. 1.



Fig. 2.



Fig. 3.



hergestellten Photographien, an denen die Linie auch sichtbar ist, im Vergleiche mit solchen von E. 9 und anderen Embryonen feststellen, daß die Linie an der Seitenfläche des Kopfes noch nicht so hoch stand, wie bei älteren Embryonen (vgl. Textfig. 1).

Ähnliche Verhältnisse darbietend, wie bei E. 9 (Textfig. 2) fand ich die Linie bei Embryonen von  $25 \cdot 20 \text{ mm}$  und  $25 \cdot 75 \text{ mm}$  Steiß-Scheitellänge. Dagegen erschien bei einem Embryo von  $27 \cdot 70 \text{ mm}$  Steiß-Scheitellänge (Ha. 15) (vgl. Textfig. 3) die Linie wesentlich weiter scheidelwärts vorgeschoben, wobei auch die spitzwinkeligen Vereinigungen der Linien der beiden Seiten in der Stirn und Hinterhauptsgegend nicht mehr dieselbe Stellung aufwiesen, wie bei E. 9. Auch sie waren scheidelwärts emporgerückt und der Winkel der Stirnvereinigung war etwas spitzer geworden, als bei jüngeren Objekten.

Ein noch etwas älterer Embryo, bei dem ich die Linie noch auffinden konnte (E. 1), hatte eine Steiß-Scheitellänge von  $37 \cdot 90 \text{ mm}$ . Bei der Betrachtung seines Profiles, war allerdings von der Linie nichts mehr zu sehen. Wenn man aber auf die Scheitelgegend seines Kopfes blickte, sah man ein rautenförmiges, anscheinend gefäßloses Feld, wie es in nachstehender Textfig. 4 dargestellt ist, das seiner Form nach der Stirnfontanelle des Schädels eines Neugeborenen einigermaßen ähnlich sieht. Dieses viereckige Feld besitzt zwei kürzere hinterhauptwärts, und zwei längere stirnwärts konvergierende Begrenzungsänder, die nur ganz wenig gebogen erscheinen, also beinahe geradlinig verlaufen. Seine zwei lateral gerichteten, gleich gestalteten Ecken, sind stumpfwinkelig, während von den beiden nach vorne und nach rückwärts gerichteten spitzwinkeligen Ecken, die stirnwärts gerichtete wesentlich spitzer ist, als ihr Gegenüber. Auch ließ sich, von der Stirnecke ausgehend, ein deutlich blutig gefärbter linearer Streifen eine kurze Strecke weit nasenwurzelwärts verfolgen.

Unsere beiden Linien waren also bei diesem Embryo im Vergleiche mit dem nächst jüngeren (Ha. 15) wieder um ein gutes Stück weiter scheidelwärts emporgerückt und hatten sich in der Stirngegend anscheinend eine Strecke weit median vereinigt, was zur Folge hatte, daß der Stirnvereinigungswinkel der beiden Linien relativ weiter scheidelwärts emporgerückt war, als der gegen das Hinterhaupt zu gerichtete Winkel.

Noch etwas weiter scheidelwärts vorgeschoben erscheinen die beiden Linien bei einem Embryo (D. Z.) von 39·40 *mm* Steiß-Scheitellänge (vgl. Textfig. 5). Dabei zeigte das von ihnen begrenzte rautenförmige Feld nicht nur eine Verschmälerung in seinem queren, sondern auch eine leichte Verkürzung in seinem frontooccipitalen Durchmesser. Vor allem aber boten seine occipitalen Begrenzungsschenkel insofern ein unregelmäßiges Aussehen, als sie medianwärts eingebogen erschienen, wobei die Einbiegung rechterseits wesentlich stärker war als links.

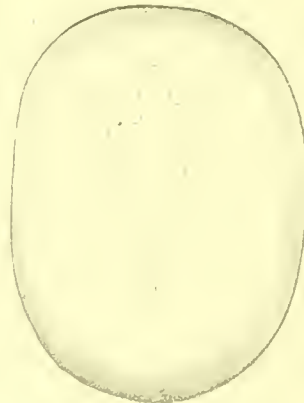
Ob diese bei D. Z. nachweisbaren Einbiegungen eine regelmäßige Erscheinung bei dem Vorschieben der beiden Linien in der Richtung gegen die Medianebene zu bedeuten oder nicht, vermag ich vorläufig nicht anzugeben. Nur das eine kann ich sicher sagen, daß in der Folge beide Linien, so wie das von ihnen begrenzte Feld, vollständig verschwinden. Schon bei einem Embryo von 40·60 *mm* Steiß-Scheitellänge (Ha. 12) konnte ich keine Spur mehr von ihnen nachweisen.

Als ich die eben beschriebenen Verhältnisse bei einem Embryo von 25·20 *mm* Steiß-Scheitellänge zum ersten Male beobachtet hatte, hielt ich den sich in so eigentümlicher und charakteristischer Weise

Fig. 4.



Fig. 5.



begrenzenden Gefäßbezirk für den der Schichte des häutigen Craniums angehörigen und glaubte sein Erscheinen als die Anzeige oder den Vorläufer für die beginnende Ossifikation des häutigen Craniums ansehen zu können. Die Untersuchung der Schnittserie durch den Kopf des in Betracht kommenden Embryo belehrte mich jedoch bald eines besseren. Die Gefäße, welche unsere so sehr auffallende Linie erzeugen, gehören der Haut an und verlaufen in der Subcutis, beziehungsweise in dem Zellager, aus dem sich später das subcutane Zellgewebe entwickelt. Die Lage oder der Stand der Linie aber zeigt uns an, wie weit jeweils die Vaskularisation der Haut scheidelwärts vorgeschritten ist.

Fig. 8 (Taf. II) zeigt einen Schnitt durch die Schichten der Schädelswölbung über einer Großhirnhemisphäre im Bereiche unserer Linie, eines Embryo von 25·20 *mm* Steiß-Scheitellänge (Peh. 4). Die Epidermis (E.) präsentiert sich an einem solchen Schnitte als aus zwei Lagen platter Epithelzellen gebildet, was nur bei Untersuchung mit starker Vergrößerung zu sehen ist. Unter ihr folgt ein Lager ziemlich gleichartig gestalteter embryonaler Bindegewebszellen (C.), deren Fortsätze untereinander in Verbindung tretend, in den verschiedensten Richtungen verlaufen. An vielen Stellen der Schädelswölbung liegen, so wie auch im Bereiche des Schnittes der Fig. 8 die unmittelbar an die Epidermis angeschlossenen Zellen etwas dichter bei einander, als die weiter in der Tiefe gelegenen, doch ist dies wieder an anderen Stellen nicht in dem gleichen Maße der Fall und außerdem ist der Übergang der oberflächlich gelegenen, dichter aneinander angeschlossenen Zellen in die viel lockerer gruppierten Zellen der tieferen Schichten

ein so allmählicher, daß von einer beginnenden Sonderung dieser Bindegewebslage in Lederhaut und subcutanes Gewebe, wie ich glaube, noch nicht gut gesprochen werden kann. Sehr deutlich aber tritt unter der Gewebslage, die später die Subcutis zu bilden bestimmt ist, die Anlage der Galea aponeurotica (G.) hervor. Sie erscheint als ein dünnes Lager dichter aneinander anschließender Bindegewebszellen, mit vorwiegend tangential verlaufenden Fortsätzen. Dieses Lager tritt auch schon aus dem Grunde besonders hervor, weil das unter ihm befindliche subgaleotische Gewebe (S. G.) wieder recht locker gewebt ist und zwischen seinen Zellen ziemlich weite, offenbar mit Flüssigkeit gefüllte Räume freiläßt. Unter dieser ziemlich dicken Schichte subgaleotischen Gewebes liegt dann die Anlage des häutigen Craniums (m. C.). An ihr können wir drei Schichten unterscheiden, die ich als innere (i. p.) und äußere periostale (ae. p.) und als mittlere Zwischenschichte bezeichnen möchte. Diese drei Schichten sind auch an Fig. 8 auf Taf. II deutlich zu erkennen. Viel schöner sind sie aber an Schnitten zu sehen, die die Schädelwölbung etwa in der Mitte treffen. Alle drei Schichten scheinen lamellär gebaut zu sein. Dabei besteht die innere periostale Schichte, deren Zellen wie die der äußeren dicht gedrängt liegen, aus mehr Zellen wie die äußere, während die an Zahl spärlichen Zellen der Zwischenschichte weitere Zwischenräume zwischen sich fassen. Es ist also die äußere periostale Schichte des häutigen Craniums etwas dünner, als die innere.

Zwischen der letzteren und der Großhirnoberfläche endlich liegt jene Gewebeschicht (M.), die als meningeale bezeichnet werden muß, weil aus ihr nicht nur die ganze Leptomeninx, sondern auch ein guter Teil der harten Hirnhaut entsteht. Sie führt an der Stelle des Schnittes, die unsere Figur wiedergibt, nur in ihrer unmittelbar an das Gehirn angrenzenden Schichte Blutgefäße. Und zwar finden sich hier Blutgefäße in besonders großer Zahl, so daß die Hirnoberfläche fast ganz von ihnen bedeckt erscheint. Diese der Hirnoberfläche unmittelbar angeschlossene, gefäßführende Gewebsschicht ist die Anlage der pia mater cerebri.

Das meningeale Gewebe bildet gerade an der Stelle des Schnittes, die abgebildet wurde, eine verhältnismäßig dünne Lage. Medial von der abgebildeten Stelle aber, im Bereiche der Mantelkante der Hemisphäre ist das Lager dieser Schichte recht ansehnlich dick, füllt es doch den nicht unbeträchtlich großen Raum zwischen den abgerundeten Rändern der Hemisphärenblasen und dem häutigen Cranium aus und beherbergt die Anlage des großen Sichelblutleiters. Es besteht aus Bindegewebszellen mit zahlreichen Fortsätzen, die untereinander zusammenhängend, ein von zahlreichen mit Flüssigkeit gefüllten Lücken durchsetztes, schwammartig gebautes Gerüstwerk bilden, das von den an das Gehirn herantretenden und von ihm abgehenden, größeren Blutgefäßen durchzogen wird. Während aber dieses meningeale Gewebe im Bereiche des Schädelgrundes an den meisten Stellen schon deutlich in eine durale und eine leptomeningeale Schichte gesondert ist, findet man von einer solchen Sonderung in dem Gebiete, das unsere Figur abbildet und im Bereiche der sogenannten primitiven Hirnsichel noch keine Spur.

Was nun die Blutgefäßdurchschnitte anbelangt, die an dem Schnitte unserer Figur und an ähnlichen Schnitten sichtbar sind, so finden sich solche, wie schon erwähnt, an der Oberfläche des Gehirnes in der Anlage der pia mater cerebri und außerdem nur noch in der Subcutis. In der Schichte des häutigen Schädeldaches sind weder an der Stelle, die Fig. 8 abbildet, noch auch medianwärts von ihr Gefäßdurchschnitte aufzufinden. Ja man muß noch eine gute Strecke an der Schädelwölbung lateral und basalwärts suchen, bis man im häutigen Cranium auf die ersten Blutgefäßdurchschnitte stößt. Und zwar finden sich dieselben in seiner inneren periostalen Schichte, oder zwischen dieser und der Mittelschichte in nicht allzugroßer Zahl.

Wesentlich anders liegen in dieser Beziehung die Dinge bezüglich der Subcutis. Diese ist bis an unsere Linie heran besonders reich von Blutgefäßen durchzogen und so sieht man an Durchschnitten die lateral, respektive basalwärts von der Linie geführt sind, zahlreiche Blutgefäßdurchschnitte in der der Galea, beziehungsweise Epicraniananlage unmittelbar angrenzenden Schichte der Subcutis, die besonders auch deshalb in die Augen springen, weil sie prall mit Blutkörperchen gefüllt sind. Doch reicht der Bezirk im Bereiche dessen so viele Gefäßdurchschnitte zu sehen sind, nur bis zu dem Punkte, der dem Durchschnitte der früher beschriebenen blutig gefärbten Linie entspricht, während von hier an (vgl. Fig. 8, Taf. II) median-

wärts, die Anlage von Cutis und Subcutis vollkommen gefäßlos ist. Unsere blutig gefärbte Linie ist somit durch nichts anderes hervorgerufen, als durch eine Art Randgefäß (R. G.), das den bereits zahlreiche Gefäße führenden Bezirk der Kopfhaut gegen einen der Gefäße noch vollkommen entbehrenden abgrenzt. Dieses Randgefäß wird dadurch gebildet, daß, wie dies schon früher (p. 4 [538]) angegeben wurde, die sich baumförmig verästelnden Blutgefäße der Hautgaleaplatte an ihren scheidelwärts gerichteten Enden durch meist etwas erweiterte, bogenförmige Anastomosen untereinander in Verbindung stehen. Fig. 8 (Taf. II) zeigt uns nun einen Längsschnitt durch einen solchen Endzweig bei seinem Übergange in das Randgefäß, beziehungsweise, da es sich höchst wahrscheinlich um eine Vene handelt, bei seinem Ursprunge aus demselben.

Ähnliche Bilder wie das eben beschriebene, lieferten auch die Schnitte durch den Kopf von K. 2, bei dem die Grenze der Area vasculosa cutis noch nicht so weit scheidelwärts vorgerückt war, wie bei Peh. 4. Aber auch die Schnitte durch die Schädeldächer der etwas älteren Embryonen Ha. 1 (mit 26·5 mm), Ha. 15 (mit 27·7 mm Stirn-Scheitellänge) und E. 1 zeigten keine wesentlich anderen Verhältnisse. Stets war der von den beiden Randgefäßen der Area vasculosa cutis abgegrenzte mediane Hautbezirk vollkommen gefäßlos. Dagegen konnte ich schon bei Ha. 1 feststellen, daß sein ganzes häutiges Cranium von Gefäßen durchzogen war und zwar fanden sich die Gefäßdurchschnitte in der Regel in seiner mittleren Schichte, der inneren periostalen Schichte unmittelbar anliegend.

Wie sich der Rand der Area vasculosa cutis allmählich scheidelwärts emporschiebt, konnte ich mit Sicherheit nicht ermitteln. Ich habe den Eindruck, als würden sich von den arkadenförmig gegen das gefäßfreie Feld der Schädeldachhaut vorgebogenen Gefäßen neue bogenförmige Anastomosen mit Nachbargefäßen bilden und auf diese Weise eine ganz allmähliche Ausbreitung der Area vasculosa in der Richtung gegen den Scheitel erfolgen. Wenigstens sehe ich beim Verfolgen des Randes der Area vasculosa cutis durch die Schnittreihen der verschiedenen daraufhin untersuchten Embryonen, da und dort, zwischen zwei großkaliberigen Gefäßarkaden einzelne ganz schwache, capillare Gefäße den Rand dieser Area bilden und neige der Meinung zu, daß es sich in diesen dünnen Gefäßen um neugebildete handle.

Auch darüber vermag ich bestimmtes nicht auszusagen, wie schließlich die letzte gefäßfreie Partie der Haut der Scheitelgegend vascularisiert wird, denn einen Embryo, bei dem die beiden Begrenzungsränder der Area vasculosa cutis ganz nahe aneinander herangerückt waren, hatte ich nicht das Glück zu erhalten. Sollte das in Textfigur 5 dargestellte oder ein ähnliches Verhalten regelmäßig während der Entwicklung auftreten, so würde dies beweisen, daß während anfänglich der Rand der Area vasculosa in allen seinen Teilen ziemlich gleichmäßig scheidelwärts vordringt, zum Schlusse ein unregelmäßiges Vorwachsen von Gefäßarkaden an einzelnen Randpartien gegen die Mitte zu platzgreifen würde.

Der jüngste Embryo, bei dem ich den Rand der Area vasculosa cutis bei einfacher Oberflächenbetrachtung seines Kopfes beobachten konnte, war, wie schon erwähnte K. 2 (mit einer Scheitel-Steißlänge von 23·33 mm. — Damit soll aber keineswegs gesagt sein, daß dieser Rand erst bei Embryonen dieses Alters deutlich sichtbar wird. Ich bin vielmehr der Meinung, daß man ihn unter günstigen Verhältnissen, das heißt bei entsprechender Blutfüllung der Gefäße, auch noch bei etwas jüngeren Embryonen, dann aber freilich auch wieder in etwas größerer Entfernung vom Scheitel wird beobachten können. Mindestens sehe ich an Schnittserien durch menschliche Embryonen bis zu 17·0 mm Steiß-Scheitellänge herab Gefäßdurchschnitte in dem die Cutis und Subcutisanlage darstellenden Bindegewebslager an der Seitenfläche des Kopfes, in der Nachbarschaft des Schädelgrundes in ziemlich großer Zahl. Dabei ist zu dieser Zeit der Entwicklung im Gebiete der Schädelswölbung von der Anlage der Galea aponeurotica noch keine Spur zu sehen. Ich kann mir nun recht gut vorstellen, daß, wenn bei solchen Embryonen die Gefäße der Haut des Kopfes prall mit Blut gefüllt sind, auch bei ihnen, der von den Gefäßen eingenommene Bezirk und vor allem seine Grenze gegen den gefäßlosen Abschnitt der Haut wenigstens einigermaßen hervortreten wird.

Natürlicherweise finden sich auch noch bei jüngeren Embryonen in der Haut an der Seite des Kopfes Blutgefäße entwickelt und wenn ich nur für Embryonen bis zu 17 mm Steiß-Scheitellänge herab bestimmtere Angaben gemacht habe, so liegt das vor allem daran, daß der nächstjüngere Embryo dessen Schnittserie ich untersuchen konnte, Pal. 1 (Steiß-Scheitellänge 14·60 mm), zwar recht gut erhalten war, aber weil stark ausgeblutet, für die Untersuchung seiner kleineren Blutgefäße ganz ungünstige Verhältnisse darbot. Sicherlich waren auch bei ihm an der Seite des Kopfes in der Anlage der Cutis schon Blutgefäße vorhanden. Dagegen vermochte ich bei einem vorzüglich erhaltenen und mit stark blutgefüllten Gefäßen versehenen Embryo von 12·88 mm größter Länge (Ha. 8) noch keine Spur von solchen Gefäßen nachzuweisen.

Jedenfalls geht die Vascularisierung der Haut des Schädeldaches von dem der Gegend des Schädelgrundes benachbarten Oberflächenabschnitte des Kopfes aus. Der Rand des sich hier bildenden und sich von hier aus vergrößernden Gefäßbezirkes der Haut schiebt sich dann, wie wir zeigen konnten, ganz allmählich scheidelwärts empor. Dabei erfolgt dieses Vorschieben in der gleichen Richtung, in welcher sich nicht nur die Differenzierung des häutigen Craniums und der dura mater cerebri, sondern auch die der Hautgaleaplatte vollzieht.

Über die Art und Weise, wie diese Differenzierung erfolgt, liegen bisher nicht allzuviel Angaben vor. Über die Bildung des häutigen Primordialcraniums bei menschlichen Embryonen berichtet Bardeen (1. Bd. I, p. 453) folgendes: »Der Ursprung des Kopfmesenchyms wurde schon beschrieben (p. 301); seine Struktur ist zunächst ziemlich locker, doch bald verdichtet es sich an verschiedenen Stellen. Diese Verdichtungen zeigen gewöhnlich die beginnende Differenzierung des Mesenchyms in Muskeln und verschiedenartige Bindegewebsstrukturen von mehr oder weniger ausgesprochener Form an, als da sind: Sehnen, Fascien, Lederhaut, submucöse Häute, Gehirnhäute, Organteile der Sinnesorgane und die Anlagen des Schädels und Kehlkopfskelettes. Die häutige Anlage des Kopfskelettes entwickelt sich allmählich aus mehreren Verdichtungscentren, zum Teil bildet sie sich in Knorpel um und stellt dann das Chondrocranium dar.« Auf p. 407 heißt es dann weiter: »Das Dach der Schädelhöhle wird durch ein dichtes häutiges Lager gebildet; das bei Embryonen von 5 bis 11 mm Länge zuerst an der Seite des Kopfes deutlich wird. In diesem Stadium findet man eine Platte dichten Gewebes zwischen dem caudolateralen Winkel der Orbita und dem caudalen Seitenfortsatz der Occipitalplatte, sie liegt lateral vom Ganglion Gasseri und von der Labyrinthkapsel, die sie berührt; unten steht sie mit dem Processus orbito temporalis und dem dichten Gewebe der Kiemenspaltenregion in Verbindung.

Diese Platte dehnt sich allmählich so aus, daß sie eine vollständige häutige Wölbung bildet, ventral geht sie in den ventrolateralen Rand des häutigen Gewebes der Ethmoidal und Orbitalregion des Schädelgrundes über, lateral verbindet sie sich mit der Ala temporalis des sphenoidale, der Gehörkapsel und dem lateralen Teile des occipitale, caudalwärts geht sie kontinuierlich in die viel dünnere membrana reuniens dorsalis, des Rückenmarkkanales über.

In der Periode, mit der wir uns beschäftigen, füllt das Gehirn die Schädelhöhle nur teilweise aus; eine große Menge lockeren Mesenchyms liegt zwischen dem Gehirn und dem Boden und der Wölbung der Schädelhöhle. Besonders reichlich ist dies Gewebe in der Gegend der Hirnbeugen und um die Hemisphären (Fig. 266), in ihm entwickeln sich Falx cerebri und andere membranöse Stützapparate des Gehirns«.

Diese Angaben Bardeen's sind zweifellos zutreffend. Auch geht aus ihnen hervor, daß dieser Autor richtig erkannt hat, daß die Differenzierung des häutigen Primordialcraniums von den Seiten des Kopfes gegen die Scheitelregion zu erfolgt.

Über die Differenzierung der Lederhaut und des Unterhautzellgewebes im Bereiche des Kopfes liegen, so weit ich sehen konnte, keine Angaben vor und ein gleiches muß auch bezüglich der Bildung der Galea aponeurotica gesagt werden. Denn Futamura (2), dem wir ziemlich ausführliche Angaben über die Entstehung der Gesichtsmuskeln und des M. epicranii verdanken, hat über die Entstehung der Galea aponeurotica eigentlich keine genaueren Angaben gemacht. Das eine allerdings erhellt aus

seinen Ausführungen, daß die Bildung des *M. epicranii* vom Gesichte und von der Hinterhauptgegend ausgeht und daß er sich also aus zwei vollständig getrennten Anlagen bildet. Er sagt darüber folgendes (p. 472): »Obgleich der *M. epicranii* im ausgebildeten Zustande eine durch die Galea aponeurotica zusammenhängende einheitliche Muskelplatte bildet, bestand er doch, wie wir zeigten im Anfangsstadium der Entwicklung aus zwei ganz getrennten Teilen, die sich später erst so innig vereinigen. In der 7. Woche kommt es zu einer Verbindung des Occipitalteiles und des Gesichtsteiles, des Platysma, und so zur Bildung des *M. fronto occipitalis*. In welcher Weise sich diese Verbindung herstellt, hat der Autor nicht näher ausgeführt, doch ersieht man aus seiner Figur 5B auf p. 450, wenn seine Konstruktion richtig ist, daß die Verbindung der beiden Muskeln an der Seitenfläche des Kopfes erfolgt. Ob aber eine Verbindung der beiden *Epicranii*platten der beiden Kopfhälften untereinander, das heißt über die Mittelebene hinweg in irgend einer Weise besteht oder zu Stande kommt, darüber äußert sich Futamura nicht und es ist weder aus dem Texte seiner Arbeit zu entnehmen, noch auch aus den beigegebenen Figuren ersichtlich, ob er das Zustandekommen einer solchen Verbindung beobachtet hat. Freilich heißt es auf p. 473: »Der Scheitelteil der *M. frontooccipitalis* bildet sich im Laufe der weiteren Entwicklung ziemlich stark zurück; die genauen Zeitpunkte und die Einzelheiten dieses Prozesses kann ich nicht genau angeben, da die Embryonen in dieser Gegend wegen der Herausnahme des Gehirnes häufig sehr stark verletzt waren.« Aber Belege für die Richtigkeit dieser Angabe bringt der Autor keine bei und auf welche Teile der *Epikranii*platte sich die Rückbildung erstreckt, ist auch nur insofern angedeutet, als sich der Autor auf Ruge bezieht, indem er (p. 473) ausführt: »Die von Ruge nach vergleichend anatomischen Beobachtungen erkannte Tatsache, daß der bei niederen Wirbeltieren noch einheitliche *M. fronto-auriculo-occipitalis* durch die mächtige Ausbildung des Schädeldaches eine Rückbildung erfahren muß, findet sich größtenteils auch in der Ontogenie des Menschen wieder. Nach Ruge ist der Teil der Galea aponeurotica, der sehnig parallelfasrige Struktur zeigt, an die Stelle der ehemals vorhandenen Muskeln getreten, während die anderen Stellen der Galea, die aus den ganz ungeordneten, nach allen Richtungen sich durchkreuzenden Bindegewebsbündeln zusammengesetzt sind, von vorne herein bindegewebig waren.«

Über die Differenzierungsrichtung der harten Hirnhaut sind wir etwas besser unterrichtet. Aus einer Arbeit von Salvi (3) geht mit voller Klarheit hervor, daß sich die harte Hirnhaut im Gebiete des späteren Schädelgrundes zuerst zu differenzieren beginnt, so daß man hier an Durchschnitten verhältnismäßig frühzeitig genau erkennen kann, wo die Grenze zwischen *Leptomeninges* und *Dura mater* liegt und daß die Differenzierung der *Dura* im Gebiete der Schädeldachwölbung und die Bildung der großen Hirnsichel sehr viel später erfolgt.

Wenn man also auf Grund der eben gemachten Angaben sagen kann, daß es eine bekannte Sache ist, daß die Differenzierung des *M. epicranii*, des häutigen Schädeldaches und der harten Hirnhaut ganz allmählich von den basalen Partien des Kopfes über seine Stirn, Hinterhaupt und Seitenfläche scheidelwärts erfolgt, so liegen doch keine genaueren Angaben über die Reihenfolge der sich dabei abspielenden Vorgänge vor. Ich will deshalb kurz die Befunde schildern, die ich in dieser Richtung an den mir zur Verfügung stehenden Schnittserien durch menschliche Embryonen gewinnen konnte. Und zwar werde ich mich dabei der Hauptsache nach auf die Schilderung der Verhältnisse in der Mittelhirn, beziehungsweise Scheitelgegend des Kopfes beschränken, weil das die Gegend ist, gegen welche hin die Differenzierung der einzelnen Schichten fortschreitet und im Bereiche deren in Folge dessen diese Schichten auch am spätesten gegeneinander abgrenzbar, also sichtbar werden. Während man nämlich, um nur ein Beispiel anzuführen, an Frontalschnitten im Bereiche der Seitenfläche des Kopfes den *M. epicranii* schon als eine dünne, das subcutane vom subgaleotischen Gewebe sondernde Schichte auf das deutlichste erkennen kann, bilden über dem Mittelhirn die Anlagen von *Cutis*, *Subcutis*, *Galea aponeurotica* und subgaleotischem Gewebe noch lange eine einheitliche Masse ziemlich gleichförmig gestalteter Zellen.

Fig. 4 (Taf. II) zeigt uns einen Schnitt durch die in der Mitte gelegenen Teile des Mittelhirndaches und der über ihm liegenden Schichten eines Embryo von zirka  $7\text{ mm}$  größter Länge (Chr. 1). Wir sehen an ihm unter der überaus dünnen Epidermis (E.) zunächst eine einfache Lage, anscheinend platter tangential angeordneter Mesodermzellen, deren Fortsätze da und dort mit einander zusammenhängen. Unter ihr finden wir dann, dem Mittelhirndache unmittelbar aufliegend, Blutgefäßdurchschnitte (Bl. G.), zwischen denen auch wieder einzelne Mesodermzellen liegen. Verfolgt man im Schnitte die an unserer Figur sichtbaren Schichten nach der Seite hin, so sieht man, wie die unter der Epidermis gelegenen Mesodermzellen rasch an Menge zunehmen und wie sie schließlich an der Seite des Mittelhirns ein ansehnlich dickes Lager bilden, welches einerseits mit dem in der Mittelhirnbeuge befindlichen mächtigen Lager weniger dicht liegender Zellen und andererseits mit den viel dichter gelagerten Massen von Zellen an der Seitenfläche des Kopfes, zwischen Oberhaut und v. capitis lateralis und deren Wurzelzweigen zusammenhängt. Dieses letztere Zellager nun ist für uns von besonderem Interesse, weil es, wie der Vergleich mit Schnitten durch ältere Embryonen ergibt, die Anlage des bindegewebigen Primordialcraniums nebst allen zwischen ihm und der Epidermis liegenden Schichten darstellt.

Bei einem Embryo von  $12.88\text{ mm}$  größter Länge (Ha. 8) liegen die Verhältnisse im Bereiche des Mittelhirndaches noch immer ähnlich wie bei Chr. 1, nur hat sich die Zahl der an dieser Stelle unter der Epidermis gelegenen Mesodermzellen nicht unerheblich vermehrt. Auch liegen diese Zellen nicht nur dichter aneinander gedrängt, so daß sie eine wirklich zusammenhängende Lage bilden, sondern sie schließen auch dicht an die Epidermis an. Außerdem zeigen die an der Oberfläche des Mittelhirndaches zwischen den hier befindlichen Blutgefäßdurchschnitten gelegenen Zellen nun schon ein von den über ihnen gelagerten etwas verschiedenes Aussehen. Sie werden jenen Zellen ähnlich, die wir im Bereiche der Mittelhirnbeuge angesammelt finden, deren Fortsätze nach den verschiedensten Richtungen ziehen und bezüglich deren es ziemlich klar ist, daß sie ein Lager meningealen Gewebes zu bilden bestimmt sind. Verfolgt man das subepidermoidale Zellager im Schnitte nach der Seitenfläche des Kopfes hin, so kann man ähnliche Verhältnisse feststellen wie bei Chr. 1, das heißt, es geht dieses Zellager kontinuierlich in das seitlich zwischen V. capitis lateralis und ihren Zweigen einer- und der Epidermis andererseits befindliche dichtere Zellager über, an dem auch jetzt noch keine deutliche Differenzierung in häutiges Primordialcranium und darüber liegende Schichten erkennbar ist, hängt aber an der Seite des Mittelhirnes auch mit dem die Mittelhirnbeuge ausfüllenden locker gewebten Zellager zusammen.

Sehr viel weiter fortgeschritten wie bei Ha. 8 ist die Differenzierung der Schichten des Kopfes bei einem Embryo von  $17\text{ mm}$  Steiß-Scheitellänge (Ha. 7). Vor allem zeigt uns ein Schnitt durch die Gegend des Mittelhirndaches (Fig. 5, Taf. II), daß das subepidermoidale Lager dicht aneinander anschließender mesodermaler Zellen (m. C.) an Mächtigkeit sehr erheblich zugenommen hat, so daß in der Medianebene mindestens schon drei Schichten platter, übereinander liegender Zellen gezählt werden können. An der Seitenfläche des Kopfes aber ist schon allenthalben bis weit hinauf gegen die Mittelhirnwölbung die Sonderung des häutigen Craniums von den übrigen nach außen von ihm liegenden Schichten vollzogen. Ja in dem Gebiete, in welchem bereits von einer Area vasculosa cutis gesprochen werden kann, erscheint auch die gemeinsame Anlage von Cutis und Subcutis von einer unter ihr liegenden Schichte mehr locker gefügten, das häutige Cranium unmittelbar bedeckenden Gewebes gesondert, das später, wenn an den betreffenden Stellen der M. epicranium gebildet ist, zwischen diesen und das häutige Cranium zu liegen kommt. Nach aufwärts aber, also über der oberen Grenze der Area vasculosa cutis fließt dieses Lager mit dem Bindegewebslager der Haut, wie ich die gemeinsame Anlage von Cutis und Subcutis der Einfachheit halber nennen will, zusammen, doch ist es vermöge seiner lockeren Beschaffenheit, wenigstens eine kleine Strecke weit, noch ziemlich gut von ihm zu sondern. Weiter scheidelwärts ist dies dann freilich auch nicht mehr möglich, da das dem häutigen Cranium unmittelbar aufliegende Bindegewebe dieselbe Beschaffenheit zeigt, wie das Hautbindegewebe.



Schließlich sieht man, wie noch weiter scheidelwärts das Lager von Hautbindegewebe, indem es an Dicke abnimmt, seinem Gefüge nach dem Bindegewebslager, das uns als Anlage des häutigen Craniums erscheint, immer ähnlicher wird, bis schließlich beide Lager aneinander anschließend nicht mehr von einander gesondert werden können. So kommt es, daß über dem Mittelhirn die Verhältnisse bestehen, die der in Fig. 5 (Taf. II) wiedergegebene Schnitt zeigt, an dem also unmittelbar unter der Epidermis eine einheitlich gestaltete, ziemlich dicht gefügte Bindegewebslage folgt, die man, da an sie hirnwärts unmittelbar ein allerdings noch sehr dünnes Lager lockeren meningealen Gewebes anschließt, nicht abgeneigt wäre als Anlage des häutigen Craniums zu betrachten. Über dem Zwischenhirndache liegen freilich die Verhältnisse insoferne schon wieder etwas anders als hier, auch im Bereiche der Medianebene zwischen Epidermis und Anlage des häutigen Craniums als Fortsetzung des Hautbindegewebslagers der seitlichen Partien des Kopfes eine Lage von einzelnen tangential gelagerten Bindegewebszellen zu sehen ist.

Auch bei einem Embryo von 17·80 *mm* Steiß-Scheitellänge (Sp. 1) ist über dem Mittelhirndache die Schichtenfolge noch immer die gleiche und ich bringe Fig. 6 (Taf. II) eigentlich nur aus zwei Gründen; erstens, weil an dem Schnitte, dessen Bild sie wiedergibt, das in der Mittelebene über der Dorsalseite des Mittelhirns befindliche Lager meningealen Gewebes im Vergleiche mit dem entsprechenden Lager von Ha. 7 schon recht mächtig geworden ist und zweitens, weil auch die zwischen diesem Lager und der Epidermis befindliche aus dicht gedrängten, tangential gestellten platten Bindegewebszellen bestehende Schichte, mindestens dreimal so dick erscheint, wie die gleiche Schicht von Ha. 7. Trotzdem läßt sich an ihr wenigstens im Bereiche des Mittelhirndaches, noch eben so wenig wie dort, mit einiger Sicherheit eine oberflächliche Schichte als mediale Fortsetzung des an der Seite des Kopfes schon wohl differenzierten Hautbindegewebslagers, von einer tiefen als häutiges Cranium zu bezeichnenden Schichte sondern.

Bei einem Embryo von 21·33 *mm* Steiß-Scheitellänge (Li. 2) zeigt ein Frontalschnitt durch die Gegend der Commissura posterior (C. p.) (Fig. 7, Taf. II), daß nun auch schon in diesem Gebiete das häutige Cranium (m. C.) sich von einer recht mächtigen darüber liegenden Bindegewebschichte, welche die Anlage von Cutis, Subcutis, Galea aponeurotica und subgaleotischem Gewebe umfaßt, deutlicher zu sondern beginnt. Auch sieht man wie das über dem Hirndach befindliche Lager meningealen Gewebes weiter an Mächtigkeit zugenommen hat. Nun ergibt das Studium der Schnittserie, daß bei diesem Embryo auch die Sonderung der Hautgaleaplatte gegen das subgaleotische Gewebe, deren Beginn wir schon bei Ha. 7 nachweisen konnten, an der Seite des Kopfes schon ziemlich weit scheidelwärts vorgedrungen ist. Es ist dieses an den Schnitten deshalb gut zu sehen, weil sich das ziemlich zellarme und lockere subgaleotische Gewebe, gegen das viel zellreichere und dichtere Gewebe der Hautgaleaplatte ziemlich scharf abgrenzt. Vielleicht darf sogar bei diesem Embryo schon von dem Vorhandensein einer Galea oder Epicraniusplattenanlage gesprochen werden, denn gerade entsprechend der Linie, entlang deren sich in den Schnitten das Hautbindegewebslager gegen das subgaleotische Gewebe abgrenzt, finden sich einzelne dichter bei einanderliegende Mesodermzellen, die diese Grenze deutlicher hervortreten lassen. Auch im Bereiche der Area vasculosa cutis finden sich solche dichter gelagerte Zellen an der medialen Seite der Gefäße, also dort, wo bei älteren Embryonen die Epicraniusplatte gefunden wird. Bemerkenswert ist, daß die Sonderung von Hautgaleaplatte und subgaleotischem Gewebe bei diesem Embryo, obwohl sie, wie wir sehen konnten, über dem Mittelhirne noch nicht nachzuweisen war, im Gebiete des Hemisphärenhirnes allenthalben, also auch im Bereiche der Medianebene ziemlich deutlich sichtbar ist. Was aber die Mesodermzellen anbelangt, die uns in ihrer Gesamtheit als Anlage der Epicraniusplatte erscheinen, so vermag ich zunächst über ihre Natur insoferne nichts bestimmtes anzugeben, als ich, da sie einander so ähnlich sehen wie ein Ei dem andern, nicht sagen kann, welche von ihnen als Myoblasten und welche als werdende Bindegewebszellen anzusehen sind.

Lederhautanlage und subcutanes Gewebe sind bei Li. 2 noch nicht von einander zu sondern. Immerhin liegen die an die Epidermis anschließenden Mesodermzellen, dort wo keine Abhebung der

Epidermis stattgefunden hat, wie dies in der Gegend des Schnittes der Fig. 7 (Taf. II) der Fall war, dichter bei einander, als die entfernter von der Epidermis befindlichen. Bezüglich des meningealen Gewebslagers von Li. 2 kann gesagt werden, daß zwar im Bereiche des Schädelgrundes die Grenze zwischen den Anlagen der Dura mater und der Leptomeninx schon recht deutlich ist, aber im Gebiete des Mittelhirndaches (vgl. Fig. 7, Taf. II) und der Gegend des großen Sichelblutleiters und der sogenannten primitiven Hirnsichel von einer Sonderung dieser beiden Schichten noch nichts wahrgenommen werden kann.

Ein gleiches gilt auch für den Embryo von 25·2 *mm* Steiß-Scheitellänge (Peh. 4) von dem der in Fig. 8 (Taf. II) wiedergegebene Schnitt her stammt. Auch bei ihm ist in der gleichen Gegend eine solche Sonderung noch nicht angebahnt. Dagegen ist bei ihm die Anlage der Galea aponeurotica, wie Fig. 8 (Taf. II) zeigt, schon sehr wohl ausgebildet. Auch lehren die das Mittelhirn treffenden Schnitte, daß die Galeaanlage jetzt auch schon in diesem Gebiete sichtbar wird, daß also die Differenzierung der Galea in diesem Stadium die Mitte der Dorsalseite des Mittelhirnes bereits erreicht hat. Daß bei dem Embryo an der Seitenfläche des Kopfes die Epicraniananlage schon recht kräftig geworden ist, braucht wohl nicht besonders hervorgehoben zu werden.

Noch später als im Gebiete der Scheitelgegend die Differenzierung der Galea aponeurotica sichtbar wird, erfolgt in der Gegend des großen Sichelblutleiters die Abgrenzung der Anlage der Dura mater von der der Leptomeninx und die Bildung der Falx cerebri aus einem Teile des zwischen den Hemisphären befindlichen meningealen Gewebes. Vollkommen gut erkennbar sehe ich die Anlage der Falx cerebri erst bei einem Embryo von 46·4 *mm* Steiß-Scheitellänge (Peh. 2), bei dem auch im Bereiche des großen Sichelblutleiters die Grenze zwischen duralem und leptomeningealem Gewebe deutlich hervortritt. Doch ist auch bei diesem Embryo die Scheidung von Dura mater und Leptomeninx in der Scheitelgegend noch keineswegs vollzogen. Leider bin ich nicht in der Lage anzugeben, wann bei menschlichen Embryonen auch an dieser Stelle der capillare Spalt auftritt, der die Dura mater cerebri von der Leptomeninx sondert. Nach dem Studium von Schnitten ist nämlich darüber gewöhnlich nichts positives auszusagen, weil, soweit meine Erfahrung reicht, Dura mater und Leptomeninx, auch wenn der sie trennende Spalt schon gebildet ist, einander in der Regel so innig anliegen, daß man das Vorhandensein des Spaltes in den meisten Fällen nicht mit Sicherheit feststellen kann. Nur wenn man Gehirne gut fixierter Embryonen frei präpariert, wird es manifest, wenn kein Zusammenhang zwischen Dura mater und Leptomeninx mehr besteht. Leider habe ich, als ich zum Zwecke der Untersuchung der Hirnentwicklung eine größere Zahl von Gehirnen menschlicher Embryonen des 3. und 4. Monats präparierte, über diesen Punkt keine Aufzeichnungen gemacht. Jedenfalls vollzieht sich aber die Bildung des subduralen Spaltraumes ebenso allmählich, wie die Differenzierung der harten Hirnhaut selbst und tritt deshalb naturgemäß der Spalt im Bereiche des Schädelgrundes, also dort zuerst auf, wo auch die Grenze zwischen duralem und leptomeningealem Gewebe zuerst zu sehen war. So sehe ich bei einem Embryo von 54·0 *mm* Steiß-Scheitellänge (E. 4) den Spalt im Bereiche des Schädelgrundes und im Bereiche der Seitenflächen der Hemisphären an einzelnen Schnitten der Serie schon vollkommen deutlich, finde aber, daß bei dem gleichen Embryo die Bildung der Falx cerebri noch immer nicht ganz vollendet ist.

Recht spät wird auch im Bereiche des Kopfes die Sonderung der Anlage der Lederhaut von der der Subcutis deutlich. Angedeutet sehe ich sie schon bei dem Embryo E. 1 von 37·90 *mm* Steiß-Scheitellänge. Bei ihm erscheinen insbesondere im Bereiche der Seitenfläche des Kopfes die unmittelbar unter der Epidermis gelegenen Mesodermzellen vermehrt und infolge dessen auch dichter aneinandergeschlossen als in den tieferen Schichten des Hautbindegewebslagers. Noch deutlicher wird diese Erscheinung bei Ha. 12 und Peh. 4, Embryonen von 40·6 *mm* und 46·4 *mm* Steiß-Scheitellänge. Gut differenziert aber finde ich die Lederhaut im Bereiche des Kopfes erst bei einem Embryo von 54·0 *mm* Steiß-Scheitellänge. Und bei diesem ist sie dann auch in der Scheitelgegend schon genau ebenso gut gegen das subcutane Gewebe abzugrenzen, wie an anderen Stellen.

Begreiflicherweise habe ich mich beim Studium meiner Schnittserien auch ganz besonders bemüht, herauszubekommen, in welcher Weise die Bildung der einzelnen Schichten im Gebiete der Schädelswölbung vor sich geht. Ob diese Schichten, wenigstens von einem gewissen Zeitpunkte an, an Ort und Stelle dadurch entstehen, daß die einzelnen Lagen, des hier befindlichen gleichförmig gestalteten Zellagers allmählich eine andere Beschaffenheit annehmen, oder ob auch in späteren Entwicklungsstadien noch ein Vorschleichen von Zellmassen von der Seitenfläche des Kopfes aus in der Richtung gegen die spätere Scheitelgegend zu erfolgt, und ob diese sich vorschleibenden Zellmassen, die vorerst noch aus indifferenten mesodermalen Elementen bestehen, erst wenn sie an Ort und Stelle angelangt sind und nachdem eine gewisse Zeit verstrichen ist, den Charakter annehmen, der ihrer Herkunft entspricht.

Daß in frühen Entwicklungsstadien eine solche Zellverschiebung erfolgt, darüber kann ja wohl kaum ein Zweifel obwalten. Denn wenn sich das Hirnröhr von der Epidermis getrennt hat, entbehrt es an seiner Dorsalseite zunächst einer Bedeckung durch mesodermale Zellen. Diese gelangen erst von der Seite her allmählich dahin, wo wir sie dann später finden, also auch in die Gegend über dem Dache des Mittelhirnes. Es ist nun die Frage, vermehren sich diese Zellen in der Folge an Ort und Stelle, und bilden sie so allmählich allein das Material für alle später in der Scheitelgegend sich bildenden Schichten, oder werden diese Schichten außer durch die Vermehrung der schon hier befindlichen Zellen auch noch dadurch gebildet, daß immer wieder neue Zellen von der Seite des Kopfes her emporwandern und das schon vorhandene Zellager vermehren helfen, wobei auf diese Weise sekundär das Bildungsmaterial für ganz neue Schichten antransportiert würde. So könnte man sich beispielsweise vorstellen, daß die Zellen, aus denen sich die Galea aponeurotica bildet, auf diese Weise sekundär in das Gebiet der Schädelswölbung gelangen. Wird ja doch und wie ich glaube mit vollem Recht allgemein angenommen, daß die Zellen, die das Bildungsmaterial für den *M. epicranii* liefern, wie dies auch aus Futamura's Angaben hervorgeht dem Blastem des zweiten Kiemenbogens entstammen und also allmählich in das Gebiet, in welchem sich dann später der *M. epicranii* befindet, einwandern, um hier diesen Muskel zu bilden.

Freilich kann ich gerade bezüglich der Anlage der Galea aponeurotica eben nur sagen, daß ich in einem bestimmten Entwicklungsstadium in dem unter der Epidermis befindlichen Bindegewebslager im Bereiche der Schädelswölbung, in einer gewissen Entfernung von der Oberfläche eine Anzahl von Mesodermzellen, die sich von ihren Nachbarn kaum unterscheiden, etwas dichter bei einander liegen, und so eine Art Grenze gegen eine Schichte weniger dicht gelagerter über und unter ihnen befindlicher Zellen bilden sehe. Ich kann weiter mitteilen, daß ich diese bestimmte Lagerung der Zellen nur bis zu einer bestimmten Stelle in der Nähe der Scheitelgegend deutlich, und von da an scheidelwärts immer weniger und weniger deutlich sehe, bis ich schließlich mit Bestimmtheit sagen kann, daß in der Gegend über dem Mittelhirndache keine bestimmt gelagerten Zellen mehr aufzufinden sind, die als Anlage der Galea aponeurotica bezeichnet werden könnten. Freilich sind aber die in dieser Gegend in der betreffenden Schichte gelegenen Zellen, obwohl sie sich von ihren Nachbarn in keiner Weise mehr unterscheiden, von einer solchen Form und Beschaffenheit, daß ich mir sehr wohl vorstellen kann, wie sie, indem sie sich vermehren und etwas umlagern, auch in der Scheitelgegend die Anlage der Galea aponeurotica zu bilden vermöchten. Nur kann ich allerdings auch, wenn ich annehme, daß sich die Galea aus bereits an Ort und Stelle befindlichen Zellen bildet, doch auch wieder nicht ausschließen, daß diese Zellen nicht an Ort und Stelle entstanden sind, sondern einige Zeit bevor die Differenzierung der Galea erfolgte, von der Seite des Kopfes her ins Gebiet der Schädelswölbung gelangt waren.

Dieses Beispiel zeigt, wie die Frage, ob auch in späteren Entwicklungsstadien noch ein Emporschleichen von Mesodermzellmassen von der Seite des Kopfes her, die bestimmte Schichten im Gebiete der Schädelswölbung zu bilden hätten, erfolgt, oder nicht, auf Grund der aus der Betrachtung der Schnitte gewonnenen Befunde nicht leicht zu beantworten ist.

Und trotzdem bin ich geneigt, ein solches Emporschleichen mindestens noch für Embryonen aus der ersten Hälfte des zweiten Monats anzunehmen. Es sind vorwiegend zwei Gründe, die mich veranlassen, diese Annahme zu machen. Der eine Grund liegt darin, daß ich in dem unter der Epidermis über dem

Mittelhirndache befindlichen dichten Bindegewebslager trotz eifrigem Suchens in keinem Falle eine Kernteilungsfigur auffinden konnte, während ich wenigstens bei Embryonen zwischen 7 und 13 *mm* größter Länge, besonders in den dichteren Mesoderm lagern, unter der Seitenfläche des Kopfes regelmäßig einzelte, in einem Falle aber sogar ziemlich zahlreiche derartige Figuren nachweisen konnte. Diese Tatsache scheint mir einerseits zu beweisen, daß die Vermehrung der Zellen des dichten Bindegewebslagers über dem Mittelhirndache jedenfalls keine rege sein kann, und daß die Dickenzunahme dieses Lagers nicht nur durch Teilung der seinem Verbands angehörnden Zellen wird erfolgen können. Andererseits spricht sie für eine regere Proliferation der Zellager an der Seite des Kopfes und für die Möglichkeit der Abwanderung von in diesen Lagern neugebildeten Zellen in der Richtung gegen den Scheitel zu. Vor allem aber scheinen mir, und dies ist der zweite Grund, der mich zu meiner Annahme bestimmt, die einigermaßen ähnlichen, nur sehr viel klarer und einwandfreier zu beobachtenden Entwicklungsvorgänge an der Dorsalseite des Rückenmarkes für meine Ansicht zu sprechen.

Wenn man einen Querschnitt durch die Gegend des Rückenmarkes eines menschlichen Embryo von zirka 7 *mm* größter Länge (Chr. 1) (vgl. Fig. 9, Taf. II) betrachtet, so sieht man an der Dorsalseite des Markes zwischen ihm und der Epidermis eine Mesodermmasse, die seitlich zwischen der Hautmuskelpatte (H. M. P.) und dem Rückenmarke (M. sp.) einerseits mit der Mesodermmasse zusammenhängt, die in der unmittelbaren Umgebung der letzteren, auch die Spinalganglien umschließend, durch ihre lockere Fügung als meningeales Gewebe sich kenntlich macht, während sie andererseits auch in die wesentlich dichter gefügte, unmittelbar an die Muskellamelle der Hautmuskelpatte und weiter an der Ventralseite des Markes die Chorda umschließende Mesodermmasse, in der wir schon die Anlage eines Wirbels erkennen, übergeht. Zweifellos entstammt diese ganze Gewebsmasse, die also nicht nur die Wirbelanlage und das meningeale Gewebe, sondern auch die dorsale Bedeckung des Rückenmarkes umfaßt, dem Sklerotom des Urwirbels. Diese dorsale Bedeckung hat sich dabei so gebildet, daß sich die in Betracht kommenden Zellen, nachdem sie aus dem Verbands des Sklerotoms des Urwirbels frei geworden waren, an der dorsalen Kante des Urwirbels vorbei zwischen Medullarrohr und Epidermis vorschoben, bis sie die Dorsalseite des letzteren vollkommen bedeckten. In der Folge haben sie sich dann wohl auch durch Teilung vermehrt, bis schließlich jenes ziemlich dicke Zellager gebildet war, das wir in Fig. 9, Taf. II, vor uns sehen. Verfolgt man nun die weitere Entwicklung dieses Zellagers, so kann man leicht feststellen, daß sich aus ihm einerseits eine dem Marke unmittelbar aufliegende, locker gefügte Schichte meningealen Gewebes bildet, während sich andererseits, die der Epidermis näherliegenden Zellagen, indem sich ihre Elemente inniger aneinander anschließen, zu jener Membran ausgestalten, die schon lange als *Membrana reuniens posterior* bekannt ist.

Diese Membran schließt seitlich und ventralwärts unmittelbar an das die Anlage der Bogenwurzeln der Wirbel bildende verdichtete Mesodermgewebe an, steht aber außerdem seitlich auch noch im Zusammenhange mit den Anlagen der Rückenmuskeln und der sie bedeckenden Fascie. Sie bildet mit dem Wirbelblastem zusammen die Anlage der Wirbelsäule und kann, wie ich glaube, ohne daß man dabei den Tatsachen Gewalt antun würde, mit dem dorsalen häutigen Teil des Primordialcraniums verglichen werden. Hängt sie doch auch, wie schon Bardeen (1) richtig hervorgehoben hat, in der Hinterhauptsgegend kontinuierlich mit dem häutigen Primordialcranium zusammen.

Wir können also über die Genese der *Membrana reuniens posterior* aussagen, daß sie sicher aus Zellen, die dem Sklerotom des Urwirbels entstammen, gebildet wird und können ebenso sicher angeben, daß ihr bis zu einem bestimmten Zeitpunkte die Epidermis unmittelbar aufliegt. Vergleicht man nun einen Querschnitt durch das Rückenmark und seine dorsale Bedeckung eines Embryo, bei dem die *Membrana reuniens posterior* schon gut differenziert ist, mit einem Durchschnitte durch die Gegend des Mittelhirndaches von Ha. 7 (vgl. Fig. 5), so kann man an beiden Schnitten eine genau gleiche Schichtenfolge nachweisen.

Später tritt dann zwischen *Membrana reuniens posterior* und Epidermis allmählich ein Lager von lockerem, subepidermoidalem Bindegewebe auf. Dabei geht die Bildung dieses Lagers so vor sich, daß

sie über den cranialen Partien des Rückenmarkes früher erfolgt, wie über den caudalen, so daß man eventuell an einem und demselben Embryo, je nachdem man weiter cranial oder weiter caudal geführte Querschnitte untersucht, die verschiedenen Entwicklungsstadien der Bildung dieses Bindegewebslagers zu sehen bekommen kann.

Fig. 10 (Taf. II) gibt das Übersichtsbild eines Querschnittes durch das Rückenmark und die Wirbelsäule eines menschlichen Embryo (Pal. 1) von 14·60 mm größter Länge in der Höhe der Anlage des 8. Brustwirbels, bei dem in dieser Höhe die Bildung dieses Bindegewebslagers eben begonnen hat und also in ihren ersten Anfängen sichtbar ist. Die Figur zeigt uns vor allem außer dem Rückenmarke und dem dieses sowie die Spinalganglien einhüllenden Lagers meningealen Bindegewebes, das einen recht breiten Raum einnimmt, die Anlage des Wirbelkörpers (W. K.) und der Bogenwurzeln (B. W.), die im Begriffe sind, zu verknorpeln. Sie zeigt uns aber auch besonders deutlich den Durchschnitt der Membrana reuniens posterior (M. r. p.), die die dorsalen Enden der Bogenwurzelanlagen der einen mit denen der anderen Seite verbindet, wobei sie eine Art Dach über der Dorsalseite des Rückenmarkes bildet. Sie erscheint auf dem Durchschnitte auch schon bei schwacher Vergrößerung recht scharf gegen das Hüllgewebe des Rückenmarkes abgegrenzt. Von der Seite her erhält sie dadurch eine Verstärkung, daß von der Dorsalseite der Anlage der langen Rückenmuskeln (l. R. M.) her eine Bindegewebsmasse in sie einstrahlt, die wohl kaum etwas anderes als die Anlage der Fascia lumbo dorsalis und der Sehne des M. latissimus dorsi sein kann. Dorsal liegt der Membran in der Mitte und auch noch etwas seitlich von der Mitte die Epidermis unmittelbar an, ohne jedoch fester mit ihr zusammenzuhängen. Dieser Umstand erklärt es, warum man so häufig die Epidermis etwas von der Membrana reuniens posterior abgehoben findet, eine Abhebung, die auch das Präparat, nach dem unsere Figg. 10 und 11, Taf. II hergestellt wurde, zeigt.<sup>1</sup> Ganz seitlich aber erscheint die Epidermis von der Membrana reuniens posterior dadurch etwas abgedrängt, daß von der Seite her zwischen diese beiden Membranen vereinzelt Bindegewebszellen vordringen. Untersucht man den Schnitt bei stärkerer Vergrößerung (vgl. Fig. 11, Taf. II), so gewinnt man sofort die Überzeugung, daß die vordringenden Zellen (C. G.) nicht dem Zelllager der Membrana reuniens entstammen, sondern daß es sich um Zellen handelt, die im Begriffe sind, aus dem an der Seitenfläche des Rumpfes bereits mächtig entwickelten Lager cutanen, beziehungsweise subcutanen Bindegewebes auszuwandern, wobei man den Eindruck erhält, als würden diese Zellen in dem Spalt zwischen Epidermis und Membrana reuniens vorwärts kriechen, bis sie schließlich auch die Medianebene erreichen. Es sind Zellen, die in letzter Linie wohl sicher der Cutislamelle der Hautmuskelpalte entstammen.

Die Stelle von der aus dieses Vordringen von Zellen erfolgt, ist auch bei der Betrachtung der Rückenfläche von Embryonen der in Betracht kommenden Entwicklungszeit sehr gut kenntlich. Sie entspricht jener Längsrinne die jederseits von der wulstförmig vorspringenden Rückenmarksgegend sichtbar ist, und deren Durchschnitt auch an unseren Figuren als ein stumpfer, einspringender Winkel des Oberflächenkonturs erscheint. Durch ein weiteres Nachrücken von Zellen, wohl aber auch dadurch, daß die einmal bis zu einem bestimmten Punkte vorgedrungenen Zellen, sich dann an Ort und Stelle vermehren, entsteht schließlich allmählich jenes ziemlich mächtige Lager von Bindegewebe, welches wir bei etwas älteren Embryonen, zwischen Epidermis und Membrana reuniens posterior eingeschoben finden. Anfänglich entbehrt dieses Bindegewebslager noch der Blutgefäße und erst nach einer gewissen Zeit sind solche in ihm nachzuweisen. Es wird also erst vaskularisiert, wenn es ein gewisses Alter, oder eine gewisse Reife erlangt hat.

Ist über der Wirbelsäule das Hautbindegewebslager gebildet, so zeigt ein Schnitt durch die Rücken-gegend, dieselbe Schichtenfolge über dem Rückenmarke, wie wir sie zum Beispiel bei Li. 2 (vgl. Fig. 7, Taf. II) auch über dem Mittelhirndache fanden. Während wir aber über die Herkunft des Hautbindegewebes an der Dorsalseite der Wirbelsäule die bestimmte Auskunft geben können, daß es nicht der

<sup>1</sup> Offenbar erfolgt, wenn die Blutzirkulation zu stocken beginnt, leicht eine Transsudation von Flüssigkeit in den sonst capillaren Spalt zwischen Membran und Epidermis, die diese Abhebung zur Folge hat.

Membrana reuniens, sondern in letzter Linie der Cutislamelle des Urvirbels entstammt, können wir über die Herkunft der entsprechenden Gewebsschichte über dem häutigen Cranium in der Gegend des Mittelhirndaches keine bestimmteren Angaben machen. Wir können nur die Vermutung aussprechen, daß es, so wie das gleiche über der Wirbelsäule auch nicht an Ort und Stelle entstanden, sondern von der Seitenfläche des Kopfes emporgewachsen ist, was wir wahrscheinlich nur deshalb nicht bestimmt sehen können, weil sich die Zellen, um die es sich dabei handelt, dicht aneinander und so an die Zellen des häutigen Craniums anlegen, daß sie von den letzteren nicht deutlich unterschieden werden können. So bin ich zum Beispiel der Überzeugung, daß bereits bei Sp. 1 (vgl. Fig. 6, Taf. II) das cutane Bindegewebslager in der Mittelhirngegend, wenn auch vielleicht nur in dünner Schichte, vorhanden ist, sich aber von dem Bindegewebslager des häutigen Craniums wegen seines gleichen Aussehens nicht abgrenzen läßt. Mag nun die Bildung des cutanen Bindegewebslagers im Bereiche der Schädelwölbung in der von mir angenommenen oder in einer anderen Weise vor sich gehen, so ist doch das eine sicher, daß das Hautbindegewebslager an der Seite des Kopfes früher gebildet wird, als das der Scheitelgegend und daß schon dieser Umstand erklärt, warum dieses Bindegewebslager an der Seite des Kopfes zuerst Gefäße erhält und die sich hier bildende Area vasculosa cutis erst allmählich scheidelwärts vorschiebt. Daß ich dabei das Vorschieben nicht wörtlich meine, habe ich übrigens schon früher hervorgehoben.

Schließlich möchte ich noch bemerken, daß es mir nicht möglich war, bei Säugerembryonen über die Ausbreitung der Blutgefäße in der Haut des Schädeldaches eingehendere Beobachtungen zu machen. Der hauptsächlichste Grund dafür war der, daß ich, nachdem ich die im vorstehenden beschriebenen Beobachtungen an menschlichen Embryonen gemacht hatte, keine Gelegenheit mehr hatte, lebende Säugerembryonen der in Betracht kommenden Entwicklungsstadien zu untersuchen. Seinerzeit allerdings, als ich solche Embryonen in großer Zahl lebensfrisch in Fixierungsflüssigkeit einbrachte und dabei häufig vorher bei Lupenvergrößerung betrachtete, war mir nichts aufgefallen, was an die Bilder erinnert hätte, die ich neuerdings von menschlichen Embryonen erhalten habe. Vielleicht waren zufälligerweise die Embryonen der in Betracht kommenden Stadien, die in meine Hand fielen, etwas stärker ausgeblutet und konnte deshalb nichts von einer Area vasculosa cutis an ihnen entdeckt werden. Es wäre aber auch möglich, daß gerade bei Kaninchen- und Katzenembryonen, die ich vor allem in größerer Zahl untersuchen konnte, die Blutgefäße der Area vasculosa cutis entweder überhaupt oder mindestens vor allem in den Randpartien dieser Area enger sind als bei menschlichen Embryonen, wozu noch kommen könnte, daß bei ihnen ein eigentliches Randgefäß der Area gar nicht oder nur mangelhaft ausgebildet wird. Das würde dann natürlich auch in befriedigender Weise erklären, warum eine Area vasculosa cutis capitis bei solchen Embryonen noch nicht beobachtet werden konnte. Da sich aber die Schichten über der Schädelwölbung wohl bei allen Säugern in ganz ähnlicher Weise und auch in derselben Richtung differenzieren dürften wie beim Menschen (für das Kaninchen und die Katze kann ich das bestimmt sagen) und auch bei ihnen das Mittelhirn immer diejenige Hirnpartie sein wird, die verhältnismäßig lange Zeit dicht unter der Epidermis liegt und außer von dieser nur noch von jener dünnen Lage skeletogenen und meningealen Gewebes bedeckt wird, über der erst verhältnismäßig spät die Schichte des cutanen Bindegewebes erscheint, während sie an der Seitenfläche des Schädels schon lange vorher sichtbar war, also die Cutis und Subcutis über dem Mittelhirn auch bei allen Säugern ihrer Entstehung nach jünger sein wird als die an der Seitenfläche des Kopfes, wird wohl auch die Vascularisierung der Haut der Schädelwölbung bei den Säugern in ganz ähnlicher Weise vor sich gehen wie beim Menschen. Es wird also auch bei ihnen voraussichtlich eine gewisse Zeit hindurch in der Scheitelgegend ein gefäßfreies Feld der Haut beobachtet werden können. Was das Kaninchen anbelangt, so glaube ich nach den von mir an Frontalschnittserien durch Köpfe von Embryonen dieses Tieres gemachten Wahrnehmungen sagen zu können, daß Embryonen von 15 bis 17 mm größter Länge für solche Beobachtungen geeignet sein werden.

---

## Buchstabenerklärung.

- ae. p. = äußere periostale Schichte des häutigen Primordialeraniums.  
 B. W. = Anlage der Wirbelbogenwurzel.  
 Bl. G. = Blutgefäße.  
     C. = Anlage der Cutis und Subcutis.  
     Ce. = Hirnwand.  
     Ch. = Chorda dorsalis.  
 c. G. = cutanes Bindegewebe.  
 C. p. = Commissura posterior.  
     E. = Epidermis.  
     G. = Anlage der Galea aponeurotica.  
 H. M. P. = Hautmuskelplatte.  
     i. p. = innere periostale Schichte des häutigen Primordialeraniums.  
 I. R. M. = Anlage der langen Rückenmuskeln.  
     M. = meningeales Gewebe.  
     m. C. = häutiges Primordialeranium.  
 m. C. + c. G. = Schichte aus der das häutige Primordialeranium und die über ihm liegenden bindegewebigen Schichten entstehen.  
 M. r. p. = Membrana reuniens posterior.  
 M. sp. = Medulla spinalis.  
     R. = Rippenanlage.  
     R. G. = Randgefäß der Area vasculosa cutis capitis.  
     S. G. = subgaleotisches Gewebe.  
 Sp. G. = Spinalganglion.  
     V. = Vene.  
 W. K. = Wirbelkörper-Anlage.

---

## Verzeichnis der zitierten Literatur.

1. Bardeen R. C. Die Entwicklung des Skeletts und des Bindegewebes. In Keibel Mall, Handbuch der Entwicklungsgeschichte des Menschen, Leipzig 1910, Bd. 1, Kapitel 11.
  2. Futamura. Über die Entwicklung der Facialismuskulatur des Menschen. Anatom. Hefte, Bd. 30, 1906.
  3. Salvi H. Listogenesi e la Struttura delle Meningi. Atti della Societa Toscana di Scienze naturali. Pisa Memorie, Vol. XVI, 1898.
-





# Tafel I.

---

## Tafel I.

---

Fig 1 bis 3.

Verschiedene Ansichten des Kopfes eines menschlichen Embryo (E. 9) von 25·80 *mm* Steiß-Scheitellänge.

(Vergr. 5fach.)

---

H. Hochstetter: Vaskularisation der Schädeldachhaut.

Tafel I



Fig. 1.

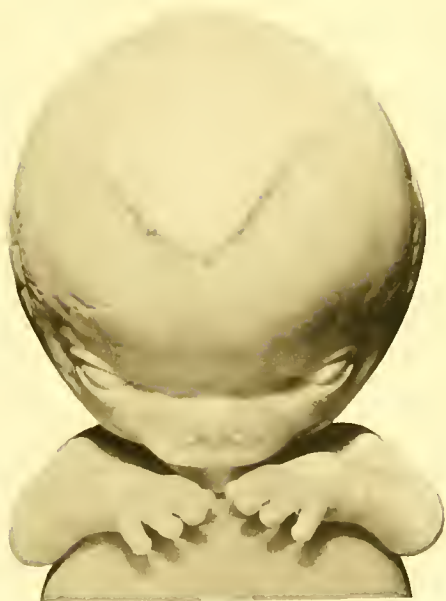


Fig. 2.



Fig. 3.



## Tafel II.



## Tafel II.

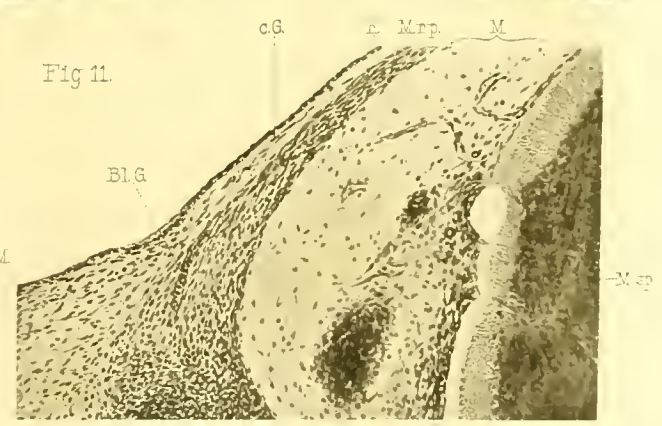
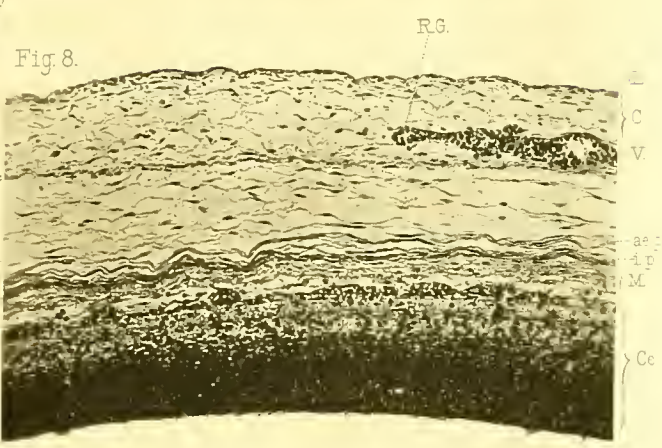
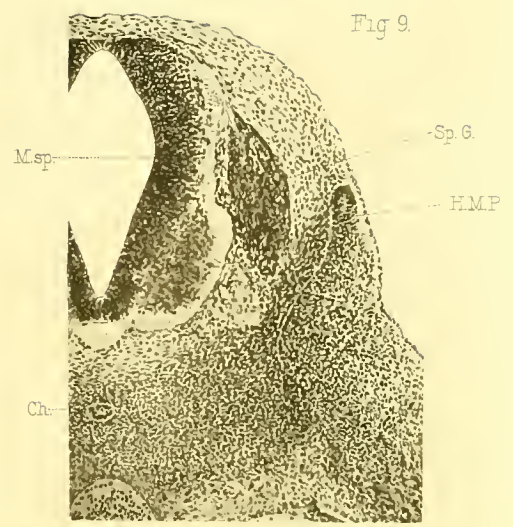
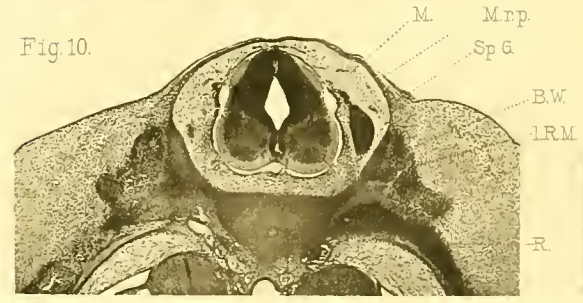
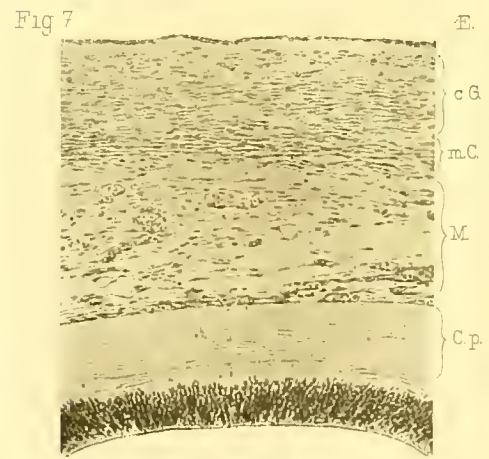
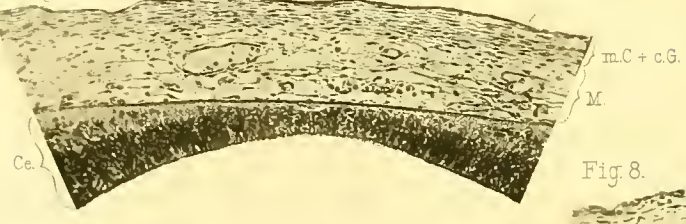
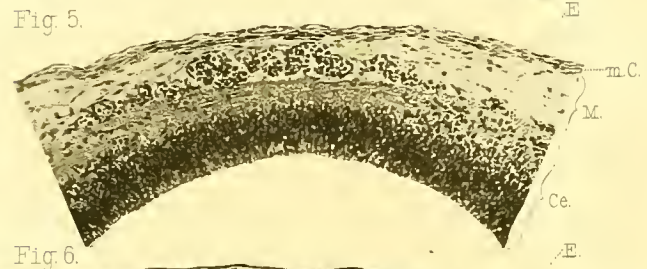
---

Fig. 4 bis 6. Schnitte durch das Mittelhirndach und die über ihm befindlichen Schichten dreier menschlicher Embryonen.  
(Vergr. 100fach.)

- > 4. Nach einem Embryo (Ch. 1) von zirka 7 *mm* größter Länge.
  - 5. » » » (Ha. 7) » 17·0 *mm* Steiß-Scheitellänge.
  - > 6. » » » (Sp. 1) » 17·8 *mm* »
  - 7. Schnitt durch die Gegend der Commissura posterior und durch die über ihr liegenden Schichten eines menschlichen Embryo (Li. 2) von 21·33 *mm* Steiß-Scheitellänge.
  - 8. Schnitt durch die Schichten der Schädelwölbung über einer Großhirnhemisphäre in der Gegend des Randgefäßes der Area vasculosa cutis eines menschlichen Embryo (Peh. 4) von 25·20 *mm* Steiß-Scheitellänge. (Vergr. 100fach.)
  - 9. Querschnitt durch das Rückenmark und seine Umgebung eines menschlichen Embryo (Ch. 1) von zirka 7 *mm* Länge (Vergr. 100fach.)
  - > 10. Querschnitt durch das Rückenmark im Bereiche der Anlage des 8. Brustwirbels und der diesen umgebenden Teile eines menschlichen Embryo (Pal. 1) von 14·60 *mm* größter Länge. (Vergr. 20fach).
  - > 11. Teil des in Fig. 10 abgebildeten Schnittes bei 100facher Vergrößerung.
-

H. Hochstetter: Vaskularisation der Schädeldachhaut.

Taf. II



W K

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Denkschriften der Akademie der Wissenschaften.Math.Natw.Kl.  
Frueher: Denkschr.der Kaiserlichen Akad. der Wissenschaften. Fortgesetzt:  
Denkschr.oest.Akad.Wiss.Mathem.Naturw.Klasse.](#)

Jahr/Year: 1917

Band/Volume: [93](#)

Autor(en)/Author(s): Hochstetter Ferdinand

Artikel/Article: [Über die Vaskularisation der Haut des Schädeldaches menschlicher  
Embryonen \(mit 2 Tafeln und 5 Textfiguren\). 535-549](#)