Das Foramen Magendii und die Öffnungen an den Recessus laterales des IV. Ventrikels.

Von

Carl Hess,
cand. med. in Heidelberg.

Mit Tafel XXIX.

Seitdem MAGENDIE 1842 in seinen »Recherches anatomiques et physiologiques sur le liquide céphalo-rachidien« die Angabe gemacht, dass an der Decke des IV. Ventrikels beim Menschen normalerweise sich eine Öffnung vorfinde, durch welche die Subarachnoidalräume des Rückenmarks mit den Hirnhöhlen in Verbindung ständen, wurde über diesen Gegenstand eine Reihe von Untersuchungen vorgenommen, doch mit so widersprechenden Resultaten, dass von Autoren wie KÖLLIKER, REICHERT und VIRCHOW die Existenz dieses Loches aufs Entschiedenste in Abrede gestellt wird, während LUSCHKA, KEY und RETZIUS, SCHWALBE u. A. die MAGENDIE'schen Angaben im Wesentlichen bestätigten.

Wenn eine neue Untersuchung des Gegenstandes schon aus diesen Gründen gerechtfertigt erschien, so war sie um so mehr deshalb nothwendig, weil auch zwischen den Angaben von MAGENDIE, LUSCHKA und KEY und RETZIUS selbst große Differenzen herrschen in Betreff der Art und Bedeutung dieser Öffnungen, so wie ihrer Beziehungen zur Pia mater.

Unter den älteren Autoren finden wir ganz unbestimmte Angaben über die Öffnungen am IV. Ventrikel bei HALLER, der ihre Existenz als nothwendig erachtet wegen des Druckes der in den Ventrikeln befindlichen Flüssigkeit, welche durch diese Öffnungen in die um das Rückenmark gelegenen Räume fließen soll. BICHAT giebt ausdrücklich an, dass sich vom Kleinhirn zur Medulla oblongata

eine kontinuirliche Membran erstrecke, findet dagegen im III. Ventrikel eine Öffnung, dadurch entstehend, dass eine von ihm als Arachnoides bezeichnete Haut sich in die Hirnhöhlen einstülpe und einen Kanal bilde, der am oberen Ende des Aquaeductus Sylvii sich nach vorn öffne. Die erste genaue Beschreibung rührt von Magendie (1) her, der am Calamus scriptorius »eine konstante, normale Öffnung« findet, »deren laterale Ränder von Plexus chorioidei gebildet werden und die nach oben von der Valvula Tarini (Velum medullare inferius) begrenzt ist. Die Größe des Loches ist bei den verschiedenen Individuen sehr verschieden und steht in direktem Verhältnis zur Menge der Ventrikelflüssigkeit.« Um es zu sehen, hebt Magendie das Kleinhirn von der Medulla oblongata etwas ab. Der Beziehungen des Loches zur Pia mater gedenkt er gar nicht.

Für den Flüssigkeitsstrom wird diesem Loch eine große funktionelle Bedeutung beigelegt, da in zwei Fällen von Hydrocephalus internus sich an Stelle desselben eine verschließende Membran vorgefunden haben soll.

Magendie's Entdeckung gerieth in Vergessenheit, bis Luschka 1855 (2) detaillirtere Angaben machte. Er findet »beim Umbeugen der Medulla aus dem Thal des Kleinhirns nach vorn, und mit Beseitigung der zahlreichen hin- und herziehenden Zellstofffäden in der Tiefe eine kleine Stelle, durch welche man direkt auf die Rautengrube sieht; — es befindet sich das Loch in der Tela chorioidea inferior, d. h. der Membran, die sich nach unten in die Pialbekleidung der Medulla oblongata fortsetzt, nach oben aber, sich umschlagend, zum Überzug des Kleinhirns wird«. Der Rand des Loches ist nach Luschka »der freie Rand einer Duplikatur, deren eines Blatt in die Pia des Kleinhirns und der Medulla übergeht, während das andere in das Ependym der Rautengrube und des Centralkanals übergeht, d. h. selbst Ependym wird«. Luschka folgert die Nothwendigkeit der Existenz des Loches aus dem Verlauf der Plexus chorioidei, welche durch dasselbe in die Subarachnoidalräume eindringen. — Die Ansicht, dass die Pia ins Innere der Ventrikel sich einstülpe, wurde von Kollmann (3) widerlegt, welch' Letzterer über die Begrenzung des Loches die Angabe macht, dass erst gegen Ende des achten Monats des Embryonallebens bindegewebige Balken an der Rautengrube auftreten, die sich vermehren und so zur Begrenzung der Öffnung werden. 1876 geben Key und Retzius (4) eine ausführliche Schilderung, die aber nichts wesentlich Neues enthält, außer einer richtigen Beschreibung des zungenförmigen plexus-

tragenden Abschnittes, der sich vom Ventrikel längs des Unterwurms hinaufzieht, und früher von Reichert (5) zwar gesehen, von diesem aber als Kunstprodukt aufgefasst worden war. Key und Retzius weisen nach, dass es eine natürliche Bildung sei. Ihrer morphologischen Bedeutung werden wir später eine eingehende Betrachtung widmen müssen. Quincke (6) sieht im Foramen Magendii eine variable, manchmal gar nicht darstellbare Bindegewebslücke, durch welche ein Lymphstrom bloß nach außen hin, nicht aber von außen nach innen fließen soll, eben so wenig wie ein abwechselndes Ein- und Ausströmen stattfinde. Eine solche physiologische Bedeutung leugnet Marc Sée (7) vollständig, obschon er sonst im Wesentlichen die Quincke'sche Auffassung theilt: nach ihm soll der Lymphstrom durch mikroskopische Poren seinen Weg finden.

Wie Sée und Quincke, so bedienten sich später in ausgedehnterer Weise Key und Retzius der Injektionsmethoden in die Subarachnoidalräume des Rückenmarks mit flüssiger oder erstarrender Masse, und sie sehen im Eindringen der Flüssigkeit in die Ventrikel den striktesten Beweis für die Existenz eines Loches. Die von A. Key und Retzius gegebene Darstellung wurde später auch durch Schwalbe (8) bestätigt.

Gegenüber diesen Angaben gelangen nun mehrere Autoren zu dem Resultat, dass das Foramen Magendii überhaupt nicht vorhanden sei: so spricht sich unter den Älteren Burdach (9) »für einen vollständigen Verschluss des unteren Endes der vierten Hirnhöhle aus«; eben so Hildebrandt und Weber; — Virchow (10) sagt darüber in seinem Handbuch der speciellen Pathologie und Therapie: »Die Subarachnoidalräume stehen in keiner offenen Verbindung mit den Hirnhöhlen«. Reichert (5) sieht die Öffnungen durchaus als Kunstprodukte an und will sogar bei sorgfältiger Untersuchung einen Verschluss nachgewiesen haben, und Kölliker (11) sagt: »Die vierte Hirnhöhle ist bei Embryonen jederzeit geschlossen und halte ich dafür, dass dies auch beim Erwachsenen die Regel ist und dass die Öffnung am Calamus scriptorius, wo sie vorhanden, keine gesetzmäßige Bildung ist, noch weniger die Löcher an den Recessus laterales.«

Die Gründe, die gegen die Existenz eines Loches sprechen sollen, werden von Marc Sée (7) in folgenden drei Punkten zusammengefasst:

1) Es sollen die beim Herausnehmen des Hirns aus der Schädelhöhle unvermeidlichen Zerrungen genügen, um eine so feine Membran, wie sie an der Decke des IV. Ventrikels vorkommt, zu zerreißen.

2) Schon Renault, später auch Luschka fanden, dass bei manchen Thieren, z. B. beim Pferde, — auch bei der Ziege, der Ventrikel geschlossen sei.

3) Die pathologischen Erscheinungen bei einer Überfüllung der Ventrikel mit Flüssigkeit sollen mit der Annahme eines Loches nicht vereinbar sein.

Die beiden letzten Punkte bedürfen keiner längeren Erörterung; wenn bei manchen Säugethieren der Ventrikel verschlossen ist, wie ich es in der That bestätigen kann, so dürfen wir daraus auf den Menschen keine Schlüsse ziehen, um so weniger, als bei den meisten Thieren die Entwicklung des Kleinhirns nach der Medulla eine ganz andere ist als beim Menschen; und wollte man etwa von der physiologischen Bedeutung des Loches ausgehend die Nothwendigkeit seiner Existenz beim Menschen in Abrede stellen, weil es beim Pferde nicht vorhanden ist, so kann man darauf erwiedern, dass durch die stärkere Entwicklung der Öffnungen an den Recessus laterales eine kompensatorische Einrichtung gegeben sein dürfte.

Was den anderen Einwurf betrifft, so mögen in pathologischen Fällen so viele Faktoren zur Verstopfung des Loches beitragen (z. B. Gerinnselbildungen etc.), dass damit für einen normalen Verschluss nichts bewiesen ist.

Eine eingehendere Besprechung erfordert dagegen der erste Einwurf und wir werden dadurch zugleich auf den Ausgangspunkt unserer Untersuchung geführt werden.

Es liegen unzweifelhaft in der Methode, deren man sich bisher zum Demonstriren des Foramen Magendii bedient hatte, große Fehlerquellen, die die Gegner anzugreifen wohl berechtigt waren. Magendie wie auch Luschka und Key und Retzius bogen gewaltsam die Medulla oblongata vom Kleinhirn ab, um das Loch zu sehen; bei diesem Verfahren konnte Reichert in dem erwähnten zungenförmigen Fortsatz wohl ein Kunstprodukt erblicken, und er giebt sogar an, dass »man die vierte Hirnkammer vollkommen verschlossen findet, wenn das Gehirn vorsichtig aus dem Schädel entfernt wird und wenn man dann unterhalb des Pons einen Querschnitt durch die vierte Hirnkammer macht« (5). Obschon ich mehrere Male nach der angegebenen Methode verfuhr, konnte ich mich doch von diesem Verhalten nicht überzeugen.

Die verschiedenen Injektionsmethoden konnten eben so zu keinem Ziel führen, da die Ergebnisse der Virchow'schen und Kölli-

KER'schen Untersuchungen denen von KEY und RETZIUS gerade entgegengesetzt sind.

Bei meiner Untersuchung habe ich nun vorzüglich darauf Rücksicht genommen, die Lagebeziehungen zwischen Kleinhirn und Medulla möglichst unverändert zu erhalten: das Kleinhirn wurde nach Abtrennung vom Großhirn so aus dem Schädel entfernt, dass nach vorsichtiger Durchschneidung der Nerven mit der Schere durch eine möglichst tiefe Durchtrennung des Marks und der Arachnoidea diese letztere an der Basalfläche des Kleinhirns wie am Übergang zur Medulla oblongata vollständig intakt blieb und auch durchaus nicht gezerrt wurde; die Hirne lagen vier Wochen in MÜLLER'scher Flüssigkeit und zwar die Hemisphären nach unten, Pons und Medulla nach oben, um eine Veränderung der Pia durch den Druck der Kleinhirntheile zu vermeiden; an den nachträglich noch in Alkohol gehärteten Hirnen suchte ich mich durch Schnittserien in verschiedenen Richtungen zu orientiren; den besten Einblick bekam ich durch Sagittalschnitte, die ich durch die Mitte des Kleinhirns und der Medulla mit einem ganz feinen Rasirmesser legte, wodurch die Pia mater niemals zerrissen wurde; die Garantie dafür lag darin, dass, wo eine noch so feine piale Membran sonst vom Schnitte getroffen wurde, diese scharfe Schnittränder zeigte.

Es wurden so über 30 Hirne von Erwachsenen, 10 von Neugebornen und 7 von Embryonen verschiedener Stadien (7, 12,5, 15, 16, 17 cm Kopf-Steißlänge) untersucht, und nur in einem einzigen später näher zu betrachtenden Falle fand ich eine dünne piale Membran als Ventrikeldecke erhalten.

In günstigen Fällen konnte ich durch der Medulla oblongata parallel gelegte Horizontalschnitte Einsicht in den IV. Ventrikel gewinnen; wenn nämlich der Vermis wenig nach hinten prominirte, so konnte man unter der über die Tonsillen sich wegspannenden Arachnoides das Foramen Magendii erblicken, so wie seinen unteren zackigen Pialrand (*a*) und seine obere Begrenzung an den Plexus chorioidei (*b*) (Fig. 1).

Machen wir nun zum genaueren Studium der lateralen Begrenzung des Loches einen Sagittalschnitt in der oben angedeuteten Weise, so sehen wir in sehr vielen Fällen folgendes Bild (Fig. 2). Auf dem nervösen Boden des Ventrikels an den Clavae zieht quer über diese ein mehr oder weniger gleichmäßiger scharfer Saum (*a*), gebildet von einer Duplikatur der Pia mater. Die untere Lamelle (a_1) geht über in den Pialüberzug der Medulla oblongata, während die

obere (a_2) in dem Maße, als sie sich von den Clavae entfernt, dünner wird, bald vielfach perforirt erscheint, und sich schließlich in ein Netzwerk von gröberen und feineren Fasern auflöst, die sich nach oben mit dem Pialüberzug der Tonsillen (b) vereinigen, und nach hinten direkt an der Arachnoidea (c) sich befestigen. Nach vorn hingegen zeigt diese Lamelle eine stärkere Konsistenz, ist weniger perforirt, biegt am Vermis scharf medianwärts um und entwickelt an dieser Stelle mächtige Plexus (p); es dehnt sich dann die Membran noch etwas über das obere Ende der Zotten hin aus, zeigt hier wieder mehrfache Perforationen (d) und ist mit dem Pialüberzug des Vermis eng verwachsen. Wenige Subarachnoidalfäden ziehen von einer Seite zur anderen.

Es zeigt uns dieses Verhalten aufs Deutlichste, dass wir es hier nicht mit einer künstlichen, durch Zerreißung entstandenen Bildung zu thun haben, und ich sehe darin das sicherste Kriterium für deren normales Vorkommen: Das MAGENDIE'sche Loch stellt in unserem Falle sich nicht als einfache Perforation einer Membran dar, derart, dass seine Ränder, in einer Ebene liegend, auf einander zustrebten; vielmehr erscheint dasselbe als das Lumen eines kurzen mehr oder weniger cylindrischen Rohres, dessen vielfach perforirte Wandungen nach oben, d. h. an dem dem Vermis zugekehrten Theile am vollständigsten sind, während nach unten und den Seiten hin die Begrenzung oft nur durch wenige Subarachnoidalfäden repräsentirt wird.

Die unendlich großen individuellen Schwankungen in der Entwicklung der Pialmembran machen die Schilderung jedes einzelnen Falles unmöglich; doch können wir, vom geschilderten Verhalten ausgehend, alle vorkommenden Variationen in zwei größere Gruppen trennen, die selbstverständlich durch vielfache Übergänge eng mit einander verknüpft sind. Die eine Gruppe charakterisirt sich durch eine mangelhaftere Entwicklung der Pia mater, während in der anderen dieselbe in größerer Ausdehnung sich erhalten hat, und oft eine breite zusammenhängende Membran darstellt.

Das Erstere ist das bei Weitem Häufigere: die laterale Pialmembran ist so stark perforirt, dass sie nur noch ein feines Maschenwerk darstellt, und auch dieses kann schwinden; es bleiben dann nur noch einzelne Subarachnoidalfäden übrig, die von einer in der Tiefe zwischen Tonsille und Medulla oblongata sichtbaren zarten Membran heraufziehen, und, sich um die Arteria cerebelli inferior schlingend, theils am Pialüberzug der Tonsille, theils an der Arachnoides sich befestigen.

Die nervösen Reste der Ventrikeldecke an den Seiten, welche als Ponticuli oder Taeniae beschrieben werden, sind in diesen Fällen schwach entwickelt, doch sieht man oft deutlich, wie sie sich eine kleine Strecke auf die piale Membran fortsetzen, da wo sich dieselbe von den Clavae abhebt. — Geht der Schwund der Pia mater noch weiter, so findet man auch von den Fäden nichts mehr, und es ist dann die laterale Begrenzung des Foramen Magendii dargestellt durch einen ganz scharfen Pialrand, der der nervösen Substanz unmittelbar aufgelagert erscheint, im Bogen über die Clavae verläuft und oft sich ein wenig verdickt zeigt.

Ja sogar noch mangelhafter kann die Pia mater entwickelt sein, so dass die Clavae und die anstoßenden nervösen Theile ohne piale Bekleidung frei zu Tage liegen, wie ich es zweimal zu beobachten Gelegenheit hatte, einmal beim Erwachsenen und einmal beim Neugeborenen, wo die Pia mater 2—3 mm vom Obex entfernt auf den Clavae selbst mit scharfem Rand absetzte (Fig. 3). Da wo die Pia mater in ausgedehnterem Maße erhalten ist, zeigt sie meist dieselbe Konsistenz wie an den anderen Theilen des Kleinhirns; zuweilen ist sie etwas derber und opaker. Am wenigsten verdünnt zeigt sie sich an den plexustragenden Theilen, die sich — weiter oberhalb — dem Vermis anlegen; hier finden wir oft die langen kontinuirlichen zungenförmigen Fortsätze.

Es lehrt die gegebene Beschreibung, dass die gewöhnliche Schilderung des Foramen Magendii als eines ovalen, scharf begrenzten Loches den Thatsachen nicht entspricht, vielmehr haben wir es mit einem Lückensystem zu thun, das durch Rarifikation der Pia oder des Gewebes, aus welchem an den anderen Hirntheilen die Pia entsteht, sich gebildet hat; die größte Lücke allerdings finden wir, wie zu erwarten steht, da, wo sich die Membran frei über einen weiten Raum wegspannen müsste.

Weniger häufig, als die Rarifikation der Pia, sind die Fälle, wo dieselbe in größerer Ausdehnung erhalten ist, und sie bieten besonderes Interesse wegen der Beziehungen zu den bei Säugethieren vorkommenden, später noch näher zu erörternden Bildungen:

Es kann zunächst das Maschenwerk der lateralen Begrenzungen zu einer mehr oder weniger zusammenhängenden Membran sich umbilden (Fig. 4), mit vielfach ausgebuchteten, unregelmäßigen Rändern, die wiederum in breitere oder schmälere Bänder auslaufen, welche sich dann an dem Pialüberzug der Tonsille und an der

Arachnoides anheften, so dass oft Bilder entstehen, die lebhaft an die Valvula mitralis des Herzens erinnern.

Es können weiter diese schmalen Bänder der lateralen Begrenzungen unter einander zusammenfließen und so eine kontinuirliche Membran bilden, die sich dann entweder nur an den Seitenrändern findet, oder auch vom oberen Ende der Plexus zum Calamus scriptorius sich hinüberspannt; diesen letzteren Fall habe ich indessen nur ein einziges Mal — bei einem Neugeborenen — beobachtet, und es zeigte sich auch hier bei näherem Betrachten die Membran an den seitlichen Theilen von feinen Lücken durchsetzt; nach oben hin löste sie sich in ein feines Fasernetz auf, das einerseits mit der plexustragenden Membran, andererseits mit der Arachnoides eng verwachsen war. Es erscheint also die Decke des IV. Ventrikels in diesem Falle als eine handschuhfingerförmige Ausstülpung mit perforirten lateralen Wandungen (Fig. 5).

In solchen Fällen sind Ponticulus, seltener auch Obex stärker entwickelt; ob die nervöse Substanz in solcher Ausdehnung vorhanden sein kann, dass die beiden Ponticuli zu einer zusammenhängenden Decke verschmelzen, bleibt dahingestellt; vielleicht sind so die beiden Fälle zu deuten, die Magendie erwähnt, obzwar er selbst es mit einer pathologischen Neubildung zu thun zu haben glaubt. Key und Retzius fanden ein einziges Mal eine nur von Pia mater gebildete Decke; Reichert's Angaben sind so unbestimmt, dass wir nichts Sicheres aus ihnen ersehen können.

Es sei schließlich noch einer interessanten Modifikation gedacht, die bis jetzt nicht berücksichtigt worden ist, obschon sie auf die Genese des Foramen einiges Licht wirft.

Wir finden nämlich gar nicht selten die plexusbildende Pia mater längs des Unterwurms so stark entwickelt, dass sie nach oben bis zur Arachnoides sich hinzieht, mit der sie entweder nur durch schmälere und breitere Bänder in Verbindung steht oder auch kontinuirlich in größerer Ausdehnung verwachsen sein kann (Fig. 6). Eine von der Verwachsungsstelle der Pia mater mit der Arachnoides zum Calamus scriptorius ziehende Membran, welche doch nach denjenigen Autoren zu erwarten wäre, welche die Existenz des Foramen Magendii leugnen, ist auch nicht einmal angedeutet. Übergangsstufen zu diesem Verhalten finden wir einmal in der mächtigeren Entwicklung des zungenförmigen Fortsatzes längs des Vermis, dann auch in dem oben gegebenen Stadium des geschlossenen Ventrikels, wo die plexustragende Pia mit der Arachnoides durch ein dichtes

Netzwerk von Fäden verbunden erscheint, ein Verhalten, das wir vielfach bei Säugethieren wiederfinden, und das sogar schon bei Vögeln angedeutet ist.

Aus der gegebenen Schilderung geht wohl zur Genüge hervor, dass das Loch an der Decke des IV. Ventrikels beim Erwachsenen und Neugeborenen ein normales Vorkommen darstellt. Doch seien in Kürze die Punkte hervorgehoben, die die Annahme einer künstlichen Entstehung des Loches unmöglich machen:

1) Man findet niemals unter Wasser flottirende Ränder oder Reste von Pialmembranen, weder an der lateralen, noch an der oberen oder unteren Begrenzung des Loches, was man bei einer künstlichen Entstehung des Loches doch wenigstens in vereinzelten Fällen finden müsste; die von Reichert erwähnten Membranreste am Unterwurm konnte ich nie finden.

2) Man kann sich nicht wohl vorstellen, wie bei einem durch Einreißen entstandenen Loch dessen Begrenzung sich als der Umschlagsrand einer Duplikatur darstellen kann, deren oberes Blatt sich distalwärts ausbreitet.

3) Der Rand eines künstlichen Loches kann sich nicht als regelmäßiger scharfer, etwas verdickter Saum darstellen, der der nervösen Substanz dicht anliegt.

4) Wenn der Pialüberzug der Clavae ein diskontinuirlicher ist, wo von künstlichem Einreißen ja nicht die Rede sein kann, so wird die Annahme einer kontinuirlichen Membran, die sich über den daneben liegenden Raum frei wegspannte, auf große Schwierigkeiten stoßen.

5) Bei den Verwachsungen der Pia mater des Unterwurms müsste man doch hier und da wenigstens Reste einer früher vorhandenen, zum Calamus scriptorius verlaufenden Membran finden, was aber nie der Fall ist.

Die Verhältnisse beim Neugebornen weichen von denen beim Erwachsenen wenig ab. Vor Allem fällt das viel reichlichere Subarachnoidalgewebe auf, welches in dem dreieckigen von Arachnoides, Medulla oblongata und unterer Kleinhirnfläche begrenzten Raum mächtig entwickelt ist; am Unterwurm finden wir den Plexus meist schon so weit hinaufgewachsen, dass er aus der Ventrikelhöhle herausragt; der piale Verschluss wurde, wie erwähnt, nur einmal gefunden. Die lateralen Begrenzungen erscheinen gleichfalls etwas vollständiger als beim Erwachsenen durch die reichlichen, vielfach mit

einander verbundenen Subarachnoidalfäden; weiter fällt ein sehr großer Blutreichthum auf, der jedoch auf die unmittelbare Umgebung der nervösen Substanz lokalisirt ist, hier als ein dichtes Netz vielfach gewundener Arterien sich darstellend. Wo eine piale Membran vorhanden ist, sieht man an deren Abgangsstelle von der Medulla oblongata die Blutgefäße scharf absetzen, so dass die ganze Membran kaum Spuren von Blutgefäßen zeigt; das Gleiche gilt für die seitlichen Grenzmembranen.

Werfen wir nun einen Blick auf die Bildungen, welche wir bei Säugethieren an der Decke des IV. Ventrikels vorfinden, so zeigen sich zum Theil beträchtliche Verschiedenheiten von den beim Menschen gefundenen Verhältnissen. Die meisten Säugethiere unterscheiden sich vom Menschen durch eine schwächere Entwicklung der Plexus mediales im Verhältnis zu den Plexus laterales und weiter durch die starke Prominenz der dem Vermis cerebelli entsprechenden Hirntheile über den Calamus scriptorius.

Sehr schwach entwickelt sind die Plexus unter den Nagern; bei Sciurus ist die Pia mater am IV. Ventrikel eine äußerst zarte Membran; sie erscheint indessen hier, wie auch bei der Ratte, kontinuirlich; unter den Insectivoren (welche stark entwickelte seitliche Plexus zeigen) ist die Tela chorioidea bei Talpa äußerst fein, aber kontinuirlich, bei Erinaceus dagegen von Lücken durchsetzt. Unter den Carnivoren finde ich eine kontinuirliche Membran beim Fuchs, eine vielfach durchbrochene bei der Katze.

Bei der Geburt nahen Rindsembryonen ist auf der ganzen, oft ziemlich langen Strecke vom Calamus scriptorius bis zum Beginn der Plexus chorioidei die Pia ersetzt durch ein Maschenwerk von feineren und gröberen Fasern, die nur ganz allmählich vorn und hinten in kontinuirliches Gewebe übergehen. (Ähnliches wie beim Rind fand ich bei einem zur Untersuchung gelangten Marder.)

Bei allen diesen, durch starke Entwicklung der mittleren Kleinhirntheile charakterisirten Formen verhält sich die zwischen Cerebellum und Calamus scriptorius eindringende Piaduplikatur wie in anderen tieferen Kleinhirnfurchen: sie ist äußerst zart, nicht selten diskontinuirlich und zeigt vielfache Verwachsungen. Unter den Primaten finde ich bei Troglodytes und Inuus große Öffnungen an den Recessus laterales, dagegen an der Ventrikeldecke bei Inuus eine kontinuirliche, wenn auch sehr zarte Membran. (Über das Verhalten bei Troglodytes konnte ich keinen Aufschluss gewinnen.)

Ganz andere Verhältnisse zeigt die Pia in den Fällen, wo der Vermis dem Calamus scriptorius nicht unmittelbar aufgelagert ist, wie beim Pferd und beim Schaf. — Der Plexus ist hier aus dem engeren Bezirk des Ventrikels durch die zwischen Clavae und medialen Kleinhirnpartien bleibende Lücke herausgetreten, indem er sich in eine Ausstülpung der Pia mater hinein entwickelt. Die Gestalt dieser Ausstülpung ist eine handschuhfingerförmige, zeigt sich aber nach den Seiten hin nur wenig ausgebildet, so dass bei Serienschnitten jederseits etwa $^1/_2$ cm vom Calamus scriptorius sich wieder der normale Piaverlauf findet. Von der Kuppe der Ausstülpung zieht beim Pferd ein festes faseriges Band zur Arachnoides hin, während beim Schaf die Kuppe der Ausstülpung selbst bis zur Arachnoides reicht. In der Ausstülpung ist beim Pferd die Pia mater von beträchtlicher Dicke und Festigkeit, so dass man, wie RENAULT angiebt, »eine kleine Nussschale voll Quecksilber durch den Aquaeductus Sylvii eingießen kann, ohne dass sie zerreißt«. Die seitlichen, dem Kleinhirn anliegenden Theile sind auch hier viel dünner, doch bleiben sie ohne Unterbrechung.

Wir mussten diese Verhältnisse beim Pferd genauer schildern, einmal wegen ihrer großen Wichtigkeit für die Beurtheilung der menschlichen Verhältnisse, dann aber wegen der Irrthümer, die sich über dieses Verhalten in allen früheren Beschreibungen finden: LUSCHKA giebt an, der Verschluss komme durch eine von der Arachnoides zur Pia mater reichende Membran zu Stande; eben so hat auch RENAULT, bei welchem wir zuerst die Angabe eines Verschlusses des Ventrikels beim Pferde finden, eine falsche Deutung desselben gegeben und bei KEY und RETZIUS finden wir eine ganz unrichtige Abbildung, nach welcher sich die Pia mater in geradem Verlauf über den Ventrikel wegspannen soll. Der abgebildete Sagittalschnitt (Fig. 7) lässt über das wahre Verhalten wohl keinen Zweifel mehr. Ob eine mangelhafte Entwicklung des Unterwurms nach hinten die Möglichkeit einer Ausstülpung gegeben, oder ob vielleicht eine sehr frühzeitige Entwicklung der Plexus nach hinten die dichte Auflagerung des Kleinhirns auf die Medulla oblongata am Calamus scriptorius unmöglich machte, muss unentschieden bleiben: ein Pferdeembryo von 15 cm Kopf-Steißlänge, in dieser Hinsicht untersucht, gab uns keine Aufklärung.

Engen Anschluss an das beim Pferd gefundene Stadium bietet das beim Schafhirn sich findende dadurch, dass wir gleichfalls die handschuhfingerförmige Ausstülpung der Pia mater, die Entwicklung der Plexus aus dem Ventrikel heraus, vorfinden; auch hiermit stimmt die bei

Key und Retzius gegebene Abbildung nicht überein. Im Unterschied vom Pferd ist aber beim Schaf die von der Kuppe der Ausstülpung zum Calamus ziehende Pialmembran nicht fest und kontinuirlich, sondern vielfach von kleineren und größeren Lücken durchsetzt.

Nachdem wir nun so beim erwachsenen Menschen und einer Reihe von Säugethieren im Foramen Magendii eine gesetzmäßige Bildung kennen gelernt, tritt die Frage nach der Ursache der Entstehung des Loches an uns heran, und wir werden die Lösung derselben erreichen durch eine Betrachtung der embryonalen Verhältnisse.

Kölliker giebt an, »dass die vierte Hirnhöhle menschlicher Embryonen jederzeit geschlossen sei«; dies habe ich nicht bestätigen können, denn bei Embryonen von 12 cm Kopf-Steißlänge fand ich schon eine Öffnung, eben so bei solchen von 15 cm und mehrfach in späteren Stadien, und zwar ging aus der Art und der Umgebung des Loches wiederum hervor, dass es kein Kunstprodukt sein konnte. Die Verhältnisse bei Embryonen ähneln sehr denjenigen bei Neugeborenen; bei einem Embryo von 15 cm Kopf-Steißlänge fand ich auch schon eine ausgedehnte Verwachsung der plexusbildenden Pia mater mit der Arachnoides, ohne Reste von einer zum Calamus scriptorius ziehenden Membran: plexusbildendes Gewebe und Pialüberzug des Vermis bildeten einen soliden Zapfen, von dessen unterer Fläche der Plexus nach dem IV. Ventrikel hin wucherte; die vom verlängerten Mark kommende Pia verdünnte sich an den Clavae auffallend und verlor sich unmerklich in dem dichten subarachnoidalen Maschengewebe. Bei jüngeren Stadien finde ich den Ventrikel nach außen abgegrenzt durch ganz gleichmäßiges dichtes Maschengewebe, so dass makroskopisch ein Verschluss allerdings vorhanden scheint; jedoch belehrt uns die mikroskopische Untersuchung eines Anderen; wir sehen dies noch deutlicher bei verschiedenen Thierembryonen, bei welchen ich zur Vermeidung von Zerrungen die Sagittalschnitte durch den ganzen Kopf legte. So finden wir z. B. bei einem Katzenembryo von 10 cm Kopf-Steißlänge (Fig. 8) die an Medulla oblongata und am Kleinhirn schon ziemlich deutlich und scharf differenzirte Pia mater am IV. Ventrikel auffallend viel dünner werden und eine Strecke weit verschwindet sie als zusammenhängende Membran gänzlich; bei Betrachtung mit bloßem Auge kann es den Anschein haben, als finde sich auch hier eine feine kontinuirliche Membran, aber mit der Lupe, noch besser mit dem Mikroskop an einem nicht zu feinen Schnitte, zeigt sich

deutlich, dass an dieser Stelle die Pia mater durch ein System feiner, lockerer Bindegewebsfasern ersetzt ist, die, vielfach durchflochten, nach vorn und hinten sich allmählich verdichten, jedoch ohne eine ganz kontinuirliche Membran zu bilden. Die epitheliale Auskleidung des Ventrikels setzt sich von dem plexustragenden Abschnitt noch eine Strecke weit auf die Pia mater fort und hört dann plötzlich auf. Ich erwähne diesen Befund bei der Katze, weil ich bei menschlichen Embryonen, so weit ich sie untersuchen konnte, wesentlich Gleiches fand, vielleicht mit dem einzigen Unterschiede, dass das Subarachnoidalgewebe etwas spärlicher ist, wie auch beim erwachsenen Menschen sich weniger Subarachnoidalgewebe als bei Thieren findet.

Solche, auch bei anderen Thierembryonen gefundene Thatsachen können zu der Auffassung hinführen, dass es vielleicht an der Decke des IV. Ventrikels überhaupt niemals zur Bildung einer kontinuirlichen Pia mater kommt; versuchen wir es, uns die Momente zu vergegenwärtigen, welche für eine solche Auffassung sprechen.

Was zunächst die Entwicklung der Pia mater angeht, so spricht Henle in seinem Lehrbuch der Anatomie zuerst die Ansicht aus, dass Pia mater und Arachnoides genetisch zusammengehörige Bildungen seien, hervorgegangen aus derselben bindegewebigen Grundsubstanz, welche anfänglich Gehirn und Rückenmark gleichmäßig umgiebt; »dieses Bindegewebe verdichtet sich nach innen zur Pia, nach außen zur Arachnoides«.

Schärfer noch präcisirt finden wir diese Anschauung bei Key und Retzius (4), welche »als weiche Haut die ganze Bindegewebslage zwischen Dura einer- und Hirn- und Rückenmarksoberfläche andererseits« bezeichnen und diese »in eine innere und äußere Verdichtungslage oder Grenzschicht: Pia und Arachnoides, und in das zwischenliegende Subarachnoidalgewebe« eintheilen. Kölliker sagt (11): Die Arachnoidea ist als eine Abzweigung der Pia aufzufassen und wird erst in den letzten Monaten des Embryonallebens deutlicher. Über die Entwicklung der Pia mater sagt er: »Noch vor der Entstehung des knorpeligen Primordialschädels bildet sich die innerste Lage der häutigen Schädelkapsel in eine weiche einfache oder gallertartige Bindesubstanz um, in der zahlreiche Gefäße sich entwickeln, und stellt die erste Anlage der Gefäßhaut des Gehirns dar.«

Es bildet sich also bei der Anlage des Hirns und Rückenmarks um dieselben eine Schicht lockeren gleichmäßigen Bindegewebes, das den Raum zwischen Dura mater und nervöser Substanz ausfüllt, und

demgemäß an den Furchen des Gehirns, so wie an allen Stellen, wo sich dasselbe bei seiner Entwicklung von der Schädelkapsel abhebt, stärker entwickelt ist, indem es so ein gleichmäßiges Anschließen an die umgebende Schädelkapsel ermöglicht.

In diesem Sinne fassen wir auch das mächtig entwickelte Subarachnoidalgewebe auf, das wir bei den embryonalen Hirnen (s. Fig. 8) zwischen Kleinhirn, Medulla und Dura mater an der Ventrikeldecke vorfinden. Die Verdichtung dieses Subarachnoidalgewebes nach innen zu einer zusammenhängenden Pialmembran findet nach KÖLLIKER (Entwicklungsgeschichte pag. 578) erst im vierten Monat der Embryonalperiode statt und ist jedenfalls mit der starken Blutgefäßentwicklung an der Oberfläche der nervösen Substanz in Zusammenhang zu bringen.

Da sich nun, wie wir gesehen haben, an der Decke des IV. Ventrikels nervöse Substanz gar nicht, oder nur höchst rudimentär in Gestalt von Ponticulus und Obex entwickelt, so muss selbstverständlich auch die Blutzufuhr zu diesen Theilen aufhören und damit schon ein wichtiger Faktor zur Entwicklung einer kontinuirlichen Pialmembran wegfallen. Es erscheint so schon in früher Embryonalperiode der IV. Ventrikel nach außen nur durch ein gleichmäßiges Maschengewebe abgegrenzt, und es kommt dann zur Bildung des Foramen Magendii durch den Zusammenfluss der kleinen Lückenräume des embryonalen Pialgewebes. Wir haben diese Entstehung des Loches direkt bei der Katze verfolgt (s. o.) und der früher beschriebene Befund bei größeren Rindsembryonen giebt dazu eine interessante Bestätigung.

Bei dieser Auffassung verliert das Foramen Magendii den Charakter des Wunderbaren, den es haben musste, so lange man sich vorstellte, dass ein in seiner Anlage geschlossenes nervöses Rohr sekundär durch Schwund der nervösen Umhüllung mit ihm ganz fremden Höhlen in Kommunikation trete, und weiter erklärt uns dieselbe alle beschriebenen Variationen auf einfache Weise. Denn wie das embryonale Gewebe sich nach außen und innen zu Arachnoidea und Pia verdichtete, so kann es auch in den zwischen beiden bleibenden Räumen in der mannigfaltigsten Weise zu kontinuirlichen Membranen sich umbilden. Dann verstehen wir die eigenthümliche Begrenzung des Foramen Magendii an den lateralen Rändern, in der wir nicht die Reste einer ursprünglich vorhandenen, sondern Theile einer neuen Membran sehen, die sich aus dem Subarachnoidalgewebe gebildet hat; wir verstehen die ausgedehnten Verwachsungen der

Pia mit der Arachnoides (s. Fig. 6), die uns so seltsam erschienen waren; wir begreifen, dass es in einzelnen Fällen auch zu einem völligen Verschluss des Ventrikels kommen kann. So wird uns auch die Angabe Kollmann's (3) verständlich, dass »erst gegen Ende des achten Monats des Embryonallebens Subarachnoidalbalken auftreten, die erst allmählich unter einander verschmelzen und so zur Begrenzung des Loches werden«.

Es erübrigt uns noch die Beantwortung der Frage, ob die erwähnte Entstehungsweise des Foramen Magendii die einzige vorkommende sei, und welche Faktoren der Bildung desselben beim Menschen so viel günstiger sind als bei vielen Säugethieren, wo wir den Ventrikel häufig verschlossen finden.

Die erste Frage angehend, so kann sich in manchen Fällen anfänglich ein dünner nervöser Verschluss erhalten haben, der aber nachträglich entweder rückgebildet wurde wegen mangelhafter Blutzufuhr, oder durch den Druck der in den Ventrikeln vorhandenen Flüssigkeit, so wie durch den Zug, welchen die sich entwickelnden Kleinhirntheile auf diese zarte Membran ausüben mussten, zerstört wurde. Beim Menschen speciell ist es die Abhebung des Unterwurms vom Calamus scriptorius, so wie die starke Entwicklung der Plexus chorioidei längs des Vermis nach außen, welche die Entstehung eines Loches begünstigen, indem eine etwa erhaltene Pialmembran sich frei über einen ziemlich großen Raum wegspannen müsste, während bei den meisten Thieren das Kleinhirn der Medulla oblongata dicht aufgelagert bleibt.

Was endlich die funktionelle Bedeutung des Foramen Magendii angeht, so sehen wir in ihm einen wesentlichen Faktor zur Regulirung des Druckes der in den Hirnhöhlen vorhandenen Flüssigkeit; und da wir in den Subarachnoidalräumen des Hirns und Rückenmarks nach dem Vorgang von Key und Retzius periencephale Lymphräume sehen, in welchen also ein konstanter Flüssigkeitsstrom vorhanden sein muss, so ist es klar, welche Bedeutung diese Kommunikationsöffnung für eine gleichmäßige Vertheilung der Flüssigkeit haben muss, während bei den meisten Säugethieren ohne Foramen Magendii durch die stärkere Entwicklung der Öffnungen an den Recessus laterales eine Kompensation gegeben ist.

Die Untersuchung der Pialverhältnisse an den Recessus laterales bietet ungleich größere Schwierigkeiten als die der Decke des IV. Ventrikels, einmal wegen der komplicirten Verhältnisse,

welche die Reste des nervösen Verschlusses bieten, dann wegen des sehr schwer zu verfolgenden Verlaufs der Pia mater; doch ist hier die Pia Zerreißungen durch unvorsichtiges Herausnehmen des Kleinhirns aus dem Schädel weniger ausgesetzt.

Die Geschichte der Öffnungen an den Recessus laterales ist, wohl in Folge der genannten Schwierigkeiten, eine sehr kurze. 1849 erwähnt Bochdalek (12), dass die Plexus chorioidei an den Recessus laterales, »aus dem Füllhorn hervordringend, frei unter die Arachnoidea zu liegen kommen«. Dann finden wir bei Luschka (2) eine kurze Bemerkung, dass »der äußere Winkel der vierten Hirnhöhle den Ventrikel mit den Subarachnoidalräumen in Verbindung setzt« und dass »die seitlichen Theile des vierten Adergeflechtes frei unter der Arachnoidea liegen«; der Pialverhältnisse wird nicht gedacht. Reichert beschreibt (1861) die Plexus ausführlicher und findet, »dass dieselben bei genauerer Untersuchung einen häutigen Verschluss zeigen«.

An Luschka's Schilderung knüpft die Beschreibung von Key und Retzius an (1875), welche die Existenz einer Öffnung aufs Bestimmteste behaupten. Ihnen schloss sich auch Schwalbe an. Die beiden zuvor genannten Autoren fanden nur zweimal einen pialen Verschluss an den Recessus laterales. Da die Angaben von Key und Retzius in Betreff der feineren anatomischen Verhältnisse und speciell des Verlaufes der Pia uns im Stiche lassen, und eine genaue Kenntnis derselben zum Verständnis der Foramina unerlässlich ist, so wollen wir zunächst der Entwicklung dieser Theile unsere Aufmerksamkeit zuwenden.

Die Anlage der Plexus chorioidei ist ursprünglich eine einheitliche, in der Weise, dass auf der ganzen halbkreisförmigen Strecke, auf welcher das Cerebellum sich seitlich und hinten über den Calamus scriptorius entwickelt, zahlreiche Blutgefäße in dem Maschengewebe zwischen Medulla und Kleinhirn auftreten, und dass die nervöse Substanz, welche diese letzteren noch mit einander verband, allmählich bis auf den Epithelbelag der Plexus chorioidei schwindet, welch' letztere von der blutgefäßhaltigen Pia mater in den Ventrikel eingestülpt werden.

So bilden also die Plexus chorioidei in ihrer Anlage einen zusammenhängenden Halbkreis von Zotten, der von den Keilsträngen der einen Seite zu denen der anderen Seite hinüberzieht; in dieser Form erscheinen sie uns noch bei fünfmonatlichen menschlichen Embryonen, selten noch bei Erwachsenen. Unter den Thieren bleibt

die Entwicklung der Zotten, z. B. bei den Ratten, während des ganzen Lebens auf dieser Stufe stehen. Wir müssen hier der früher von Burdach angeregten, von Kollmann wieder aufgenommenen Ansicht gedenken, nach welcher »die Gefäßzotten durch direkte Umwandlung aus den Riemchen entstehen sollen, ohne Betheiligung der Pia mater«; schon die direkte Beobachtung lehrt uns, dass von der nervösen Substanz nur das Ependym der Medullarplatte in die Zottenbildung eingeht.

Beim Erwachsenen finden wir eine Andeutung der ursprünglich einheitlichen Zottenanlage im Verlauf der Arteria cerebelli inferior posterior, die meist tief eingesenkt zwischen Tonsillen und Medulla oblongata längs der Plexus nach den medialen Theilen des Ventrikels hinzieht. Einmal fand ich beim Erwachsenen das embryonale Verhalten noch deutlich ausgeprägt: zwischen dem Velum medullare posterius und den Pedunculi ad flocculos einerseits und der mäßig stark entwickelten Taenie andererseits zog ein bogenförmiger Spalt von dem medialen Theil des IV. Ventrikels zu den Recessus laterales, und auf der ganzen Strecke wucherten Plexus in den Ventrikelhohlraum. Der regelmäßige Entwicklungsgang jedoch ist der, dass durch die dichte Auflagerung des Kleinhirns auf die Medulla oblongata an den Clavae und lateralwärts an dieser Stelle das Lumen des Ventrikels stark vermindert wird, so dass eine Entwicklung der Plexus unmöglich ist. An drei Stellen dagegen können diese sich mächtiger entfalten: medial und an den beiden Seiten, da wo ihnen an der Abgangsstelle des Cerebellum von der Medulla oblongata ein größerer Raum offen steht, und hier finden wir die Plexus schon frühe stärker entwickelt.

Die ersten Spuren einer Bildung der Recessus laterales finden wir bei Vögeln, wo sie als konisch sich verjüngende Fortsätze des medialen Ventrikelhohlraumes erscheinen, welche seitlich in die Nervensubstanz des Kleinhirns eindringen; diese Fortsätze werden dann bei den Säugethieren mächtiger, biegen nach unten um und schwellen an den Enden kolbenartig an.

Den Schwund der nervösen Substanz und die damit in Zusammenhang stehende Bildung der Taenie veranschaulicht uns die beigegebene Zeichnung (Fig. 9) eines Schnittes durch das Kleinhirn eines fünfmonatlichen menschlichen Embryo, welcher senkrecht auf die Achse des Pons in der Gegend der Recessus laterales durch das Cerebellum gelegt ist. Auf der einen Seite ist von der nervösen Substanz gar nichts mehr vorhanden, als die Taenie, auf der ande-

ren Seite finden wir den Verschluss noch durch einen dünnen Sack nervöser Substanz repräsentirt.

Sehr selten finden wir einen nervösen Verschluss beim Erwachsenen. Ich beobachtete dies nur zweimal in 54 untersuchten Fällen; Luschka giebt an, dass er einmal den Recessus lateralis durch eine »gelbliche, zähe, opake Membran« verschlossen gefunden, die er als Gerinnselbildung auffasst, welche aber möglicherweise auch als solch' nervöser Verschluss anzusehen ist. Phylogenetisch müssen wir uns die Entstehung der Öffnungen an den Recessus laterales so denken, dass in dem Maße, als sich hier die Plexus chorioidei reicher entwickeln, die nervöse Kapsel immer mehr ausgedehnt und dem entsprechend verdünnt wird, bis entweder nur noch das Epithel der Plexus oder außerdem eine ganz dünne nervöse Membran übrig bleibt. Ontogenetisch ist der Vorgang derselbe wie an der Ventrikeldecke, und der etwas häufiger vorkommende Verschluss der Recessus laterales erklärt sich eben daraus, dass phylogenetisch die Plexus laterales so viel jüngere Bildungen sind.

Die Reste des nervösen Verschlusses sehen wir in der Taenie, den Pedunculi ad flocculum und in einem sogleich näher zu beschreibenden leistenförmigen Fortsatz an dem Flocculus. Die Taenie soll sich nach Bochdalek in Gestalt eines Füllhorns um den Plexus legen; es mag wohl in einzelnen Fällen damit eine Ähnlichkeit bestehen, doch dürfte diese Bezeichnung wohl kaum als typische in die Anatomie eingeführt werden, da in der großen Mehrzahl der Fälle diese Taenie nichts Anderes darstellt, als ein schmales Band von wechselnder Länge, das von einer solchen Spiraldrehung meist auch nicht eine Spur erkennen lässt. Einen weiteren Rest des nervösen Verschlusses erkenne ich ferner in einem bis jetzt nicht beschriebenen schmalen, leistenförmigen Fortsatz am inneren unteren Rand der Flocke nahe an deren Spitze. Er ist ziemlich konstant vorhanden, läuft etwa der Achse der Medulla oblongata parallel nach oben, und ist in den oberen Flockentheilen meist stärker entwickelt als in den unteren; er zeigt im Grad seiner Entwicklung die größten Schwankungen: meist nur als 2—3 mm breite Leiste sichtbar, kann er in vereinzelten Fällen sich so stark entwickelt zeigen, dass er von der Taenie nur durch einen schmalen Spalt getrennt ist.

Durch den Schwund der nervösen Substanz öffnet sich für den seitlichen Plexus ein etwa dreiseitiger prismatischer Raum, in welchen sich die Zotten mächtiger entwickeln können. Derselbe ist medial von Medulla oblongata. resp. Taenie, dorsal vom Kleinhirn, ventral

von den Wurzeln des Glossopharyngeus und Vagus begrenzt; nach unten ist er durch die Flocke, nach oben durch die Tonsille unvollständig abgeschlossen. Den Verlauf der Pia mater wollen wir nun an einem der seltenen Fälle untersuchen, wo sich dieselbe kontinuirlich erhalten hat. Von der ventralen Fläche des Pons, wo sie meist eine ziemlich derbe, feste Membran darstellt, schlägt sich die Pia mater auf die untere Fläche der Taenie um, wird hier bereits auffallend viel dünner, und es zeigen die beiden Blätter in der Furche zwischen Pons und Taenie oft enge Verwachsungen. Vom unteren freien Taenienrand reicht die Pialmembran, einen geschlossenen, von Zotten erfüllten Sack bildend, zur Flocke hinüber und inserirt hier an dem oben beschriebenen leistenförmigen Fortsatz in dessen ganzer Ausdehnung; dieser Pialsack entwickelt aber nicht an seiner ganzen inneren Oberfläche Gefäßzotten, vielmehr entspringen diese nur an der unteren medialen Wand des Sackes.

Eine solche Erhaltung des rein pialen Verschlusses an den Recessus laterales fand ich dreimal in 54 untersuchten Fällen. An zwei Stellen ist die Wand dieses Pialsackes der Arachnoides angelagert und mit ihr vielfach verwachsen: einmal da, wo sich die Pia mater von der Flocke abhebt, dann am unteren Taenienrand; frei dagegen, d. h. von der Arachnoides entfernt, verläuft der Theil des Pialsackes, welcher am oberen Taenienrande vom Pons und den Glossopharyngeuswurzeln zu den oberen Flockentheilen hinzieht.

Was ist nun das weitere Schicksal dieses Pialsackes? Reichert sagt darüber: »Häufig sieht man gleich unter der Flocke die Plexus chorioidei frei liegen, ja es erscheint sogar, als ob die Wandung des Recessus lateralis sichelförmig aufhöre; an behutsam herauspräparirten Hirnen zeigt sich gleichwohl der Recessus lateralis durch eine feine Haut vollständig verschlossen; der eine Theil seiner Wandung ist daselbst mit dem Flocculus verwachsen, der andere wird verdickt durch das Neurilemm der Wurzeln von Vagus und Glossopharyngeus.« Mit Rücksicht auf diese Angabe untersuchte ich eine Reihe von Hirnen, bei welchen die Arachnoides intakt erhalten war: schnitt ich die letztere auf, oder untersuchte die Pialverhältnisse an Schnittserien durch das ganze Kleinhirn, so konnte ich allerdings bestätigen, dass an den unteren Abschnitten der Flocke, — also da wo Pia und Arachnoides dicht an einander liegen, sich oft — aber keineswegs immer — eine feinste ohne Lupe zuweilen kaum sichtbare Membran erhalten hatte. Weiter oben dagegen, wo sich an den Glossopharyngeuswurzeln die Arachnoides von der Pia

entfernt, finden wir (außer in den erwähnten drei Fällen) auch von der feinsten Pialmembran nichts mehr und der Plexus ragt frei in den Subarachoidalraum.

Zwischen den beiden Extremen eines totalen Verschlusses und einer weiten Öffnung finden sich alle Übergänge vertreten von einem kleinen Loch, durch welches sich einige Zotten hervordrängen, zu den häufigeren Fällen, wo sich als Reste der Pialmembran mehr oder weniger zahlreiche Fädchen und Maschen über die Zotten hinziehen, endlich zu den Stadien, wo zwischen Taenie und Flocke auch der letzte Rest einer Verbindung durch piales Gewebe geschwunden ist.

Schneidet man an der Basalfläche des Hirns die Arachnoides auf, so bietet sich nicht selten ein Bild, wie es Fig. 10 wiedergiebt: aus der Tiefe ist der Plexus bis an die Vaguswurzeln vorgewuchert (*a*) und schickt sogar zwischen den einzelnen Bündeln des Nerven Zotten hindurch. Nach unten sieht man die Zotten überlagert und begrenzt von der Taenie (*b*), die mit scharf gebogenem Rand absetzt und auch die Pia mater, welche auf der Taenie als feinste Membran sich darstellt, sieht man am Taenienrand plötzlich aufhören. Zwischen Taenie und Plexus dringen vielfach Blutgefäße ins Innere des Ventrikels; auf der Taenie selbst erscheint die Pia mater häufig diskontinuirlich.

Am besten lernen wir die Verhältnisse an den Recessus laterales und die Beziehungen derselben zu dem medialen Theil des Ventrikels an vertikalen Querschnittserien kennen. Die beiden Zeichnungen (Fig. 11 *A* und 11 *B*) sind nach Schnitten an einem Gehirn angefertigt, das ziemlich normale Verhältnisse bot und als Ausgangspunkt zum Verständnis der meisten Modifikationen dienen kann. Der Schnitt *A* ist etwa in der Höhe des Calamus scriptorius senkrecht zur Medulla gelegt, *B* diesem parallel etwa 3 mm höher; auf dem ersten Schnitt sieht man die ziemlich stark entwickelte, mehrfach perforirte Taenie mit ihren charakteristischen fingerförmigen Ausläufern, zwischen denen die mächtigen Plexus ohne Pialüberzug hervorragen; nur unter der Arachnoides, nahe dem Flocculus, ist die Andeutung einer ganz feinen Membran vorhanden.

Unterhalb der Taenie, dieser aufgelagert, finden wir die Wurzeln von Vagus und Glossopharyngeus, zwischen denen gleichfalls Plexus hervordringen. Diese Stelle etwa ist auf dem zweiten Schnitt (*B*) getroffen, wo von der Taenie nur noch eine Spur zu sehen ist und die Plexus direkt auf den Nervenwurzeln aufliegen;

nach außen reichen sie ohne Pialüberzug bis dicht an die Arachnoides; am Flocculus ist der kleine Fortsatz deutlich zu sehen, eben so der freie scharfe Rand der Pia. Bezüglich der Verbindung zwischen Pia mater und Arachnoides finden wir an den Recessus laterales ganz ähnliche Verhältnisse wie an der Decke des IV. Ventrikels: mehr oder weniger zahlreiche Subarachnoidalfäden ziehen zwischen beiden hin und her, oft sich zu breiteren Bändern vereinigend. Ausgedehntere Verwachsungen, die nicht eben selten vorkommen, haben wohl zu der wunderlichen Ansicht Veranlassung gegeben, als sei hier konstant durch eben diese Verschmelzung ein arachnoidaler Blindsack für die Plexus chorioidei geschaffen.

Es sei endlich noch der Verhältnisse der Pia mater zwischen Plexus medialis und lateralis gedacht, an der Duplikatur zwischen Medulla oblongata und Tonsille, welche Verhältnisse wenig beachtet worden sind, obschon sie uns wegen der engen Beziehungen zu den Verhältnissen bei Säugethieren manche wichtige Aufschlüsse geben.

Es verläuft die Umschlagsstelle des dorsalen Pialblattes in das ventrale, wohl gekennzeichnet durch die an vielen Stellen von ihr entspringenden Gefäßzotten, nicht in einer geraden Linie von der Mitte zur Seite hin, sondern meist in einer S-förmigen Krümmung, so zwar, dass die mediale Konvexität nach unten, die laterale nach oben sieht; die ventrale Lamelle ist meist äußerst dünn und nicht selten vielfach perforirt. Wir haben also hier genau die Verhältnisse, wie sie auch bei den meisten Säugethieren noch an der Ventrikeldecke vorkommen, und die uns das Vorhandensein eines Foramen Magendii so viel verständlicher machen. Einige Male fand ich in der ventralen Membran isolirte nervöse Kerne, die nach keiner Seite mit nervöser Substanz in Zusammenhang standen und als Reste des Velum medullare posterius aufzufassen sind. Dorsale und ventrale Lamelle der Pia mater sind meist eng mit einander verwachsen, zuweilen sind beide nicht deutlich von einander differenzirt und stellen nur ein mehr gleichmäßiges Maschenwerk dar.

Man überblickt diese Verhältnisse am besten, wenn man an gut gehärteten Hirnen die Tonsillen und anliegenden Kleinhirntheile vorsichtig mit einem Skalpell abträgt, was mit völliger Schonung des Pialüberzugs geschehen kann.

Bei Thieren mit schwach entwickeltem Plexus (z. B. Ratte, Maulwurf) sieht man diesen als dunkle Linie von einer Seite zur anderen ziehen. Bei Katzen und Meerschweinchen, noch mehr bei Rindern entwickeln sich die seitlichen Plexus so mächtig, dass die-

selben bei Entfernung der Arachnoides als großer Zottenkranz frei zu Tage liegen (Fig. 12). Am gewaltigsten sind die Plexus beim Pferd, wo man die Austrittsstelle derselben aus dem durchbrochenen Pialsack besonders deutlich sehen kann, da die Pia mater hier als eine derbe Membran die Öffnung begrenzt, aus der die Gefäßzotten nach allen Seiten sich entfalten.

Bei allen untersuchten Thieren fand ich weder von einer Taenie noch von anderen nervösen Resten an den Recessus laterales eine Spur, was mit der starken Entwicklung der Plexus in Zusammenhang zu bringen ist, denn erst bei Troglodytes, wo die seitlichen Gefäßzotten eben so wie beim Menschen relativ schwach entwickelt sind, finden wir diese nervösen Reste wieder.

Was die Art der Entstehung der seitlichen Öffnungen angeht, so weisen die Gemeinsamkeit der Anlage, die Verhältnisse der Umgebung und die Beziehungen zwischen Pia und Arachnoides darauf hin, dass, wie an der Ventrikeldecke, auch hier eine Vergrößerung der Lücken in der von vorn herein diskontinuirlichen Pia mater der wesentlichste Bildungsmodus ist, neben welchem aber auch der Process einer progressiven Atrophie eines etwa vorhandenen dünnen nervösen Verschlusses einhergehen mag; und da wir in den Plexusbildungen an den Recessus laterales eine phylogenetisch jüngere Bildung kennen gelernt haben, so kann uns dies das etwas häufigere Persistiren eines Verschlusses wohl erklären.

Fassen wir die Ergebnisse der vorliegenden Untersuchung zusammen, so können wir sie in Folgendem darstellen:

1) An der Decke des IV. Ventrikels so wie an den Recessus laterales sind beim Menschen konstant Öffnungen vorhanden, die zu den Subarachnoidalräumen führen; diese stellen sich dar als ein äußerst variables Lückensystem in der Pia mater.

2) Bei Embryonen ist die Decke des IV. Ventrikels nicht jederzeit geschlossen; vielmehr sind weite Kommunikationsöffnungen schon im fünften Monat nachweisbar, wahrscheinlich schon früher vorhanden.

3) Die Entstehung des Loches wird dadurch verständlich, dass sich am IV. Ventrikel unter der pialen Decke kein Gehirntheil entwickelt, und dass das Subarachnoidalgewebe an dieser Stelle sich eben desshalb nicht zu einer zusammenhängenden Pialmembran verdichtet hat.

Die gegebene Auffassung steht mit keiner beobachteten That-

sache im Widerspruch; sie erklärt uns vielmehr alle auf natürliche Weise: sie vereinigt viele scheinbar widersprechende Ansichten und lässt uns in den drei Kommunikationsöffnungen am Kleinhirn zum mindesten nützliche, wenn nicht nothwendige Einrichtungen erkennen.

Litteratur-Verzeichnis.

1) Magendie, Recherches anatomiques et physiologiques sur le liquide céphalo-rachidien (1842).
2) Luschka, Die Adergeflechte des menschlichen Hirns (1855).
3) Kollmann, Entwicklung der menschlichen Adergeflechte (1861).
4) Key und Retzius, Studien zur Anatomie des Nervensystems und Bindegewebes (1876).
5) Reichert, Bau des menschlichen Hirnes (1861).
6) Quincke, Archiv von Reichert und Du Bois-Reymond (1872): Zur Physiologie der Cerebrospinalflüssigkeit.
7) Marc Sée, Revue mensuelle II (1878) und III (1879): Sur la communication des cavités ventriculaires de l'encéphale avec les espaces sous-arachnoidiens.
8) Schwalbe, Medicin. Centralblatt, 1869. Nr. 30: Der Arachnoidalraum ein Lymphraum und sein Zusammenhang mit den Perichorioidealräumen.
9) Burdach, Bau und Leben des Gehirns. Bd. II. (1822).
10) Virchow, Handbuch der speciellen Pathologie u. Therapie (1854).
11) Kölliker, Entwicklungsgeschichte des Menschen (1880).
12) Bochdalek, Prager Vierteljahresschrift (1849): Neue Beobachtungen im Gebiet der physiologischen Anatomie.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXIX.

Fig. 1. Horizontalschnitt durch das Kleinhirn eines Erwachsenen. *t* Tonsille, *v* Vermis, *a* unterer, *b* oberer Rand des Foramen Magendii. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 2. Sagittalschnitt durch die Mitte des Kleinhirns. *a* Rand der Piaduplikatur, a_1 untere, a_2 obere Piallamelle, *b* Pialüberzug der Tonsille, *c* Arachnoidea, *p* Plexus chorioidei, *d* zungenförmiger perforirter Fortsatz der Pia mater am Vermis. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 3. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn eines Neugeborenen. *p* scharfer Pialrand auf der Clava, *aci* Arteria cerebelli inferior, *pl* Plexus chorioidei, *l* laterale Pialbegrenzung des MAGENDIE'schen Loches. (Vergrößerung 2 : 1.)

Fig. 4. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn eines Erwachsenen. *pl* Plexus chorioidei, *l* laterale Begrenzung des Foramen Magendii bei reichlich entwickelter Pia mater. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 5. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn eines Neugeborenen mit fast vollständigem Verschluss des Foramen Magendii. *a* Arachnoides, *p* ventrale glatte, *pl* dorsale, plexustragende Lamelle der pialen Ausstülpung, *s* subarachnoidales Netzwerk zwischen Arachnoides und Pia mater, *l* lateraler, perforirter Theil der Ausstülpung. (Vergr. 2 : 1.)

Fig. 6. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn eines Erwachsenen, die ausgedehnte Verwachsung zwischen Pia mater und Arachnoides zeigend. *a* Arachnoides, *pl* plexustragende Pia, *s* subarachnoidales Maschenwerk, *aci* Arteria cerebelli inferior. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 7. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn des Pferdes. *ar* Arachnoides, *p* handschuhfingerförmige Ausstülpung zum Theil mit Plexus erfüllt, *l* subarachnoidaler Verbindungsstrang zwischen Pia und Arachnoides. (Vergr. 2 : 3.)

Fig. 8. Sagittalschnitt durch das Kleinhirn eines Katzenembryo von 10 cm Kopf-Steißlänge. *a* dreieckiger, von gleichmäßigem Subarachnoidalgewebe erfüllter Raum über der Ventrikeldecke, *p* Pia mater, bei p_1 auffallend verdünnt, *pl* Plexus chorioidei. (Vergr. 40 : 1.)

Fig. 9. Schnitt durch das Kleinhirn eines fünfmonatl. Embryo, senkrecht zur Achse des Pons gelegt (halbschematisch). *p* Pia mater, *pl* Plexus chorioidei. (Vergr. 3 : 1.)

Fig. 10. Ansicht der Öffnung an den Recessus laterales nach Aufschneiden der Arachnoides. *ar* Arachnoides (umgeklappt), *f* Flocculus, *t* Tonsille, *a* Vaguswurzeln, über die Plexus hinziehend, *b* zungenförmiger Rest der Taenie, *c* Arterien von außen in den Recessus lateralis eindringend. *pl* Plexus chorioidei, zum Theil die Vaguswurzeln durchbrechend. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 11 *A*. Schnitt durch den Pons und das Kleinhirn eines Erwachsenen senkrecht zur Achse des Pons in der Höhe des Calamus scriptorius. *ar* Arachnoides, *t* Taenie, *V* Vaguswurzeln, *mo* Medulla oblongata, *fl* Flocculus, *pl* Plexus chorioidei. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 11 *B*. Dem Schnitt *a* parallel, 3 mm höher oben. Bezeichnungen wie in Fig. 11 *A*, ferner: *p* Rest des Pialüberzugs am Flocculus und an der unteren Fläche der Vaguswurzeln, *pr* der leistenförmige Fortsatz am Flocculus. (Vergr. 1 : 1.)

Fig. 12. Äußere Ansicht des Kleinhirns von einem großen Rindsembryo, die starke Entwicklung der Plexus laterales zeigend. *mo* Medulla oblongata, *sp* Wurzeln der ersten Spinalnerven, *pl* Plexus laterales. (Vergrößerung 1 : 1.)

Fig. 1.

Fig. 2.

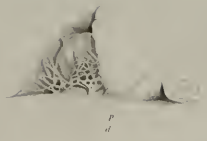

Fig. 3.

Fig. 4.

Fig. 5.

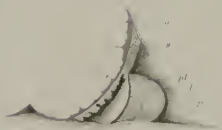

Fig. 6.

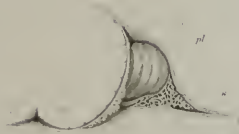

Fig. 7.

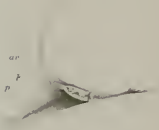

Fig. 8.

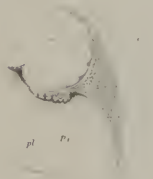

Fig. 9.

Fig. 10.

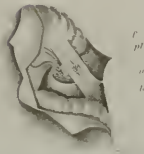

Fig. 11.

Fig. 12

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: 10

Autor(en)/Author(s): Hess Carl Friedrich Wilhelm

Artikel/Article: Das Foramen Magendii und die Öffnungen an den Recessus laterales des IY. Ventrikels. 578-602