

## XV.

# Ueber die Architectur des Schädelgrundes in der Norm und bei Assimilation des Atlas.

Von Dr. C. Th. Schiffner in Dresden.

(Hierzu Taf. X — XI.)

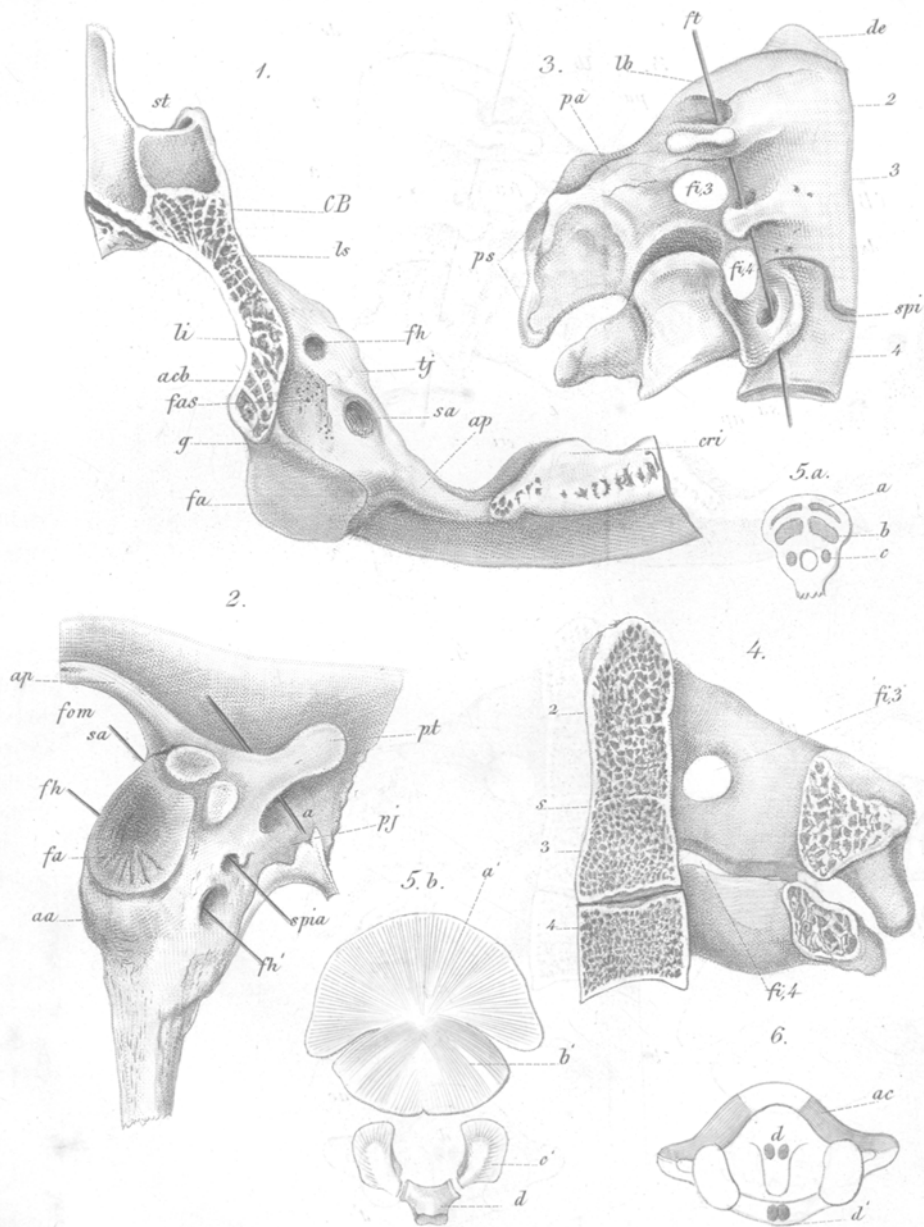
---

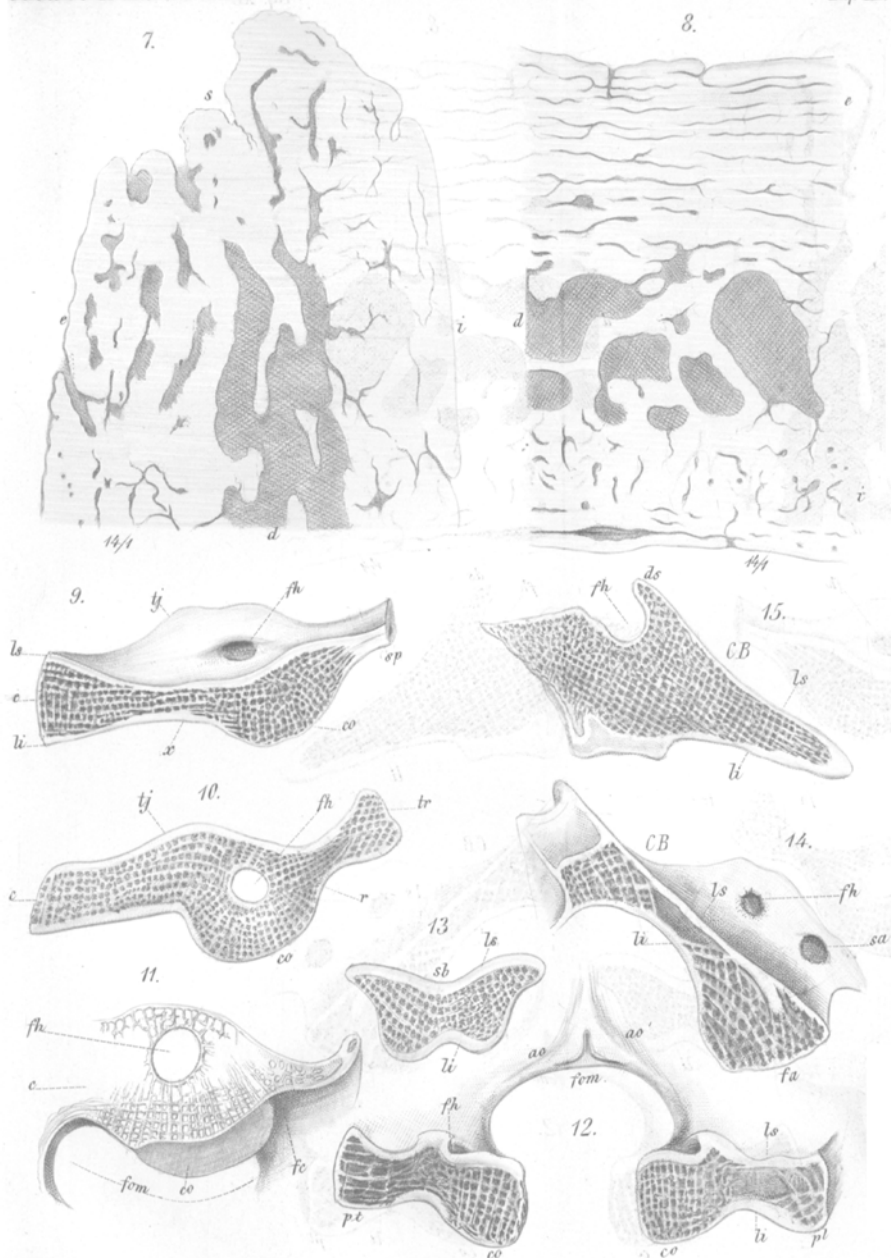
Das Hinterhauptbein ist in neuerer Zeit wiederholt der Gegenstand anatomischer Untersuchungen gewesen. So hat man, um nur das Wichtigste anzuführen, an diesem Knochen, welcher bisher nur zwei Lineae semicirculares gezeigt hatte, noch eine dritte, die Linea semicircularis suprema aufgefunden. Letztere entspricht der obersten Grenze der Ansätze der Nackenmusculatur.

Es sind ferner an diesem Knochen merkwürdige Beziehungen nachgewiesen worden zwischen der Einwirkung der Last des Kopfes auf die Wirbelsäule einerseits und der Gesammtform des Schädels andererseits, insbesondere der Form und Lage des Hinterhauptbeins.

Hermann Meyer<sup>1)</sup> wies nemlich darauf hin, dass der Gegendruck, welchen der Kopf von der Wirbelsäule empfängt, an dem kindlichen Schädel, wo das Hinterhauptbein noch aus mehreren Theilen zusammengesetzt ist und sein Körper von dem Keilbeinkörper noch getrennt erscheint, und wo im Uebrigen auch an den anderen Theilen des Schädels noch nicht die entsprechende Festigkeit der Verbindungen gefunden wird, tiefgreifende Wirkungen äussern könne. Er fasste zur Erklärung dieser Folgen das Hinterhaupt nemlich als ein Kuppelgewölbe auf, welches auf seinem Scheitel die Belastung erfährt. Sind die Verbindungen zwischen den einzelnen Elementen des Gewölbes entsprechend fest, so pflanzt sich der Druck, ohne eine Gestaltveränderung zu veranlassen, in der Substanz des Gewölbes fort. Sind dagegen die Verbindungen wie bei Rhachitis loser, so wird der Winkel, unter welchem der Gelenk-

<sup>1)</sup> Die Statik und Mechanik des menschlichen Knochengerüstes. Leipzig 1873. S. 233.





theil und der Grundtheil des Hinterhauptbeins zusammenstossen, verflacht, die vordere Peripherie des Hinterhauptloches weiter in die Schädelhöhle hineingetrieben werden müssen. Zugleich wird aber auch das Verhältniss dieser Theile zu den anstossenden Elementen eine Veränderung erfahren. Die Gelenktheile werden gegen die Schuppe abgeknickt, der Clivus wird verflacht werden. In höherem Grade der Wirkung wird auch noch der Körper des Keilbeins höher hinauf geschoben, so dass der Sattel mehr nach oben gestellt wird. Hermann Meyer macht weiterhin auf besondere Schädelgestalten aufmerksam, in welchen das Hinterhaupt nach hinten beträchtlich über die Scheitelbeine hervorsteht und die Ränder beider Knochen, welche die Lambdanäht zu bilden hätten, durch eine breite horizontal liegende Lage von Schaltknochen untereinander vereinigt sind, in welchen ferner auch die beiden Schläfenschuppen mit ihrem oberen Rande weit nach aussen gedrängt erscheinen. Er glaubt dieselben am genügendsten so erklären zu können, wenn man in ihnen die weitgehende Wirkung des Gegendruckes der Wirbelsäule erkennen will, denn diese Schädelformen geben deutlich das Bild einer Flachlegung des Gewölbes mit Horizontalschub seiner Fusspunkte. Er hebt schliesslich noch die eigenthümlich spirale Gestalt des Median-schnittes hervor, deren Auffassung geeignet ist, die stärkeren Einknickungen des Sattelwinkels bei Schädeln, die während der Entwicklung nachgiebig sind, besser verstehen zu lassen.

In einer anderen Beziehung wurde der Einfluss des Wachstums des Hinterhauptbeins und der anstossenden Schädelknochen auf die Configuration des Schädels dargelegt.

In seiner Untersuchung über die Entwicklung des Schädelgrundes gelangte nemlich Virchow<sup>1)</sup> zu dem wichtigen Ergebnisse, dass unter allen Theilen des Schädelgerüstes die Basis und zwar besonders die „Wirbelkörper“ des Grundbeins die grösste Selbstständigkeit der Entwicklung und des Wachstums besitzen. Alle ursprünglichen Hemmungen des Schädelgrundes führen nach ihm auch eine Mangelhaftigkeit des Schädeldaches mit sich, und es entspricht ihnen auf der einen Seite eine Störung in der Gehirnentwicklung, auf der anderen eine Abweichung in der Ausbildung

<sup>1)</sup> Untersuchungen über die Entwicklung des Schädelgrundes im gesunden und kranken Zustand und über den Einfluss derselben auf Schädelform, Gesichtsbildung und Gehirnbau; mit 6 Tafeln. Berlin 1857.

und Stellung der Gesichtsknochen, welche ihrerseits wiederum theils von der mangelhaften Hirnbildung, zum grossen Theil jedoch von der mechanischen Wirkung der Schädelgrundknochen abhängig ist. Alle ursprünglichen Hemmungen des Schädeldaches stören ausser der Gehirnentwicklung wiederum das Wachsthum des Schädelgrundes und können auf die Stellung der Gesichtsknochen Einfluss ausüben. Die ursprünglichen Hemmungen der Gehirnbildung dagegen erkannte Virchow als für die Ausbildung der Basilarknochen von einem nur geringen, für die Entwicklung des Schädeldaches von einem sehr grossen Einflusse. Die typischen Verschiedenheiten im Gesichtsbau beruhen nach ihm zunächst auf Verschiedenheiten in der Bildung des Schädelgrundes.

An das Gebiet frühzeitiger Verstreichung von Nähten und Verschmelzung von Synchondrosen schliesst sich unmittelbar an die sogenannte Assimilation von Halswirbeln an den Schädel. Fälle solcher Art sind in früherer Zeit von Morgagni, in neuerer Zeit von Luschka und Anderen beschrieben und abgebildet worden.

Auch wir werden im Folgenden einen neuen Fall derselben Art mitzuthellen haben.

Aber noch in anderer Richtung war das Hinterhauptbein in neuerer Zeit Gegenstand von Untersuchungen. So suchte Gegenbaur die Bedeutung dieses Knochens sowohl als auch der anstossenden Knochen des Schädelgrundes in Bezug auf ihren Wirbelcharakter festzustellen. Er unterschied nemlich zunächst am Schädel der Selachier einen vertebralen Theil, in welchen, wie schon Rathke gezeigt, auch die Chorda dorsalis eingeht, und einen prävertebralen Theil. Der erstere erstreckt sich bis zur Höhe der Sattellehne; hier endet die Chorda dicht unter dem Perichondrium. Der prävertebrale beginnt mit der Sattelgrube und umfasst die Ethmoidal- und Orbitalregion. Im vertebralen Abschnitt des Cranium der Selachier sind nach ihm die Körper und oberen Bogenstücke von neun Wirbeln mit einander verschmolzen. Im prävertebralen Abschnitt des Cranium können keine Wirbelgliederungen mehr nachgewiesen werden.

Die Grundzüge der Entwicklungsgeschichte des menschlichen Hinterhauptbeins sind schon von Meckel<sup>1)</sup> angegeben worden

<sup>1)</sup> Beiträge zur vergleichenden Anatomie. Leipzig 1868.

und ist in dieser Beziehung zum Zwecke späterer Verwerthung das Folgende hier anzugeben.

Die Verknöcherung des Hinterhauptbeins beginnt im Anfang des dritten Embryonalmonates von 4 oder 5, zuweilen von 7 Knochenpunkten aus. Noch eine Zeit lang nach der Geburt bemerken wir an ihm 4 getrennte Stücke, nemlich den Körper, den Schuppentheil und die beiden Gelenktheile. Die Trennungslinie zwischen Körper und Gelenktheilen geht durch die Condylen in der Nähe ihrer vorderen Enden hindurch; diejenige zwischen Gelenktheilen und Schuppentheil läuft von dem hinteren Ende des Hinterhauptloches bogenförmig nach auswärts.

Körper und Gelenktheile entwickeln sich je von einem Knochenkerne aus. In dem Schuppentheile finden sich meist 4 Knochenkerne, welche paarweise und symmetrisch über und unter dem Hinterhauptböcker liegen.

Berücksichtigen wir die verschiedenartigen Gesichtspunkte, von welchen aus das Hinterhauptbein bisher untersucht worden ist, so scheint es, dass für eine neue Richtung der Untersuchung dieses und der anstossenden Knochen der Schädelbasis kaum noch ein kleiner Raum übrig geblieben sein könne. Gleichwohl besteht ein solcher noch und mit ihm eine Lücke der Osteologie des Schädels, welche die vorliegende Arbeit auszufüllen bestrebt sein wird.

So zahlreich nemlich die Knochen und Knochencomplexe sind, welche seit H. Meyer's Entdeckung der Architectur der Spongiosa auf ihr inneres Gefüge durchforscht worden sind, so ist dennoch gerade der Schädel von einer solchen Durchforschung bisher ausgeschlossen gewesen. Man wird sich aber nicht verhehlen können, dass das Prinzip, nach welchem die Spongiosa in dem Aufbau der Knochen des Rumpfes und der Extremitäten verwendet ist, naturgemäss auch am Schädel seine Geltung haben müsse, wenn anders an diesem grossen Knochencomplexe diejenigen Bedingungen wiedergefunden werden, welche an anderen Orten des Körpers jene Anordnung der Spongiosa hervorrufen. Schon von vorn herein konnte man sich fragen, ob nicht, da ja das Hinterhaupt- und selbst das gesammte Grundbein eine directe Fortsetzung der Wirbelsäule nach vorn darstellt, auch an dieser Fortsetzung eine entsprechende Architectur sich werde vorfinden müssen, wie an der Wirbelsäule.

An den Mangel vorhandener Belastung kann, wie schon aus

dem bisherigen erhellt, nicht gedacht werden. Denn der Schädel in Verbindung mit den von ihm eingeschlossenen und ihn einschliessenden Weichtheilen stellt eine beträchtliche Last dar, wenn auch die Belastung der Schädelbasis durch das Gehirn, wie wir später noch sehen werden, in etwas anderer Weise als es zu geschehen pflegt, aufgefasst werden muss. Ausser jener Belastung spielt der Zug zahlreicher und zum Theil mächtiger Muskeln, welche zwischen dem Schädel und der Wirbelsäule ausgespannt sind, eine gewichtige, für unseren Zweck nicht zu unterschätzende Rolle. Bedenken wir noch, dass gegenüber der bedeutenden Grösse der genannten beiden Belastungen (Schwere und Muskelspannung) nur zwei kleine Gelenkflächen vorhanden sind, welche diesen Druck vom Schädel auf die Wirbelsäule zu übertragen haben, nemlich die beiden Gelenkflächen des Hinterhauptbeins, so scheinen im Hinblick auf die reiche Verwendung von Spongiosa für den Aufbau des Grundtheiles des Schädels alle Bedingungen gegeben zu sein, welche die Annahme nahelegen, dass auch in diesem Knochengebiet die Anordnung der Spongiosabälkchen keine willkürliche, sondern eine nach bestimmten Gesetzen angeordnete sein werde. Diese Voraussetzung zeigte sich denn auch bei einer auf dieses Ziel gerichteten Behandlung der Spongiosa des Schädelgrundes auf's beste bestätigt. Wenn nun auch schon zuvor die Absicht bestanden hatte dieses Gebiet zum Gegenstand einer Untersuchung zu machen, so erhielt jene Absicht einen erneuerten Anstoss durch die Beobachtung des schon im Obigen kurz erwähnten Falles von Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein. Der betreffende Schädel zeigte nemlich auf dem Medianschnitt eigenthümlich geordnete Züge der Spongiosa, welche vom Atlas auf das Grundbein direct übergehen. So lag also nichts näher, selbst wenn nicht schon vorher eine entsprechende Anordnung vermuthet worden wäre, auch normale Hinterhauptbeine nach dieser Richtung zu untersuchen.

Die Beschreibung des genannten Falles von Assimilation bildet den ersten Theil der zu erledigenden Aufgabe. Im zweiten Abschnitt werden wir die Anordnung der Spongiosa im Hinterhauptbein und Keilbein zu schildern haben, wie sich dieselbe in jenem pathologischen Falle und in der Norm gestaltet.

# I. Neuer Fall von Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein, des Epistropheus mit dem dritten Halswirbel.

In seiner Anatomie des Halses gedenkt Luschka eines Falles von Assimilation, welcher in der Folge von Boxhammer ausführlich beschrieben und abgebildet worden ist. Ueber diesen Fall, der in mehrerer Hinsicht Aehnlichkeit mit dem neu zu beschreibenden besitzt, lasse ich ein kurzes Referat folgen, welches alles Wesentliche berücksichtigen wird. Für diesen Zweck sowohl, als auch im Interesse des neu zu beschreibenden Falles dürfte es wünschenswerth erscheinen, auf die normale Anatomie des Hinterhauptbeins vorausgehend einen Blick zu werfen.

Man pflegt am Hinterhauptbein bekanntlich zu unterscheiden ein unpaares wirbelkörperartiges Stück, den Körper, von den beiden Seitentheilen (*Partes laterales, condyloideae, jugulares*), welche nach rückwärts in die Schuppe auslaufen. Für unseren Zweck sind Körper und Seitentheile genauer zu betrachten.

Der Körper besitzt die Gestalt eines Keiles, dessen concav ausgebogene Schneide das Hinterhauptloch vorn begrenzt, dessen vierseitige Grundfläche an den Körper des hinteren Keilbeins anstößt und mit ihm bis in die Zeit der Pubertät durch Synchondrose, späterhin knöchern verbunden ist. Die beiden Seitenflächen stoßen mit ihrer vorderen Hälfte an die *Pars petrosa* des Schläfenbeins; mit ihrer hinteren Hälfte gehen sie auf die Seitentheile des Hinterhauptbeins über. Die obere Fläche ist der Schädelhöhle, die untere der Eingeweidenhöhle zugewendet.

Die untere Fläche zeigt ein medianes Knötchen, das *Tuberculum pharyngeum*, in einer Entfernung von 6—8 Mm. vom vorderen Rand des Hinterhauptloches. Vor ihm befindet sich ein flacheres oder tieferes Grübchen zur Aufnahme der *Bursa pharyngea*. An derselben Fläche befinden sich die Ansatzstellen je zweier Muskeln, der *Mm. rectus capitis anticus major und minor*. Die obere Fläche ist glatt, von einer Seite zur anderen leicht concav; nahe dem Seitenrande zeigt sich jederseits der *Semisulcus petrosus inferior*. In natürlicher Lage der Skeletknochen setzt der Körper des Hinterhauptbeins die Richtung der Säule der Halswirbelkörper bekanntlich nicht fort, sondern steht zu derselben in einem nach vorn und unten offenen



Winkel, dem Cervico-Basilarwinkel. Die obere Fläche des Hinterhauptkörpers ist dabei, wie schon aus dessen keilförmiger Gestalt hervorgeht, steiler aufgerichtet als die untere Fläche. Der Umbeugungswinkel der Wirbelsäule in den Grundtheil des Schädels schwankt im Uebrigen bei verschiedenen Individuen in beträchtlichen Grenzen.

An den Seitentheilen des Hinterhauptbeins unterscheiden wir eine obere und eine untere Fläche, sowie einen medialen und einen lateralen Rand. Die obere Fläche zeigt das Tuberculum jugulare (Processus anonymus) als einen an der Grenze zwischen Körper und Seitentheil beginnenden rück- und lateralwärts streichenden mehr oder minder rauhen Wulst, welcher den Canalis hypoglossi überbrückt. Rück- und seitwärts von diesem Wulste befindet sich das Endstück des Sinus transversus mit der vorderen Mündung des Canalis condyloideus. Die untere Fläche vermittelt die Gelenkverbindung des Hinterhauptbeins mit dem Atlas. Die betreffenden Gelenkflächen finden sich auf einer länglichen, nach abwärts gerichteten Hervorragung, dem Processus condyloideus, der nach rückwärts in eine Grube, die Fossa condyloidea, ausläuft. In der letzteren liegt, wenn sie vorhanden, die hintere Oeffnung des Canalis condyloideus. Die beiden Gelenkflächen convergiren mit ihren vorderen Spitzen, sie liegen nicht horizontal, sondern sind nach unten und lateralwärts geneigt, so dass ihr medialer Rand tiefer steht, als der laterale. In querer Richtung sind sie schwach, in sagittaler Richtung stärker convex gestaltet. Sie erscheinen im Ganzen als symmetrische Abschnitte ein und desselben eiförmigen, mit der langen Axe quer liegenden Rotationskörpers. Der mediale Rand des Seitentheils trägt zur Begrenzung des Hinterhauptloches bei; der laterale Rand ist tief ausgeschnitten durch die Incisura jugularis. Derjenige Theil des Hinterhauptbeins, welcher diese Incisur rück- und seitwärts begrenzt, heisst Processus jugularis. An dessen Unterfläche setzt sich der Musculus rectus capitis lateralis an. Seine obere Fläche ist durch eine quere Leiste in zwei Felder getheilt; das hintere trägt, wie schon erwähnt, das Ende des Sinus transversus, das vordere dagegen stützt die Hinterwand des Anfangstheiles der Vena jugularis. Der Rand des Ausschnittes selbst ist durch einen Vorsprung oder kurzen Stachel (Processus intrajugularis) in 2 Abtheilungen gebracht, eine vordere kleinere für die Nerven, eine hintere grössere für die Vena jugularis.

Betrachten wir ebenso den Atlas, so ist der Wirbelkörper dieses Knochens gegeben durch den dem Epistropheus angefügten Zahnfortsatz; ausserdem durch den vorderen Bogen und die beiden *Massae laterales* <sup>1)</sup>, die Wurzelstücke des Wirbelbogens.

Der vordere Bogen ist etwas niedriger, die Seitenmassen etwas höher als der Körper der übrigen Halswirbel. Am vorderen Bogen befindet sich ein Muskelhöcker, das *Tuberculum anterius*; ihm gegenüber eine runde, schwach vertiefte Gelenkfläche, welche einer ähnlichen, schwach gewölbten, an der Vorderseite des Zahnes entspricht. Die oberen ohrförmigen Gelenkflächen der *Massae laterales* sind von vorn nach hinten stark, von einer Seite zur anderen schwach ausgehöhlt; ihre beiden Ränder fallen gegen die Medianebene ab; die unteren, fast kreisrunden Gelenkflächen sind nur wenig vertieft und mit einer mittleren queren Firste versehen; sie steigen gegen die Medianebene sanft an.

In mechanischer Beziehung ist das Gelenk zwischen Atlas und Epistropheus ein Drehgelenk mit einer einzigen Axe; im anatomischen Sinne ist es aber in drei Gelenke zerlegt, nemlich in das paarige Gelenk zwischen den *Massae laterales* und den seitlichen Gelenkflächen des Epistropheus, und in das unpaarige zwischen dem vorderen Bogen des Atlas und dem Zahne des Epistropheus.

Die medialen Wände der *Massae laterales* springen *convex* gegen die Wirbelhöhle vor; nahe ihrem oberen Rande tragen sie

<sup>1)</sup> Nach den Untersuchungen von Hasse über die Entwicklung des Epistropheus des Menschen und der Säugethiere (*Anatomische Studien*, Leipzig 1873) ist der *Dens epistrophei*, oder besser gesagt das *Os odontoideum* des zweiten Halswirbels, der im Laufe der Entwicklung von der ihn umgebenden skeletogenen Schicht abgetrennte chordale oder eigentliche Wirbelkörper des Atlas, während zur äusseren Fortsätze treibenden Belegschicht der *Arcus anterior*, der *Arcus posterior* und das *Ligamentum transversum* in seinen einzelnen Bestandtheilen gehört. Ferner entspricht im *Spatium intervertebrale* zwischen Atlas und Occipitalwirbel das *Ligamentum suspensorium* dem Zwischenwirbelknorpel; die *Ligamenta alaria* dagegen dem Zwischenwirbelbände oder der skeletogenen Schicht, während alsdann der *Apparatus ligamentosus* mit dem *Ligamentum obturatorium anticum* Umbildungsproducte der äussersten Lage der skeletogenen Schicht sowohl an Stelle des Wirbels wie des Zwischenwirbelraums an den entsprechenden Stellen sind. Ein principieller Unterschied im Bau der sogenannten Drehwirbel und der übrigen ist demgemäss nicht vorhanden, sondern die wesentlichen, den Wirbel zusammensetzenden Elemente kommen auch hier, wenn auch modificirt vor.

einen kleinen Höcker und hinter diesem eine Grube zur Aufnahme des Ligamentum transversum. Der Arcus posterior entspringt deprimirt aus der Mitte der Hinterwand der Massae laterales; im weiteren Verlauf drehen sich seine Flächen so, dass die obere zur vorderen, die untere zur hinteren, der vordere Rand zum oberen, der hintere Rand zum unteren wird. Der deprimirte, zugleich etwas ausgehöhlte Theil bildet mit der aufragenden Hälfte der Hinterwand der Massa lateralis den sogenannten Sinus atlantis zur Aufnahme von Gefässen und Nerven (Art. vertebralis, N. cervicalis primus). Mitten auf der Hinterfläche des hinteren Bogens findet sich das Tuberculum posterius atlantis. Der hintere Bogen setzt sich an der Hinterfläche der Massa lateralis in die hintere Spange des Querfortsatzes fort; die vordere stärkere Spange desselben entspringt aus der vorderen Seitenecke der Massa lateralis. Durch die Verbindung beider Spangen wird das erste Foramen transversarium gebildet. Das Wirbelloch des Atlas zerfällt in zwei Abschnitte; einen vorderen zur Aufnahme des Zahnes, einen hinteren, grösseren, zur Aufnahme des Rückenmarkes. Der letzte Theil ist breiter, aber sagittal kürzer als bei den folgenden Halswirbeln.

Wenden wir uns nach dieser Erinnerung der normalen Verhältnisse zu unserem pathologischen Falle selbst. S. Taf. X u. XI.

Der Schädel, an welchem die zu beschreibende Anomalie sich vorfindet, ist median durchschnitten und nur die rechte Hälfte desselben vorhanden. Zugleich liegt die rechte Hälfte der gesamten Halswirbelsäule vor. Die Anomalie wurde erst nach geschehener Skeletirung der Kopfhälfte bemerkt. Die linke Hälfte ward übersehen und ist verloren gegangen. Dieser Umstand ist insofern zu bedauern, als man nunmehr nicht sicher entscheiden kann ob die linke Hälfte sich genau symmetrisch, oder der Norm mehr genähert, oder von ihr entfernt verhalten hat.

An die Möglichkeit einer Asymmetrie zu denken, dazu fordern die bisher bekannt gewordenen Fälle von Assimilation dringend auf, indem ihre Mehrzahl asymmetrische Assimilationen zeigte. Der Schädel, dessen rechte Hälfte uns vorliegt, gehörte einem weiblichen Individuum in vorgerückten Jahren an, welche in einem unserer Hospitäler an Carcinoma ventriculi gestorben ist. Gleich jetzt kann hervorgehoben werden, dass die beständig steife Haltung des Kopfes während des Lebens und der Behandlung des betreffenden Individuums der Umgebung zwar aufgefallen, aber nicht näher geprüft worden war.

Bei der Betrachtung des Medianschnittes bemerken wir zunächst, dass die Körper des Keil- und Hinterhauptbeins völlig mit einander verwachsen sind, ohne eine Spur der früher vorhandenen Trennung zurückgelassen zu haben. Weiter nach hinten blickend fällt uns sofort die eigenthümliche Form des Clivus Blumen-

bachii' auf. Dessen Längsschnitt besitzt in unserem Falle, wie die Figur 1 zeigt, keineswegs jene dreieckige, mit hinterer weit ausgezogener Spitze versehene Form, wie sie der Keilgestalt des normalen Hinterhauptkörpers entspricht; sondern wir sehen den Clivus aus 2 hintereinander gelegenen Abschnitten gebildet, welche im Bogen in einander übergehen und in Summe die Ausdehnung des normalen Clivus beträchtlich übertreffen. Die obere und untere Grenzlinie der Schnittfläche laufen im Ganzen einander parallel, doch finden sich Unterschiede zwischen beiden, sowohl an der Stelle des Ueberganges des oberen Theils in den unteren, als, wie es der Norm entspricht, im Beginne des oberen Theiles. Denn während der durchschnittliche Abstand beider Grenzlinien in unserem Falle 5—6 Mm. beträgt, so beträgt er in der Höhe des Dorsum sellae 20 Mm., um hierauf rasch abzusinken und zu seinem Durchschnittswerthe zu gelangen. Während nun normal beide Grenzlinien in geraden Linien immer mehr convergiren, bis sie schliesslich am Hinterhauptloche in scharfem Bogen zusammenstossen, steigt in unserem Falle der senkrechte Abstand beider Grenzlinien in der Gegend der genannten Umbeugung (Fig. 1, a, b) um 1 Mm., fällt darauf auf die vorhergehende Grösse zurück, um am unteren Ende des Clivus angelangt noch einmal um 1 Mm. zuzunehmen. Der untere Uebergang der oberen Grenzlinie in die untere erfolgt ungefähr im rechten Winkel. Das Uebergangsstück selbst hat eine Länge von 4—5 Mm.

Was aber die Umbeugung der oberen Theile beider Grenzlinien in ihre unteren Theile betrifft, so vollzieht sich die Umbeugung an der oberen Grenzlinie weiter oben und zwar in stumpfen Winkel, während die Umbeugung an der unteren Grenzlinie tiefer unten und in gleichmässigem Bogen erfolgt. Der gemachte Bogen ist so beträchtlich, dass der untere Theil der unteren Grenzlinie nicht blos die Richtung nach abwärts, sondern in kurzer Strecke zugleich nach vorn einschlägt.

Wenden wir unseren Blick auf die der Schädelhöhle zugekehrte Fläche des Hinterhaupttheils, so bemerken wir zunächst in unserer Figur 1 bei tj die obere Grenze der Pars condyloidea. Wir erkennen das Tuberculum jugulare (tj) und darunter den inneren Eingang in den Canalis hypoglossi (th). 1 Cm. von letzterem nach hinten und abwärts entfernt findet sich anomaler Weise der an Durchmesser das vorhergehende Foramen um  $2\frac{1}{2}$  Mm. Durchmesser übertreffende Eingang in einen zweiten geräumigeren Kanal (sa), welcher bei genauerem Zusehen der Quere nach in den Knochen eindringt und sich zugleich nach aufwärts in dem Masse erweitert, dass nur eine sehr dünne Knochentafel die Lichtung des Kanals vom Schädelinnenraume trennt. 5 Mm. jenseits der Eingangsöffnung dieses Kanals sehen wir zunächst einen anderen kleineren Kanal dicht unter der deckenden Knochentafel von vornher einmünden. Es ist dies, wie die Einführung einer Sonde zeigt, die hintere Mündung des Canalis condyloideus, das sogenannte Foramen condyloideum posticum, welches normal in der Fossa condyloidea hinter dem Gelenkhöcker des Hinterhauptbeines ausmündet. Die vordere ungleich weitere Oeffnung des Canalis condyloideus befindet sich an normaler Stelle auf dem vorderen Felde der oberen Fläche des Processus jugularis. Gleichfalls an der Vorderwand des grossen anomalen Kanals sa, doch an deren Uebergang in die untere Wand desselben, findet sich die hintere Mündung eines in seiner Weite dem Canalis condyloideus nahestehenden Ganges, welcher nach kurzem vorwärts ge-

richteten Verläufe an der Unterfläche des Processus jugularis zur Ausmündung gelangt, wo wir ihm bei Betrachtung der Aussenfläche des Knochens wieder begegnen werden. Unmittelbar nach geschehener Aufnahme der beiden beschriebenen Nebenkänäle mündet der grosse Kanal *sa* mit einer Oeffnung, die an Weite der Eingangsöffnung gleichkommt, nach aussen in dem unterhalb der Hinterhauptschuppe gelegenen Raum aus, dessen Begrenzung alsbald näher beschrieben werden soll.

Im Uebrigen fällt die Innenfläche, an der die genannten Kanäle vorkommen, besonders durch ihre anomale Grösse auf. Sie hat offenbar gegenüber dem normalen Hinterhauptbein einen unteren Zuwachs erhalten. Dieses Zuwachsgebiet grenzt sich theilweise durch eine besondere Beschaffenheit seiner Oberfläche gegen das normale Gebiet ab, was auch an unserer Figur deutlich zu Tage tritt. Von der Umbeugungsstelle der oberen Grenzlinie des Medianschnittes an abwärts erstreckt sich zur Gegend der anomalen Oeffnung *sa*, ohne letztere zu erreichen, ein rauhes, mit zahlreichen feinen Gefässöffnungen versehenes Feld (*fas*), welches einen Theil des genannten Zuwachsgebietes begrenzt. Der lateralwärts sich anschliessende und ergänzende Theil des Zuwachsgebietes zeigt jedoch gegenüber dem normalen Gebiete keine Besonderheit der Oberfläche, sondern es setzen sich beide unmittelbar in einander fort. Versucht man unter der vergleichenden Beihölfe eines normalen Hinterhauptbeins die Grenzen des normalen und anomalen Gebietes der vorliegenden Knochenfläche genau abzustecken, so verläuft der mediale Theil der Grenze entsprechend dem oberen Rande des genannten rauhen Feldes; der laterale Theil der Grenze erstreckt sich vom Ende jenes oberen Randes quer herüber zur oberen Begrenzung der anomalen Oeffnung *sa*.

In weiterer Fortsetzung und jenseits dieser anomalen Oeffnung verläuft die Grenzlinie als zarte Knochenleiste in der Fortsetzung des oberen Randes der Oeffnung *sa* gegen den Rand des Hinterhauptloches hin, nm sich alsbald unmerklich zu verlieren. Hiermit ist die Grenzlinie für das weiter rückwärts gelegene Gebiet völlig verwischt und man könnte glauben, man habe es mit einer normalen Begrenzung des hinteren Abschnittes des Foramen occipitale magnum zu thun. Eine starke Crista occipitalis interna tritt in unserer Figur auf den Medianschnitt bei *cri* zu Tage; von ihr geht der rechte Schenkel in normaler Weise zur Umfassung des Hinterhauptloches ab. Immerhin ist schon bei innerer Besichtigung eine stärkere Wulstung des das Foramen occipitale umfassenden Knochenrandes auffällig. Die Ursache dieser stärkeren Wulstung wird indessen erst bei der Berücksichtigung der Aussenfläche dieses Bezirkes völlig deutlich bemerkbar (Fig. 2).

An dieser Aussenfläche konnte zunächst sofort bemerkt werden, dass der, wenn auch überaus anomal beschaffene, Atlas mit dem Hinterhauptbeine verschmolzen sei. In Bezug auf die Besonderheiten dieser Verschmelzung ist das Folgende zu bemerken. Die Unterfläche des Körpers des Hinterhauptbeins setzt sich in dem an die Medianlinie angrenzenden Bezirke in nach hinten concavem Bogen ohne Substanzunterbrechung, ohne Spur einer Nahtlinie, auf einen queren niedrigen Wulst (*aa*) fort, welcher seiner Lage nach nicht anders denn als Ausdruck eines mit dem Hinterhauptkörper verschmolzenen vorderen Bogens des Atlas aufgefasst werden kann. Bei der Betrachtung des Medianschnittes haben wir oben die Gegenwart dieses Wulstes als nach vorne gerichteten Vorsprung der unteren Grenzlinie

kennen gelernt. Seitlich verstreicht der Wulst auf einer glatten, nahezu senkrecht gestellten ausgedehnten Fläche, welche aufwärts unmittelbar in das normale Gebiet der Unterfläche des Hinterhauptkörpers ohne irgend eine Abgrenzung gleichmässig übergeht. Sucht man, wie wir es bei der oberen Fläche gethan, auch an der unteren Fläche des vorliegenden Knochens die Grenzen des normalen gegen das anomale Gebiet abzustecken, so bietet den nächsten Anhaltspunkt die äussere Mündung des *Canalis hypoglossi*, die in unserer Figur 2 mit *fh'* bezeichnet ist. Dieser Kanal wird normal nach unten überragt vom *Processus condyloideus* des Hinterhauptbeins. Von einem solchen ist, wie aus der bisherigen Beschreibung schon deutlich hervorgeht, keine Spur wahrzunehmen. Die *Incisura jugularis* ist wie der ganze vordere Rand des Hinterhauptbeins in unserem pathologischen Falle normal ausgebildet, ebenso der *Processus jugularis*. Auf die Lage der normalen Gelenkspalte zwischen der *Massa lateralis* des Atlas und des *Processus condyloideus* des Hinterhauptbeins trifft jedoch ein schon oben erwähntes Kanälchen, dessen Ausmündungsstelle in unserer Figur 2 mit *spia* bezeichnet ist; seine hintere Mündung wurde früher bei Betrachtung des anomalen Kanales *sa* der Figur 1 geschildert. Das betreffende Kanälchen hat ganz das Aussehen eines venösen Ganges. Hiermit ist das Wesentliche der Grenzbestimmung an der Unterfläche angegeben. Von einer Andeutung einer *Membrana obturatoria anterior* ist nichts vorhanden. Die seitliche Ecke des anomalen Zuwachsgebietes, welches also der Vorderfläche des Atlas entspricht, verschmächtigt sich in einen deprimierten schwachen Fortsatz *pt*, welcher sich nach aussen leicht schaufelförmig verbreitert und mit dem hinteren Theile der Unterfläche des *Processus jugularis* knöchern verbindet. Dieser Fortsatz entspricht dem *Processus transversus atlantis*, dem er indessen an Stärke und Länge bei Weitem nachsteht. Von einem *Foramen transversarium* in demselben fehlt jede Andeutung. Dieses Rudiment des *Processus transversus atlantis* überbrückt in schwach nach aussen und hinten gerichtetem Verlaufe einen niedrigen, an der Aussenfläche des Schädels gelegenen Raum, welcher von vornher einen ovalen, dem Umfang des *Foramen ovale* des Keilbeins gleich kommenden Zugang besitzt (in Figur 2 mit *a* angedeutet), während er nach hinten in einer weiten, aber niedrigen queren Spalte klappt; durch diesen Raum ist in der Richtung von hinten nach vorn in unserer Figur eine Sonde eingeführt. In ihn mündet zugleich in bereits angegebener Weise der anomale Kanal *sa* der Figur 1.

Das nunmehr nach Innen- und Aussenfläche beschriebene Zuwachsstück des Hinterhauptkörpers erscheint nach unten abgegrenzt durch eine überknorpelte Gelenkfläche, welche in ihrer Form an die untere Gelenkfläche der *Massa lateralis atlantis* erinnert, ohne völlig die Gestalt der normalen Gelenkfläche zu besitzen. Der längere Durchmesser der Gelenkfläche ist in unserem Falle der sagittale; hinten zieht sich die Gelenkfläche in eine abgerundete Spitze aus; ein medialer vorderer Theil von geringerer Ausdehnung zieht sich in convexem Bogen aufwärts, so dass dieser Theil bei der senkrechten Betrachtung des Medianschnittes sichtbar ist (in unserer Figur 1 bei *g*). Der grössere Theil der Gelenkfläche ist in Figur 2 bei *fa* sichtbar.

Seitlich und aufwärts von dieser Gelenkfläche, zwischen deren äusserem Rand und dem Wurzeltheil des *Processus transversus atlantis* befinden sich 2 stumpfe hintereinandergelegene Höckerchen, von welchen das hintere eine kleine über-

knorpelte Gelenkfläche trägt. Im Anschluss an den Processus transversus und den hinteren Rand der Massa lateralis tritt sehr deutlich der hintere Bogen des Atlas zu Tage. Doch ist auch dieser schwächer als normal gebildet und mit Ausnahme seines vorderen Wurzelstückes mit der Umrandung des Hinterhauptloches völlig glatt und ohne Spur einer Nachbildung verschmolzen. Er bildet in dieser Weise einen nach hinten aufgeworfenen Rand des Hinterhauptloches (Fig. 2 ap). Nur ein Theil ist, wie gesagt, von dieser Verschmelzung ausgenommen, es ist der Theil seiner Wurzel, welcher im normalen Falle durch seine Verbindung mit der Hinterwand der Massa lateralis den Sinus atlantis bildet. Auf diese Weise wird in unserem Falle jenes Loch und jener Kanal hergestellt, dessen innere und äussere Mündung bei der Beschreibung der Innen- und Aussenfläche des Knochencomplexes mit sa bezeichnet wurde. Dieser Kanal ist nichts anderes, als der durch die Verschmelzung umgeänderte, aber normal gelegene Sinus atlantis. Das erste Cervicalnervenpaar und die Arteria vertebralis mussten im vorliegenden Fall den beschriebenen Kanal passiren. Dasjenige Knochenstück, welches sich zwischen Sinus atlantis und Canalis hypoglossi befindet, entspricht der verschmolzenen Pars condyloidea des Hinterhauptbeins und der oberen Hälfte der Massa lateralis des Atlas.

Auch die der unteren Gelenkfläche der Massa lateralis des Atlas zusehende obere Gelenkfläche des Körpers des Epistropheus entspricht in ihrem Verhalten nicht der Norm, sei es bezüglich ihrer Form oder der Neigung. Was ihre Form betrifft, so stellt dieselbe ein querliegendes Oval mit geringer Verschiedenheit der Durchmesser dar; sie ist in querer Richtung leicht concav ausgehöhlt, während sie in sagittaler Richtung nahezu eben erscheint. Ihr medialer Rand erhebt sich gegen den kleinen stummelartigen Zahnfortsatz. Der grössere laterale Abschnitt fällt nicht nach unten ab, wie es der Norm entspricht, sondern liegt horizontal. Nach aussen ist die Gelenkfläche überragt von einer überhängenden, nicht überknorpelten Knochenlippe, welche gegen das Foramen transversarium des Epistropheus abfällt (Fig. 3 lb). Das Foramen transversarium durchbohrt den Querfortsatz nicht schief von oben und aussen nach unten und innen, wie es der Norm zukommt, sondern senkrecht.

Noch eine zweite Assimilation, wie schon früher gesagt, ist in unserem Falle vorhanden und zwar zwischen Epistropheus und III. Halswirbel. Auffällig ist, dass in Anbetracht der Seltenheit der Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein der analoge Fall von Morgagni<sup>1)</sup> gleichfalls eine Assimilation des Epistropheus mit dem dritten Halswirbel zeigte; gleichsam als ob letztere Assimilation eine Folge der ersteren wäre.

Bei der Betrachtung der Vorder- und Hinterfläche der verschmolzenen Körper beider Wirbel, nemlich des zweiten und dritten Halswirbels, gewahrt man keinerlei Grenzlinie, welche auf die frühere Trennung der beiden Körper hindeuten würde, sondern die Fläche des einen geht in die des anderen ohne Unterbrechung, ohne Einschnürung oder Hervorragung unmittelbar über. Auf dem Medianschnitt dagegen ist eine Grenzmarke sehr deutlich (wie Fig. 4 s zeigt). Sie ist dadurch zu Stande

<sup>1)</sup> J. B. Morgagni, De sedibus et causis morborum epistola. LXIX, 8.

gekommen, dass die Spongiosa beider Wirbelkörper durch eine quere leicht aufwärts convexe Knochennaht unterbrochen wird.

Was die Bogen beider Wirbel betrifft, so sind auch diese mit Ausnahme ihrer Wurzeltheile völlig mit einander verschmolzen. Man erkennt bei der Besichtigung der Aussenfläche (Fig. 3) die verschmolzenen Processus articulares beider Wirbel an einem starken von der Mitte der Aussenfläche des Bogens des Epistropheus nach vorn, unten und aussen laufenden Knochenwalle (Fig. 3 pa), welcher unmittelbar in den unteren Gelenkfortsatz des dritten Halswirbels ausläuft; die hinteren Bogentheile beider Wirbel sind gleichfalls knöchern mit einander verbunden. Sie lassen ihre gegenseitige Abgrenzung durch eine tiefe transversale Einsenkung und eine theilweis vorhandene, jedoch undeutliche Nahtlinie erkennen. Die Synostose erstreckt sich sogar auf die Dornfortsätze, ja selbst das Ligamentum apicum ist knöchern. Bei der Besichtigung der Wirbelhöhlenfläche erkennt man das von der Verschmelzung der Bogen allein ausgenommene Foramen intervertebrale zwischen zweiten und dritten Halswirbel (Fig. 4 fi 3), welches demnach allseitig knöchern begrenzt ist. Weiter rückwärts bilden beide Bogen eine vollkommen glatte Fläche. Oberhalb des genannten Foramen intervertebrale, entsprechend der Wurzel des Processus odontoidens, bemerkt man eine quer laufende Gefässrinne, die in eine Gefässlücke ausläuft. An der Schnittfläche der beiden verschmolzenen Dornfortsätze ist eine Unterbrechung des Maschenwerks der Spongiosa durch eine Naht in keiner Weise zu bemerken. Die übrigen Halswirbel, von welchen der vierte auf der Abbildung noch vorhanden ist (Fig. 4, 4), zeigen keine anomale Beschaffenheit.

Vergleichen wir den hiermit beschriebenen neuen Fall von Assimilation des Hinterhauptbeins mit dem Atlas, des Epistropheus mit dem III. Halswirbel, mit den bisher in der Literatur bekannt gewordenen älteren Fällen, so ist über die von Luschka<sup>1)</sup> und Boxhammer<sup>2)</sup> beschriebene Anomalie das Folgende zu bemerken.

Die eine derselben befindet sich an dem Hinterhauptbein eines 17jährigen Individuums und ist rechts weit vollständiger als links. Rechts ist die Massa lateralis des Atlas mit dem Processus condyloideus des Hinterhauptes so sehr verwachsen, dass jede Trennungsspur, aber auch jedes Zeichen einer stattgehabten Entzündung fehlt. Die Höhe der vereinigten Masse ist rechts geringer als links. Links ist keine vollständige Synostose vorhanden, sondern es existirt in der ganzen Breite der Massa lateralis eine feine, nahtähnliche, von Knorpelsubstanz erfüllte Spalte. Die unteren Gelenkflächen des Atlas sind nach Form, Grösse und Beschaffenheit normal gebildet, nur fallen sie steiler nach aussen hin ab, als gewöhnlich. Der vordere Bogen des Atlas ist vollständig verschmolzen; eine kleine rundliche Oeffnung liegt da, wo normal der Zwischenraum zwischen vorderem Bogen und Hinterhauptkörper sich befindet. Unter jener Lücke stossen die mit dem Hinterhauptbein verschmolzenen vorderen Bogenhälften in einer Längsnaht

<sup>1)</sup> Luschka. Die Anatomie des menschlichen Halses, 1862, S. 35.

<sup>2)</sup> Boxhammer. Zeitschrift für rationelle Medicin, 3. Reihe, Band 15. Die angeborenen Synostosen an den Enden der beweglichen Wirbelsäule.



zusammen. Von dem hinteren Bogen des Atlas ist nur die linke Seitenhälfte zu mehr isolirter Ausbildung gelangt, doch liegt sie dem Rande des Hinterhauptloches fast unmittelbar an. Ausgenommen von der Verschmelzung ist der Wurzeltheil des hinteren Bogens. Rechterseits ist die Verschmelzung vollständiger. Hier findet sich nach unten eine kleine überknorpelte Fläche, die wahrscheinlich mit dem Anfang der rechten Bogenhälfte des Epistropheus articulirt hat.

Der rechte Querfortsatz des Atlas liegt mit seiner Spitze dem Processus jugularis unmittelbar an, besitzt jedoch beide Spangen und ein Foramen transversarium; der linke ist frei, jedoch mit einer mangelhaften vorderen Spange versehen.

In dem zweiten von Boxhammer beschriebenen Falle findet sich ein geringerer Grad von Assimilation als der geschilderte. Die Massa lateralis ist rechts und links mit dem Gelenkhöcker des Hinterhauptbeins vollständig verschmolzen. Der vordere Bogen ist vollständig entwickelt, mit dem Hinterhauptbein nicht verwachsen. Der hintere Bogen ist linkerseits defect, jedoch frei. Rechterseits ist die hintere Bogenhälfte fast ganz in die Masse des Hinterhauptbeins aufgenommen. Die Querfortsätze sind im Ganzen normal entwickelt und frei. Die unteren Gelenkflächen des Atlas zeigen in ihrer Flächenausdehnung eine grosse Verschiedenheit, rechts ist dieselbe noch einmal so gross als links, etwa entsprechend der rechts mehr als noch einmal so bedeutenden Knochenmasse.

In einem dritten Fall findet sich die Assimilation nur auf der linken Seite. Zugleich ist der ganze Atlas um 6 Mm. gegen die Seite der Verschmelzung verschoben.

Die rechte Hälfte des Atlas ist dagegen in ihren wesentlichen Theilen normal gebildet. Der vordere Bogen ist vollständig ausgebildet; der hintere Bogen nur in seiner rechten Hälfte. Die linke Hälfte ist mit dem Hinterhauptbein assimilirt. Die rechte Hälfte erscheint darum in der Mittellinie scharf abgesetzt, nachdem sie sich allmählich verdünnt hatte. Das Lumen des Hinterhauptloches ist in diesem, wie im vorhergehenden Falle verengert.

Der von Morgagni beschriebene Fall ist insbesondere auch deshalb merkwürdig, weil es gelang, auch die Weichtheile auf ihre Veränderungen zu untersuchen, während in den sonst beobachteten Fällen die Anomalie erst am macerirten Knochen bemerkt worden ist.

Bei Gurlt finden sich mehrere Fälle von Ankylose des Atlas mit dem Hinterhauptbein. Von ihnen spricht der Autor die Vermuthung aus, die Ankylose sei höchst wahrscheinlich durch eine Gelenkentzündung zu Stande gekommen.

Während Verschmelzungen des Atlas mit dem Hinterhauptbein zu den Seltenheiten gehören, sind dagegen einfach defective Bildungen des Atlas ohne Assimilation mit dem Hinterhauptbein viel häufiger in der Literatur verzeichnet. Dass auch bei vorhandener Assimilation Defecte in der Ausbildung des Atlas häufig sind, ja

gewöhnlich vorkommen, ergibt sich einmal aus dem Zustandekommen der Assimilation selbst, andererseits aber auch vielleicht aus dem Umstande, dass man den Atlas, wie es zuerst von H. Meyer geschehen ist, in mechanischer Beziehung als einen Meniscus auffassen kann, welcher zwischen Hinterhaupt und Atlas eingelegt erscheint. Eine Aufzählung der verschiedenen Formen von defectiver Bildung des Atlas kann hier indessen unterbleiben, da dieselben nicht in unmittelbaren Beziehungen zu dieser Arbeit stehen.

Auch im übrigen Bereich des Knochensystems kommen Synostosen vor. So waren z. B. bei einem 8jährigen Knaben die Knochen des linken Vorderarms bei übrigens völlig normaler Beschaffenheit der äusseren Gestalt dieser Gliedmaassen von Geburt nicht im mindesten beweglich zu einander <sup>1)</sup>.

Rudolf Wagner <sup>2)</sup> beschreibt die Verschmelzung des mond- und dreieckigen Beins an beiden Handwurzeln eines Negerskeletes.

Robert <sup>3)</sup> führt einen Fall von Assimilation des Fersenbeins mit dem Würfelbein auf u. s. w.

Aber auch an der Wirbelsäule sind Synostosen einzelner Wirbel beschrieben worden. So beschreibt Phoebus <sup>4)</sup> an dem Skelet eines 30jährigen Mannes eine Synostose des 2. und 3. Halswirbels. Die Wirbel waren untereinander in der ganzen Ausdehnung ihrer Bögen verschmolzen, so dass nur an der rechten Seite unweit des Dornfortsatzes sich eine kleine durchgehende Spalte zeigte. Merkwürdiger Weise fand sich auch hier die Verschmelzung des mond- und dreieckigen Beines der Handwurzeln.

Weit häufiger kommen dagegen Assimilationen des letzten Lendenwirbels mit dem Kreuzbein vor, wie schon von Luschka hervorgehoben ist. Fälle dieser Art sind insbesondere von Boxhammer in seiner schon genannten Arbeit beschrieben und zusammengestellt worden. Gerade der Umstand, dass die Assimilation am häufigsten an solchen Bezirken des Knochengerüsts auftritt, in welchen schon normaler Weise eine Synostose vorher durch Synchronrose von

<sup>1)</sup> Luschka, Die Halbgelenke des menschlichen Körpers. S. 7.

<sup>2)</sup> Heusinger's Zeitschrift für organische Physik. Bd. III. S. 330.

<sup>3)</sup> Robert, Des vices congéniteaux de conformation des articulations. Paris 1851. p. 22.

<sup>4)</sup> Ueber ursprüngliche Knochenverschmelzung. Nova acta physic. med. Acad. Caes. Leop. Carol. N. C. T. XVII. Pars 2. 1835.

einander getrennter, wirbelkörperartiger Knochenstücke oder wirklicher Wirbelkörper statt hat, wie zwischen den wirbelkörperartigen Stücken des Hinterhauptbeins und der beiden Keilbeine und dem Siebbein, wie andererseits zwischen den einzelnen Wirbeln des Kreuzbeins; gerade dieser Umstand ist von Wichtigkeit für die Beurtheilung des ganzen Prozesses selbst, zu welcher wir uns nunmehr zu wenden haben.

#### Beurtheilung der Assimilationen.

Der Gegensatz von Assimilation zweier normal von einander getrennter Knochen ist die am falschen Ort auftretende überzählige Gelenkbildung, sei es heterotope Diarthrose oder Synarthrose.

Zwei normal von einander getrennte Knochen können mit einander verschmelzen, nachdem sie bereits vollständig ausgebildet sind und ihre fertige Form erreicht haben. Dies geschieht am gewöhnlichsten durch Entzündung. Sie vereinigen sich hier, nachdem sie schon völlig von einander getrennt gewesen waren.

Zwei Knochen können aber auch in der Weise mit einander verschmelzen, dass sie niemals von einander getrennt wurden, wie es im Verlaufe der normalen Entwicklung hätte geschehen sollen. Es kommt hier nicht zur Gelenkbildung, weder zur Diarthrose noch zur Synarthrose. Die zwischen den beiden Knochencentren gelegene Knorpel- oder Bindegewebsmasse wird in einem solchen Falle durch voranschreitende Ossification verdrängt und die beiden Knochencentren gelangen dadurch zur Herstellung eines einheitlichen Knochenkörpers. Dieser Prozess stellt die congenitale anomale Assimilation dar. Die Ursachen derselben können in ursprünglich anomaler Anlage der Knochenkerne liegen oder es kann ein unmittelbar oder mittelbar von aussen einwirkender Entzündungsreiz die bereits angelegten normalen Knochenkerne zu anomaler Weiterentwicklung anregen. In letzterem Falle haben wir eine erworbene entwicklungsgeschichtliche Assimilation, in ersterem Falle dagegen eine auf ursprünglicher Anlage beruhende entwicklungsgeschichtliche Assimilation vor uns.

Ein Entzündungsprozess, welcher während der Entwicklung eines Organs oder Organcomplexes abläuft, hat natürlicher Weise ganz andere Folgen, als ein nach bereits geschehener Entwicklung ablaufender Entzündungsprozess; es ist deshalb nothwendig, eine

entwicklungsgeschichtlich erworbene von einer nach Ablauf der Entwicklung erworbenen Assimilation zu trennen, obwohl in beiden Fällen entzündliche Assimilationen vorliegen. Bei der Beurtheilung eines concreten Falles zwischen einer auf ursprünglich anomaler Anlage beruhenden und einer während der Entwicklung Platz greifenden entzündlichen Ossification zu unterscheiden, kann sehr schwierig sein; beide Prozesse können mit verwischter Grenze in einander übergehen. Schon darum erscheint es zweckmässig, beide als congenitale Assimilationen zu bezeichnen, mit welchem Ausdruck also eine während der Entwicklung auftretende Assimilation verstanden werden soll. Immerhin muss in jedem einzelnen Falle zu entscheiden versucht werden, ob derselbe auf ursprünglich anomaler Anlage beruhe, oder aus entzündlicher Einwirkung auf eine normale Anlage hervorgegangen sei.

Suchen wir auf dieser Grundlage den uns vorliegenden Fall von Assimilation zu beurtheilen, so kann man sich unter Berücksichtigung aller Thatsachen mit Entschiedenheit dafür aussprechen, dass derselbe während des Ablaufes der Entwicklung hervorgebracht worden sei und werden die Gründe für diese Entscheidung anzuführen sein.

Es kann dagegen fraglich erscheinen, ob unser Fall auf ursprünglich anomaler Anlage der Knochenkerne beruhe, oder ob ein Entzündungsreiz auf die sich weiter entwickelnden Knochenkerne des Hinterhauptbeins und der drei obersten Halswirbel die Anomalie hervorgebracht habe.

Unser Fall von Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein verdankt seine Entstehung einer während des Entwicklungsablaufs auftretenden, nicht erst nach Beendigung der Entwicklung und im erwachsenen Zustande eingreifenden Störung. Die Gründe, welche für dieses Urtheil sprechen, sind die folgenden:

1. Der theilweise Mangel jeder Abgrenzung zwischen Hinterhauptbein und Atlas, bei regelmässiger Beschaffenheit der in Betracht kommenden Knochenflächen, andererseits die Regelmässigkeit der Abgrenzung, insoweit eine solche überhaupt vorhanden ist. Es fehlt jede Spur von Callusbildung. Die raue Stelle auf der Innenfläche der verschmolzenen Knochenkörper (Fig. 1, f a s) ist nicht etwa das Ergebniss eines Entzündungsprozesses, sondern gerade diese Fläche ist auch normaler Weise rauh beschaffen, denn sie

entspricht den Ansatzstellen des Ligamentum transversum atlantis und suspensorium dentis.

2. Die defective Beschaffenheit des Processus transversus atlantis, die Form dieses Querfortsatzes ist nicht anders, als aus einer Hemmungsbildung hervorgegangen zu betrachten. Er ist nicht allein zwerghaft ausgebildet, sondern es fehlt auch das Foramen transversarium. Ein solches könnte überhaupt gar nicht vorhanden sein, denn sein Durchmesser ist grösser als der Durchmesser des anomalen Processus transversus selbst. Eine zur Zeit der schon vollendeten normalen Ausbildung des Atlas auftretende Entzündung könnte also unmöglich einen Querfortsatz hervorbringen, wie er vorliegt und dem die vordere Spange fehlt.

3. Dasselbe gilt von der Beschaffenheit des Sinus atlantis, insbesondere seiner inneren Mündung. Dieser entspricht in seiner Ausbildung so sehr dem vor ihm liegenden normalen Canalis hypoglossi, welchem er auch in seiner Bedeutung als Intervertebralkanal gleichzustellen ist, dass man unmöglich daran denken kann, ein nach vollendeter Atlasentwicklung eingreifender Entzündungsprozess könne denselben zu Stande gebracht haben.

4. In derselben Weise ist die Beschaffenheit des Intervertebralkanals zwischen Epistropheus und drittem Halswirbel zu beurtheilen, sowie auch die übrigen Verschmelzungstheile dieser beiden Wirbel.

Nachdem hiermit die aus dem speciellen Falle abzuleitenden thatsächlichen Belege aufgeführt sind, welche uns dazu bestimmen müssen, den vorhandenen anomalen Prozess in die Periode der Entwicklung des betreffenden Individuums zu verlegen, ist noch ein anderer Gesichtspunkt näher zu berücksichtigen.

Schon oben wurde hervorgehoben, dass die bisher bekannt gewordenen Assimilationsprozesse mit Vorliebe gerade hinter der in ihren einzelnen Theilen unbeweglichen Schädelbasis, sowie vor und hinter dem in seinen einzelnen Theilen unbeweglichen Kreuzbein Platz greifen. Es liegt nahe zu denken, dass dieselben Ursachen, welche normaler Weise die Synostose von 4 ursprünglich durch Synchronrose von einander getrennten Schädelgrundstücken, sowie von 5 Kreuzwirbeln bewerkstelligen, in anomalen Fällen den benachbarten obersten Halswirbel in die Schädel-synostose, den benachbarten untersten Lendenwirbel oder obersten Steisswirbel in

die Kreuzwirbelsynostose hineinziehen. Schon Boxhammer äussert einen ähnlichen Gedanken, indem er sich folgendermaassen ausdrückt: „Schon die Analogie der Verschmelzung an den beiden Endigungen der beweglichen Wirbelsäule mit Berücksichtigung der hier unter normalen Verhältnissen zu Stande kommenden knöchernen Vereinigung von Wirbeln möchte dieser Ansicht günstig sein (dass der anomale Prozess ein entwicklungsgeschichtlicher sei); sodann aber besonders die auffallende Gleichmässigkeit der einzelnen Fälle nebst der mit der Assimilation des Atlas constant verbundenen defectiven Bildung des betroffenen Wirbels. Schon ein Blick auf diese gleichmässigen Formationen mit Berücksichtigung der gleichzeitigen mangelhaften Entwicklung lässt eine nach der anderen Ansicht anzunehmende ganz gleichmässige entzündliche Knochenresorption, Knochenneubildung und Verwachsung fast absolut verwerfen. Andererseits erscheint ein Hereinziehen des kleineren Knochenstückes in die grössere verschmolzene oder in Verschmelzung begriffene Knochenmasse, ein Annexirtwerden gewissermaassen des kleineren Knochens von dem grösseren Knochenconglomerate äusserst plausibel.“

So annehmbar dieser Gedanke auf den ersten Augenblick uns erscheint, so ist immerhin zu betonen, dass einmal die einzelnen Knochen des Steissbeins häufiger unter sich selbst verschmelzen als der erste Steisswirbel mit dem Kreuzbein, dass ausserdem, was die Atlasassimilation betrifft, letztere bisher ebenso häufig einseitig, als doppelseitig gefunden wurde, während doch die normale Synostose zwischen den einzelnen Schädelgrundstücken und zwischen den verschiedenen Kreuzwirbeln beständig doppelseitig auftritt. Boxhammer sucht nun freilich auch diesen Umstand gerade für erstere Ansicht zu verwerthen, indem er sich darauf bezieht, dass Fehler der Entwicklung sehr häufig einseitig seien. Nun ist es auch unsere Ansicht, wie schon angegeben, dass die genannten Fälle auf anomaler Entwicklung beruhen; die Ursache einer solchen müsste indessen nicht nothwendig zusammenfallen mit der Ursache des normalen synostotischen Prozesses zwischen den einzelnen Schädelgrundstücken und Kreuzbeinwirbeln. Auch ist nicht zu vergessen, dass die Association des Atlas, wenn sie nach der angegebenen Analogie erfolgen soll, zunächst und vor allem Anderen sich darin kund geben müsste, das eigentliche Wirbelcentrum des Atlas,

den Dens epistrophei, dem Körper des Hinterhauptbeins zu assimiliren. Dies ist jedoch bisher noch nicht beobachtet worden, sondern der Zahnfortsatz gelangte, selbst wenn er nur stummelhaft zur Entwicklung kam, schliesslich an seine normale Stelle, zwischen die beiden oberen Gelenkflächen des Körpers des Epistropheus, während die Assimilation sich auf die Massae laterales, den vorderen und hinteren Bogen, als die Aussentheile des Wirbelcentrums, im höchsten Falle beschränkte. Ich glaube jedoch noch auf einen anderen Punkt aufmerksam machen zu müssen. Die zunächst an einen grösseren, in sich unbeweglichen oder minder beweglichen Knochenbezirk (Schädelgrund, Kreuzbein) anstossenden Wirbel oder Wirbelanlagen sind wohl für den Fall während des Fötallebens eintretender Bewegungen der ganzen Säule oder einzelner Theile der Säule am meisten der Gefahr ausgesetzt, bei diesen Bewegungen gezerrt, gedrückt und in ihrer Ernährung gestört zu werden. Bewegungen eines sich entwickelnden Fötus treten aber bekanntlich frühzeitig genug auf, um eine solche Wirkung auf die letzten Wirbel zwischen Kopf und Kreuzbein äussern zu können. Hierdurch könnte vielleicht ein chronischer Reiz gesetzt werden, dessen Folgen sich nach der genannten assimilirenden Richtung hin geltend machen würden.

Mag nun der letzte Grund des Anschlusses des Atlas oder letzten Lendenwirbels an das Hinterhaupt oder Kreuzbein derselbe sein, welcher die einzelnen Theile des Schädelgrundes und Kreuzbeins normaler Weise synostosirt, oder mag der letzte in einem entzündlichen Reize gesucht werden, welcher von dem unbeweglichen Knochencomplexe auf die benachbarten Theile des beweglicheren ausgeübt wird, sicher ist, dass wir allen Grund haben, aus dem jetzt vorliegenden Beobachtungsmateriale die Ueberzeugung zu gewinnen, dass sämmtliche in Betracht kommende Knochenkerne in unserem Assimilationsfalle normal angelegt gewesen sind.

Die für die Entwicklung des Hinterhauptbeins normal zur Ausbildung gelangenden Knochenkerne sind bereits früher angeführt worden, ich erinnere nur daran, dass der Körper und die Gelenktheile zwei symmetrisch gelegene Paare von Knochenkernen besitzen. In Figur 5 finden sich die betreffenden Knochenkerne abgebildet. Was die Knochenkerne des Atlas betrifft, so haben wir für den vorderen Bogen in der Regel deren zwei, ebenso deren zwei für

die *Massae laterales* mit den hinteren Bogen. Die *Massae laterales* des Atlas entsprechen entwicklungsgeschichtlich den *Processus condyloidei* des Hinterhauptbeins und stellen wie diese die Seitentheile von Wirbelkörpern, d. i. Wurzelstücke von Bogen dar; diese Seitentheile besitzen bekanntlich bei allen Halswirbeln eine grosse Ausdehnung. In Fig. 5 a sind nach Meckel die Knochenkerne eines menschlichen Hinterhauptbeins vom 5. Fötalmonat, in Fig. 5 b die 4 Theile eines Hinterhauptbeins des Neugeborenen dargestellt. In Fig. 6 sind die Knochenkerne des Atlas eines Neugeborenen, nebst dem Zahne des *Epistropheus* abgebildet.

Die Entwicklung unseres Assimilationsfalles ging nun, nachdem die Knochenkerne normal angelegt waren, offenbar in der Weise vor sich, dass eine Gelenkbildung zwischen den Anlagen der *Massae laterales* und den *Processus condyloidei* des Hinterhauptbeins überhaupt nicht zur Ausbildung gelangte, sondern dass im Gegentheil die zwischen den correspondirenden Knochenkernen gelegene Zwischenschicht von Knorpel und Bindegewebe in den Ossificationsprozess hineingezogen und dadurch die schliessliche Synostose eingeleitet wurde. In ähnlicher Weise vollzog sich die Verwachsung der hinteren Bogentheile, zwischen denen von vorn herein eine Gelenkbildung schon normaler Weise nicht statt hat.

## II. Die Spongiosa des Schädelgrundes.

### 1. Besonderheiten der Wand des Schädelgewölbes.

Ueber diejenigen Besonderheiten der Schädelwand, welche für unsere Betrachtung von Bedeutung sind, ist das Folgende hier zu bemerken. Es sind nicht durchgehends neue Thatfachen bei dieser Gelegenheit beizubringen, sondern zum Theil mehr oder weniger bekannte Dinge, die wegen ihrer innigen Beziehungen zu unserer Aufgabe nur kurz zusammengestellt werden müssen.

Die Beschaffenheit der Schädelwand ist bekanntlich nicht allein bei verschiedenen Individuen, sondern auch an dem Schädel eines und desselben Individuums eine ungleiche in verschiedenen Bezirken. Bei äusserer und innerer Betrachtung des Schädelgewölbes zieht alsbald eine Reihe von Strebepfeilern unsere Aufmerksamkeit an. An der Aussenfläche erscheinen als solche jederseits der Jochfortsatz des Stirnbeins und des Schläfenbeins; an der Innenfläche machen sich als Strebepfeiler geltend die *Crista occipitalis interna*



und frontalis, die Schläfenbeinpyramiden, die zusammenstossenden Ränder des grossen und kleinen Keilbeinflügels.

Auch jenseits dieser Verstärkungen ist die Wanddicke in verschiedenen Bezirken eine verschiedene. An jenen Stellen des Schädels, welche von wenig Weichtheilen bedeckt werden, wie am Schädeldach, ist der gegenseitige Abstand beider compacter Knochen tafeln unter starker Entwicklung von Diploë beträchtlicher, auch sind die beiden Tafeln an diesen Stellen absolut dicker, als an jenen Gegenden, welche von starken Muskeln überlagert werden, wie die Schläfengegend, wie die untere Hinterhauptgegend. An gewissen Stellen verschwindet die Diploë sogar vollständig und treten hier die beiden Tafeln in directe Berührung und Verschmelzung. Die vereinigten Tafeln werden hier zugleich dünner, sodass sie durchscheinen. Doch treten gerade an oder im Umkreis dieser Stellen die erwähnten Strebpfeiler in gewisser Hinsicht compensirend auf; so an den Seitenrändern des Planum temporale.

Noch an anderen Orten treten beide Tafeln in innigere Beziehungen zu einander; insbesondere sind es die Schädelnähte, an welchen der Zusammenhang beider Tafeln ein festerer wird, als ausserhalb derselben, was in Anbetracht möglicher Verschiebung beider Tafeln durch äussere Gewalten oder Muskelzug günstig in das Gewicht fallen muss. Man vergleiche in dieser Richtung Fig. 7, welche einen Schliff darstellt, der senkrecht auf den oberen Theil des parietalen Randes des Hinterhauptbeins angelegt worden ist und gerade eine zwischen zwei Nahtzacken gelegene Stelle trifft.

Die Sutura serrata der Deckknochen des Schädels erscheint als eine Eigenthümlichkeit der äusseren Tafel, sie fehlt dagegen den Verbindungen der inneren Tafel. Die gezahnte Naht ist eben insbesondere geeignet, Zugwirkungen sowohl als auch Verschiebungen zu widerstehen, in welcher Beziehung auch der Muskelzug in Betracht kommt. Der Zerdrückung gegenüber ist die gezahnte Naht als solche nicht als günstigere Anordnung zu erachten; es fällt jedoch hier die stärkere Anhäufung der Compacta günstig in das Gewicht.

Die innere Tafel soll kalkreicher und ärmer an organischer Masse (Ossein) sein, als die äussere. Dass sie brüchiger sei als die äussere, wurde von Tevan bestritten, welcher zeigte, dass eine Kugel, die den Schädel in der Richtung von innen nach aussen

durchschlägt, die stärkere Zersplitterung an der äusseren Tafel hervorbringe. Immerhin geht aus diesem Versuche noch nicht mit Sicherheit hervor, dass beide Tafeln gleiche Widerstandskraft gegen äussere Gewalten besitzen und würden hierüber besondere Beobachtungen anzustellen sein.

Auch in mikroskopischer Hinsicht sind beide Tafeln von einander verschieden. Schon mit freiem Auge erscheint die Glastafel weisser, d. h. blutärmer als die äussere Tafel. Zugleich zeigt sich die Oberfläche der Glastafel auch glatter und glänzender als die der äusseren Tafel. Bei mikroskopischer Untersuchung von Querschliffen pflegen in dem Gebiet der Glastafel in der That minder zahlreiche Gefässkanäle zu erscheinen, als im Gebiet der äusseren Tafel.

Was die Anordnung der Knochenlamellen in den Deckknochen des Schädels betrifft, so könnte man glauben, dass deren Verlauf entsprechend ihrer Entwicklung ein von den *Tubera frontalia*, *parietalia* und von den diesen am Hinterhauptbein analogen Punkten ausgehender, radiär zu der Peripherie der betreffenden Knochen sich erstreckender, sein werde. Knochenschliffe, welche die Ränder der genannten Knochen parallel treffen, müssten alsdann die Haversischen Kanäle und die dazu gehörigen Lamellensysteme in querer Richtung durchschnitten zeigen, während andere Schliffe, welche jene Knochen in einer von der Peripherie zu den *Tubera* laufenden Richtung treffen, die Haversischen Kanäle und Lamellensysteme auf dem Längsschnitt zeigen würden. Dies ist jedoch keineswegs durchgehend der Fall. Schon die Stämme der *Venae diploicae* richten sich nicht genau nach den genannten Knochengebieten. Aber auch die kleineren und kleinsten Knochenvenen und Arterien liegen jenem angenommenen Verlaufe fern. Nach den erwähnten Richtungen angelegte Schnitte und Schliffe durch das Scheitelbein und Hinterhauptbein liessen deutlich erkennen, dass ein anderer Plan der Vertheilung der Knochenlamellen vorliege, ohne dass derselbe schon jetzt vollständig durchsichtig wäre. Fig. 8 zeigt beispielsweise einen Schliff, welcher parallel der Peripherie des Seitenrandes der Hinterhauptschuppe angelegt wurde. Man erkennt aus der Richtung der Gefässkanäle die Anordnung der Lamellensysteme. Im Bereich der äusseren Tafel (e) sind die Lamellensysteme gerade der Länge nach angeordnet, während man eine quere Richtung hätte erwarten

können. Der Verlauf der Lamellensysteme der inneren Tafel erscheint viel unregelmässiger als an der äusseren; man erkennt an mehreren Stellen senkrecht zur Oberfläche laufende Kanäle und ihnen entsprechende Lamellensysteme; ein anderer Theil zeigt sich quer durch seine Verlaufsrichtung getroffen, so dass auffallender Weise eine theilweise Kreuzung der Verlaufsrichtung der Lamellensysteme beider Tafeln vorliegt.

Figur 7, dazu gewählt, um den Uebergang der äusseren in die innere Compacta an einem Knochenrande erkennen zu lassen, zeigt die Verlaufsrichtung der Lamellensysteme und Gefässkanäle zum Theil minder deutlich, indem grosse und zahlreiche, unregelmässig gestaltete Gefässlumina im Bereich der äusseren Tafel einen regelmässigen Lamellenverlauf nicht zulassen.

Ein parallel dem Occipitalrande des Seitenwandbeins geführter, aus der Längsmittle stammender Schnitt zeigt die Lamellensysteme der inneren Tafel zum grossen Theil quer oder schief getroffen; diejenigen der äusseren Tafel sind theils schief, theils längs getroffen, so dass also auch hieraus eine theilweise kreuzende Richtung der Lamellensysteme beider Tafeln sich ergibt. Gleichwohl erscheint die Kreuzung der Lamellensysteme beider Tafeln nicht als eine durchgreifende Eigenschaft derselben, indem an mehreren Schliffen ein mehr oder minder deutlich ausgesprochener Parallelismus der Lamellensysteme vorhanden war.

Was die Bedeutung der Anordnung der Knochensubstanz des Schädeldgewölbes zu zwei durch Diploë von einander getrennten compacten Tafeln betrifft, so ist dieselbe in mechanischer Beziehung nicht etwa als eine gleichgültige, sondern vielmehr als eine sehr günstige zu erachten, sei es hinsichtlich einer Druck- oder Zugwirkung. Denn wenn auch die äussere Tafel nicht ausschliesslich Zug, die innere Druck zu ertragen hat, oder umgekehrt, sondern wie aus den schönen Beobachtungen von Bruns über die Elasticität des Schädels hervorgeht, jede Tafel das eine Mal und an einem Orte auf Zug, das andere Mal und an dem gleichen Orte auf Druck in Anspruch genommen werden kann, so ist doch zu beachten, dass die in der Mitte zwischen beiden Oberflächen gelegenen Substanztheile, die Diploë also, die geringste Beanspruchung zu erleiden haben, während gerade die parallel den beiden Oberflächen verlaufenden Lamellensysteme die maximale Leistung, sowohl für Druck

wie für Zug, übernehmen müssen. Auch am Schädel finden demnach die bekannten Biegungsgesetze ihren Ausdruck in der Zusammendrängung der Knochensubstanz auf zwei von der neutralen Axe entfernte Oberflächen, ohne dass man gerade die eine Tafel ausschliesslich als die des Zuges, die andere als die des Druckes bezeichnen könnte.

## 2. Die Belastung des Schädels.

Nicht die Widerstandsfähigkeit des Schädelgewölbes gegen äusseren Druck soll hier eingehender untersucht werden, sondern die Belastung desselben durch sein Eigengewicht, insbesondere durch seinen Inhalt, das Gehirn, sodann die Belastung desselben durch den Zug der den Schädel bewegendenden Muskeln.

Die Belastungsweise des Schädels durch das Gehirn ist begreiflicher Weise ein für die Erledigung unserer Aufgabe allzu wichtiger Gegenstand, als dass er nicht eine besondere Betrachtung verdienen würde. Die einfachste, wenn auch unrichtigste Vorstellung war die, dass das Gehirn mit seinem ganzen Gewichte auf der Schädelbasis und theilweise auf dem Tentorium cerebelli aufruhte. Da das Gehirn in einer geschlossenen Kapsel seinen Platz hat, so konnte umgekehrt auch daran gedacht werden, dass bei aufrechter Haltung des Körpers nicht die Basis, sondern die Decke des Schädelgewölbes die Last des Gehirnes wenn nicht ausschliesslich, so doch theilweise zu tragen habe, ähnlich wie die Zwerchfellkuppel die Leber, die Gelenkpfanne den Gelenkkopf trägt. Was die Leber betrifft, so wird dieselbe, obwohl luft- und flüssigkeitsdicht aufgehangen, allerdings nicht von der Eigenkraft der Zwerchfellwölbung, sondern von der elastischen Spannung der Lungen getragen und in ihrer Lage erhalten. Das Schädelgewölbe dagegen würde durch seine starke Beschaffenheit genügend dafür eingerichtet erscheinen können, die Last des Gehirns in der Weise aufzunehmen, dass letzteres an ihm gleichsam aufgehangen wäre. Dennoch muss von einer solchen Anschauung Umgang genommen werden, wie sich aus dem Folgenden ergibt.

Die Annahme der directen Belastung der Schädelbasis durch das Gehirn hat zunächst zu bedenken, dass das Gehirn an einem grossen Theile seiner Oberfläche direct von Flüssigkeit, der Subarachnoidalflüssigkeit, umgeben sei, in welcher dasselbe zum Theil

suspendirt erscheint. Es wird in demselben Maasse von jener Flüssigkeit getragen werden, als es davon umgeben ist und als der gegenseitige Unterschied des specifischen Gewichts es bedingt. Die subarachnoidale Flüssigkeit steht zugleich nach den übereinstimmenden älteren und neuesten Versuchen (Magendie, Axel Key und Retzius) unter einem, wenn auch geringen positiven Drucke; der letztere hält am lebenden Thiere einer Säule von etwa 10 Mm. Wasser das Gleichgewicht. Wenn aber auch schon die Gegenwart jener Flüssigkeit verhindert, dass das Gehirn durch seine eigene Last sich selbst beschädigen könne, so kommt noch ein anderer Umstand begünstigend hinzu. Denn das Gehirn wird zu einem gewissen Theile auch getragen durch die Spannung der es durchziehenden starken Gefässbäume. Dies ergiebt sich mit Sicherheit aus der bekannten Erscheinung der pulsatorischen Bewegung des Gehirns. Die Wirkung des Gehirngewichtes auf die Schädelbasis ist dem Angegebenen zufolge als eine indirecte, ausserdem aber als eine nicht von der Gesamtlast des Gehirns ausgehende zu betrachten. —

Der durch das Gehirn und seine übrigen Weichtheile belastete Schädel drückt mittelst der Condylen des Hinterhauptbeins auf die Massae laterales des Atlas. Bereits Eingangs wurde erwähnt, dass allein das Eigengewicht des Kopfes, wie Hermann Meyer zeigte, in früher Jugendzeit und so lange die genügende Festigkeit der einzelnen Bestandtheile des Gewölbes nicht erreicht ist, im Stande sei, Deformitäten des Schädels hervorzurufen. Das Eigengewicht vermochte hier in der Weise zu wirken, dass der von der Wirbelsäule gestützte Theil des Schädels, insbesondere also der Körper und die Seitentheile des Hinterhauptbeins höher in den Schädelinnenraum hinaufgetrieben wurde, womit natürlich eine Reihe weiterer, auch für die Gehirnform wichtiger Folgen verbunden war.

Das Gewicht des Kopfes ist indessen, wie schon erwähnt, nicht die einzige Last, welche von den Gelenkköpfen des Hinterhauptbeins auf den Atlas zu übertragen ist und welches durch Stösse der Wirbelsäule auf die Condylen noch ausserordentlich gesteigert werden kann; sondern es kommt hinzu die Spannung sämmtlicher Muskeln, welche vom Kopfe abwärts ziehen. Dass die durch Muskelcontraction bewirkte Belastung des Atlanto-occipitalgelenkes eine sehr beträchtliche, die Belastung durch das Gewicht des Kopfes weit

übersteigende sein könne, bedarf kaum einer Betonung. Es bleibt also zu betrachten, ob und in welcher Weise die Gelenktheile des Hinterhauptbeins und in weiterer Folge die Spongiosa des ganzen Schädelgrundes selbst passend angeordnet sei, um jener Belastung geeignet widerstehen zu können.

### 3. Die Spongiosa der Pars basilaris des normalen Schädels.

Geht man darauf aus, die Anordnung der Spongiosa des Hinterhauptbeins zu untersuchen, so wird man, wie sich aus dem Vor-  
ausgehenden ergibt, vor Allem bestrebt sein müssen, zu prüfen, wie sich in dieser Beziehung die Condylen des Hinterhauptbeins verhalten; denn diese haben ja die Gesamtlast des Kopfes auf die Wirbelsäule zu übertragen. Es werden besonders zwei Reihen von Schnitten anzulegen sein; einmal solche, welche den Condylus der Länge nach eröffnen, mit gleichzeitiger senkrechter Richtung der Schnittfläche auf die Gelenkfläche; sodann solche, welche den Condylus der Quere nach und wiederum senkrecht auf die Gelenkfläche treffen. Jene Längsschnitte wird man zugleich in der Weise weiter nach vorn auslaufen lassen, dass sie den ganzen Körper des Hinterhauptbeins oder auch des Hinterhauptbeins und der mit ihm verbundenen Keilbeine der Länge nach blosslegen. Die besten Methoden zur Anlegung solcher Schnitte sind schon wiederholt beschrieben worden und kann von einer Schilderung derselben hier abgesehen werden. Aus einem Längsschnitt des Condylus zugleich einen solchen des Körpers des Grundbeins hervorgehen zu lassen, bedarf es nur einer leichten Wendung in der Führung der Säge, wovon man sich bei der Ausführung selbst am besten überzeugt.

An einen Längsschnitt durch einen Condylus des Hinterhauptbeins, welcher zugleich durch den Körper des letzteren geführt wurde, bemerkt man zunächst, dass die Gelenkfläche, wie es bei so vielen anderen Gelenkflächen auch der Fall ist, nur von einem höchst zarten Belege compacter Substanz gebildet wird. In manchen Fällen kann man füglich von einer compacten Rinde dieses Gelenk-  
kopfes überhaupt nicht mehr reden. Am gut macerirten Knochen sieht hier die Gelenkfläche schon bei der Untersuchung mit freiem Auge, um so mehr unter Anwendung schwacher Vergrößerung völlig porös und siebförmig durchbrochen oder sammetartig aus. Der Vortheil einer solchen Anordnung beruht natürlich darin,

dass etwa anlangende Erschütterungen leichter zerstreut und gebrochen werden können, als wenn im Gegentheile eine starke compacte Rinde vorhanden wäre.

Der an die Gelenkfläche anstossende Bezirk der Unterfläche des Knochens zeigt dagegen überall eine deutliche compacte Rinde, die an gewissen Stellen sogar zu beträchtlicher Stärke anwachsen kann; sie ist am bedeutendsten in 3 Richtungen entwickelt. Die eine derselben läuft nach vorn und medianwärts. Die ihr entsprechende compacte Substanz gewinnt vor dem vorderen Rande der Gelenkfläche sehr rasch die Stärke von  $1\frac{1}{2}$ —2 Mm., geht in dieser Stärke zum Theil in die vordere Umrandung des grossen Hinterhauptloches über, zum Theil bildet sie die compacte Rinde der Unterfläche des Hinterhauptkörpers, um gegen die vordere Grenze des letzteren allmählich auf die Stärke von  $\frac{1}{2}$ —1 Mm. herabzusinken. Dies gilt sowohl von Exemplaren, welche noch durch Synchondrosen mit dem Keilbein verbunden sind, als auch von solchen, bei welchen die synostotische Verschmelzung bereits stattgefunden hat.

Die zweite Richtung, in welcher eine stärkere compacte Rinde sich an den Gelenkkopf anschliesst, befindet sich mit ihrem Ausgangspunkte in der Gegend der hinteren Abtheilung des Gelenkkopfes und läuft dem entsprechend von der hinteren Hälfte des Aussenrandes der Gelenkfläche gegen die Unterfläche des Processus jugularis, der gerade hier an seinen eigentlichen Wurzeltheilen wie torquirt erscheint und in manchen Fällen fast rein aus compacter Substanz besteht. Gegen sein äusseres Ende hin entwickelt der Processus jugularis eine starkmaschige, besonders angeordnete Spongiosa, während die Dicke der compacten Rinde im Zusammenhang damit mehr und mehr abnimmt, sei es in ihrer oberen oder unteren Schicht.

Die dritte Richtung stärkerer Rindenentwicklung liegt der vorher beschriebenen medianwärts gerade gegenüber und befindet sich also in der Gegend der hinteren Hälfte des Innenrandes der Gelenkfläche. Die untere Rindenschicht, die mit der oberen hier völlig zusammenfliesst, bildet die hintere Umrandung des grossen Hinterhauptloches, indem sie dem Limbus des Hinterhauptloches den Ursprung giebt. Diese hintere Umrandung des Hinterhauptloches kann ihrer morphologischen Bedeutung nach Arcus occipitalis genannt werden, da er dem Bogen der anderen Wirbel gleicht.

Nach dem Vorausgehenden stossen die drei genannten Richtungen stärkerer Entwicklung der Compacta der Unterfläche des Hinterhauptbeins am Gelenkkopf unter stumpfen Winkeln zusammen, um wesentlich in sagittaler und transversaler Richtung von hier aus peripherisch auszustrahlen; ein wichtiger Punkt, auf welchen alsbald noch ausführlicher einzugehen sein wird.

Während die Gelenkfläche, wie bemerkt, eine Rindenschicht nur andeutungsweise besitzt, ist die compacte Rinde der entgegengesetzten, der Schädelhöhle zusehenden Seite des Gelenkkopfes durchgehends von beträchtlicher Stärke und misst in der Gegend des inneren Eingangs in den Canalis hypoglossi so wie im Gebiete des nahen Tuberculum jugulare und über dasselbe hinaus mindestens 2 Mm. Erst nach der vorderen Grenze des Hinterhauptkörpers hin verschmächigt sich die obere compacte Rinde allmählich auf 1 Mm. Stärke. Ein kräftiger Rindenzug geht von der oberen Compacta rückwärts gegen die Umrandung des Hinterhauptloches, um mit dem entsprechenden Zuge der unteren Compacta zu verschmelzen. Ein anderer Zug wendet sich gegen den Processus jugularis, während die zwischen diesen beiden Stellen gelegene Strecke der Rinde unter allmählicher Verdünnung in das Gebiet der Fossa cerebelli übergeht.

Die rauhen Seitenflächen des Hinterhauptkörpers besitzen, wie schon die Beschaffenheit der Oberfläche vermuthen lässt, und wie Querschnitte des Hinterhauptkörpers auf das Deutlichste zeigen, nur einen ganz dünnen Belag compacter Substanz, indem die untere Rinde, je weiter sie lateralwärts sich erstreckt, mehr und mehr an Dicke abnimmt, während die obere Rinde der ganzen Quere nach ungefähr dieselbe Dicke beibehält. In der Gegend des Tuberculum pharyngeum zeigt die Compacta, um dies hier nachträglich zu erwähnen, eine leichte Verdickung (s. Fig. 13).

Wie verhält sich nun die zwischen den beschriebenen Rindentheilen des Hinterhauptkörpers und seiner Seitentheile befindliche Spongiosa bezüglich ihrer feineren Anordnung?

Hier ist anzugeben, dass im Wesentlichen 2 Bälkchenzüge unterschieden werden können, ein wagerechter (den Rindenschichten paralleler) und ein senkrechter Zug. Der wagerechte Zug verhält sich zu den Rindenschichten in der Weise, dass Theile desselben unter spitzwinkligem Zusammentreten die Rindenschichten bilden.



Hieraus geht hervor, dass der wagerechte Zug den Rindenschichten nicht völlig parallel verlaufen kann, obwohl er im Allgemeinen mit deren Verlauf übereinstimmt. Der senkrechte Zug kreuzt die Blätter des wagerechten. Dies gilt nicht allein für die Spongiosa des Hinterhauptbeins, sondern für die Spongiosa des ganzen Grundbeins. Die Anordnung der Spongiosa des Schädelgrundes ist hiernach im Ganzen eine sehr einfache Erscheinung. Zu den beiden sich kreuzenden Systemen kommen am Hinterhauptbein gewisse radiär angeordnete Züge im Gelenkkopf desselben hinzu; letztere sind vielmehr nichts Anderes als die modificirten senkrechten Züge selbst. Ausserdem kommen am Hinterhauptbein noch gewisse schiefe Faserzüge zur Ausbildung.

In genauerer Ausführung ist dem Angegebenen das Folgende hinzuzufügen und der grösseren Deutlichkeit wegen auf Figur 9 zu verweisen, welche einen im Bogen verlaufenden Längsschnitt durch den Gelenk- und Körpertheil des Hinterhauptbeins der rechten Körperseite zur Anschauung bringt.

Unmittelbar vor dem Gelenkhöcker (co) und neben dem medialen Abhang des Tuberculum jugulare tj besitzt der Körper des Hinterhauptbeins nur eine geringe Dicke, indem er medianrückwärts in die abgerundete Schneide seiner keilförmigen Gestalt übergeht. An jener Stelle, die zugleich eine dicke obere und untere Rindenschicht besitzt (Fig. 9 ls, li), treten diese beiden Rindenschichten sehr nahe an sich heran. Zwischen ihnen verlaufen nur wenige wagerechte Blätterzüge spongiöser Substanz. Letztere kann man vorwärts gegen den vorderen Rand c des Hinterhauptkörpers verfolgen und man erkennt zugleich, dass von oben und unten her eine grössere Reihe gleich gerichteter Blätter allmählich sich ihnen zugesellt in der Weise, dass sämtliche Blätter in gleichen Zwischenräumen auf einander folgen. Dasselbe flächenhaft ausgebreitete Lamellensystem erstreckt sich aber auch rückwärts in den Gelenkkopf hinein, doch so, dass die Abstände der einzelnen Blätter sich etwas verringern. Man sieht deutlich die untere Compacta der Stelle x unserer Figur nach hinten sich spitzwinklig aufpinseln und in wagerechter Streichung an die Peripherie des Gelenkkopfes gelangen. Zu diesen gesellen sich von oben her zunächst die zwischen der oberen und unteren Compacta liegenden freien Lamellen, hierauf die von der oberen Compacta selbst aus-

gehenden Lamellen. Ueber das von hinten und aussen in den Gelenkkopf tretende Bälkchensystem wird alsbald die Rede sein.

Gehen wir statt von der Compacta vom Gelenkkopfe aus, so können wir die wagerechten Blätter seines vorderen Abschnittes zur unteren, diejenigen des hinteren Abschnittes zur oberen Compacta verfolgen, während die mittleren zwischen beiden Rindenschichten hindurch weiterstreichen.

An einem Medianschnitt durch den Körper des Hinterhauptbeins erkennt man ebenfalls höchst deutlich die allmähliche spitzwinklige Loslösung des wagerechten Blättersystems von beiden compacten Rindenschichten, welche entsprechend dem Rande des grossen Hinterhauptloches und eine Strecke vor letzterem völlig mit einander verschmelzen. S. Fig. 15, ls, li.

Das senkrechte System der Spongiosa ist am einfachsten ausgebildet im Körper des Hinterhauptbeins und Keilbeins. Man sieht die wagerechten Blätter in Fig. 9 gekreuzt von Reihen senkrecht zwischen beiden Rindenschichten ausgespannter Bälkchen, die in regelmässigem Abstände auf einander folgen. Doch auch im Gelenkkopf findet sich dieses System, ohne vom Körper bis zu ihm selbst eine Unterbrechung zu erleiden. Wie schon die wagerechten Züge sich im Bereiche des Gelenkkopfes näher an einander drängten, so rücken auch die senkrechten Züge hierselbst näher zusammen. Zugleich nehmen dieselben, da sie auf der Peripherie der Gelenkfläche senkrecht stehen, eine gegen die obere Compacta etwas radiär gerichtete Stellung an, indem ihre oberen Enden etwas convergiren, ein Umstand, der besonders deutlich an jenen senkrechten Bälkchen zu Tage tritt, welche sich an die Unterwand der compacten Rinde des inneren Eingangs in den Canalis hypoglossi anlegen (Fig. 9, 10, 11).

Zu diesen beiden Systemen des Gelenkkopfes treten Anhäufungen von schief in denselben einstrahlenden Bälkchenzügen, welche von der hinteren Umrandung des grossen Hinterhauptloches (Fig. 9 sp), sowie aus dem Processus jugularis und zwar dessen Wurzeltheil sich entwickeln (Fig. 10 r). Die Rindenschichten des Processus jugularis blättern sich lateralwärts in eine starkmaschige Spongiosa auf, deren Züge deutliche Kreuzungen zeigen (Fig. 10 tr).

Frontalschnitte des Gelenkkopfes zeigen die schon an Längsschnitten erkannten, senkrechten und wagerechten Balkenzüge, insbesondere erstere, in grosser Deutlichkeit (Fig. 12 co).

An Medianschnitten des Keilbeins oder des ganzen Grundbeins treten, wie schon bemerkt, dieselben Systeme, sowie die spitzwinklige Loslösung des wagerechten Systems deutlich hervor. Doch ist bezüglich der compacten Rinde hinzuzufügen, dass dieselbe sich mehr und mehr verdünnt, je weiter wir vorwärts gelangen (Fig. 15 ls, li).

Werfen wir nach dieser Auseinandersetzung einen Blick auf die allgemeine Massenordnung der Knochensubstanz im Hirnschädel, so lässt sich leicht bemerken, dass nur an wenigen Stellen die Knochensubstanz vollständig in Compacta übergegangen sei. Im weitaus grösseren Bezirke treffen wir zugleich compacte Rinde und zwischenliegende Spongiosa. Beide Substanzen gewinnen nur an gewissen Stellen eine grössere Mächtigkeit, deren Bedingungen zum Theil auch auf die Anfügung des visceralen Schädelskelettes zurückzuführen sind. Nur an gewissen Stellen erhält die Spongiosa eine bestimmt ausgeprägte Richtung ihrer Lamellen, wie am Grundbein, während sie als Diploë einfachere Verhältnisse zeigt.

Wie überhaupt individuelle Verschiedenheiten in der äusseren und inneren Beschaffenheit der Knochen vorhanden sind, so auch in der inneren Beschaffenheit des Grundbeins. Die Structur wechselt von grösster Porosität der Spongiosa und Dünnheit der compacten Lagen bis zu sehr starkmaschiger Ausbildung der Spongiosa und ansehnlicher Stärke der Compacta. Ist auch an beiden Extremen die beschriebene Anordnung der Lamellenzüge noch erkennbar, so bedarf es doch einer gewissen Auswahl der Knochen, um scharfe und in jeder Beziehung überzeugende Bilder zu erhalten.

Gehen wir nunmehr zu unserem Ausgangspunkte zurück und betrachten wir, in welcher Weise die Uebertragung der Gesamtlast des Kopfes auf den Atlas sich vollziehe, so bemerken wir jederseits wesentlich 3 vom Schädel auf den jederseitigen Gelenkkopf des Schädels hinstrebende Arme, welche die Uebertragung bewerkstelligen.

Der eine Arm weist auf den Körper des Hinterhauptbeins und die vordere Umrandung des grossen Hinterhauptloches hin. Der zweite Arm erstreckt sich seitlich jederseits auf den Processus jugularis des Hinterhauptbeins. Dieser aber ist seiner morphologischen Bedeutung nach dem Querfortsatz eines Wirbels gleichwerthig. Der dritte Arm endlich weist auf die hintere Umrandung des grossen Hinterhauptloches hin und hiermit im Zusammenhang auf die ge-

sammte Hinterhauptsschuppe. Letztere aber mit ihren beiden das Hinterhauptloch von hinten her umfassenden Schenkeln stimmt bekanntlich mit dem Dornfortsatz und hinteren Bogentheile eines Wirbels (Bogen ohne Wurzelstück) überein.

Genau dieselbe Uebertragung der Last findet auch an der Rumpfwirbelsäule statt. Auch hier sind es die Querfortsätze und Dornfortsätze, welche bei der Beurtheilung der Architectur der Wirbel vor Allem in Betracht kommen. Nicht aber bloß die Eigenlast des Kopfes wird von den genannten 3 Armpaaren durch die Gelenkköpfe des Hinterhauptbeins auf den Atlas übertragen, sondern auch in derselben Weise die Spannung der Muskeln, insoweit sie als gelenkpressende Kraft in Frage kommt. Mögen die betreffenden Muskeln an kurzen oder langen Hebelarmen wirken, immer und in allen Fällen sind es jene 3 Armpaare, welche die Uebertragung bewirken.

Es liegt nahe, die Anordnung der Spongiosa des Grundbeins mit derjenigen im Speciellen zu vergleichen, welche von den Wirbeln des Rumpfes bekannt ist, schon die oben gemachte Andeutung drängt dazu hin; denn, wenn auch die einzelnen Abtheilungen des Grundbeins nicht die thatsächliche Zahl der im Schädel enthaltenen Wirbel darstellen, so genügt es für unseren Zweck, überzeugt zu sein, dass das Grundbein mit seinen wirbelähnlichen Stücken in jeder Beziehung und auch gemäss der Entwicklungsgeschichte die directe Fortsetzung der Wirbelkörpersäule des Rumpfes auf den Kopf bildet.

Wir unterscheiden nun an der Spongiosa eines Rumpfwirbels mehrere Systeme von Spongiosabälkchen. Die Körper aller Wirbel sind von einer dünnen compacten Schicht umschlossen, die nur in der Mitte der Vorderseite etwas dicker auftritt. Die Spongiosa selbst ist zusammengesetzt aus senkrecht gegen die Endflächen gestellten Bälkchen, von welchen auf Frontalschnitten die äusseren Lagen nach beiden Enden etwas divergiren. Die senkrechten Bälkchen sind durch querverlaufende verbunden und gekreuzt, welche besonders im Bereiche der Endflächen dichter gestellt sind. Hierzu kommt noch ein System schräg verlaufender Bälkchen, welches von dem Bogenhalse und den Processus articulares ausgeht<sup>1)</sup>. Ein Vergleich

<sup>1)</sup> Man vergleiche in dieser Beziehung Bardeleben, Beiträge zur Anatomie der Wirbelsäule. Jena bei Hermann Dabiz. 1874.

mit der Anordnung der Spongiosa des Grundbeins ergibt auffällige Uebereinstimmung. Zur Durchführung des Vergleiches ist es natürlicher Weise nothwendig, die untere Fläche des Grundbeins der Vorderfläche der Wirbelsäule gleich zu stellen. Die wagerechten Lamellen des Grundbeins entsprechen dem senkrechten System der Rumpfwirbel. Die senkrechten Lamellen des Grundbeins entsprechen dagegen den queren Bälkchen der Rumpfwirbel. Merkwürdig ist, dass selbst im Gelenkkopf des Hinterhauptbeins die bezügliche Anordnung erhalten ist. Man übersieht die Verhältnisse des Verlaufes am deutlichsten, wenn man Fig. 15 u. 9 aufrichtet d. h. die Winkelstellung des Grundbeins zur Wirbelsäule ausgleicht. Der Gelenkkopf aber ist eben auch Wirbelkörpertheil, er entspricht dem seitlichen Abschnitte eines Wirbelkörpers, dem Wurzelstücke der Bogen, und so verliert jenes Verhalten sein Auffälliges.

#### 4. Die Spongiosa des mit Assimilation des Atlas verbundenen Grundbeins.

Die untere Rindenschicht besitzt, wie Fig. 1 zeigt, auf dem Medianschnitt eine durchgehende Mächtigkeit von 1 Mm.; erst mit ihrer unteren Fortsetzung auf das Uebergangsstück zu der bei weitem schwächeren oberen Rindenschicht nimmt sie an Dicke ab. Die Spongiosa zeigt daselbst eine eigenthümliche Stellung der Bälkchen. Verfolgt man dieselben von der unteren Rindenschicht aus, so gehen die in der Mitte der Längsausdehnung des Clivus abtretenden spärlichen, aber kräftigen Knochenbälkchen nahezu senkrecht hinüber zur oberen Rindenschicht. Im vorderen Theile des Clivus schlagen die von der unteren Rindenschicht abgehenden Bälkchen eine schräg nach vorn und oben laufende Richtung ein. Umgekehrt verhalten sich die Bälkchen im unteren Drittel des Clivus; hier verlaufen sie von der unteren Rindenschicht nach unten und hinten. Alle diese Züge mit Ausnahme der mittleren senkrechten entsprechen offenbar den wagerechten Zügen des normalen Schädelgrundes. Kreuzende, senkrechte Bälkchen finden sich noch am vorderen und hinteren Ende des Clivus, doch sind dieselben nur spärlich vorhanden und zugleich von grösser Dünne.

Von dieser Grundfläche wurde, um die Anordnung der Spongiosa auch jenseits der Medianlinie wahrnehmen zu können, eine verticale, keilförmige Längslamelle in der Weise abgenommen, dass

der Schnitt dem Medianschnitt nicht parallel verlief, sondern am oberen Ende des Clivus begann und in der Mitte der Gelenkfläche des assimilirten Atlas endigte. Wenn schon am vorhergehenden Schnitte Aehnlichkeiten mit der Anordnung der Spongiosa in gewissen Röhrenknochen zum Vorschein gelangten, so zeigte sich das Bild (Fig. 14) um so ausgesprochener. Von der unteren starken Rindenschicht aus laufen besonders im oberen Drittel des Clivus starke, schräg nach oben und vorn gerichtete Bälkchen und Blätter theils zur gegenüberliegenden compacten Rinde, theils zur compacten Unterwand der Keilbeinhöhle. Diese, in beträchtlichen Abständen aufeinanderfolgenden starken, aufsteigenden Blätter der unteren Rindenschicht werden gekreuzt von schwächeren Zügen, welche von der oberen Rindenschicht ausgehen und in nach vorn gerichtetem Verlaufe zur unteren Rindenschicht und hinteren Wand der Keilbeinhöhle gelangen. Ein ähnliches Bild erhalten wir am unteren Ende des Längsschnittes, während die Mitte nahezu bälkchenfrei erscheint und demgemäss einer Markhöhle in gewissem Sinne ähnlich ist. Unterhalb der Mitte treten von der unteren Rindenschicht Reihen von stärkeren und schwächeren Bälkchen nach hinten und unten theils zur gegenüberliegenden Rindenschicht, theils zur Gelenkfläche des assimilirten Atlas. Auch diese werden gekreuzt von zahlreichen feinen und einigen stärkeren Bälkchen, welche von der oberen Rindenschicht ausgehen, zum Theil die untere Rindenschicht erreichen, zum grösseren Theile jedoch auf die Gelenkfläche des assimilirten Atlas auftreffen. Die Zahl der von der oberen Rindenschicht abtretenden Bälkchen wird um so reichlicher, je näher wir dem Gelenkende kommen. Die hintere Rindenschicht des Clivus selbst erscheint auf diesen Schnitt viel stärker entwickelt, als es am Medianschnitt der Fall war und nimmt besonders in der Nähe des Gelenkendes beträchtlich zu, indem sie einen in die Spongiosa hineinragenden Sporn bildet, welcher seiner Lage nach der Ansatzstelle des Ligamentum transversum atlantis entspricht.

Eine Naht, welche der Verwachsung des Atlas mit dem Hinterhauptbein entsprechen würde, ist nicht wahrzunehmen. Was aber die Beurtheilung dieser Anordnung der Spongiosa betrifft, so ist es klar, dass die in Folge der Assimilation zu Stande gekommene starke Biegung der unteren Rindenschicht die vorliegende Modification be-

wirkt habe, die im Uebrigen aus der Anordnung des normalen Schädelgrundes unschwer abgeleitet werden kann.

### Ergebnisse.

1. Der neue von mir beschriebene Fall von Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein ist während der Entwicklung jener Knochen zur Ausbildung gelangt.

2. Den *Massae laterales* des Atlas sind die *Part. condyloideae* des Hinterhauptbeins homolog. Sowohl letztere als erstere sind wiederum homolog den Seitentheilen der übrigen Rumpfwirbelkörper, als Wurzelstücke von Bogen. Diese Seitentheile der Wirbelkörper sind bei allen Halswirbeln gross, am grössten beim Atlas und, in der Fortsetzung auf den Schädel, bei dem Hinterhauptbein.

3. Bei den bisher beschriebenen Fällen von Assimilation verschmilzt nicht das Wirbelcentrum des Atlas (der *Dens epistrophei*) mit dem Hinterhauptkörper, sondern es verschmelzen bloss die Seitentheile beider Knochen. Theils aus diesem Grunde, theils des öfteren Vorkommens von nur halbseitiger Verschmelzung wegen kann die Assimilation des Atlas mit dem Hinterhauptbein nicht als das Product derselben Ursachen angesehen werden, welche die normale Synostose der einzelnen, im Jugendzustande durch Synchondrose von einander getrennten Schädelgrundstücke bewerkstelligen. Sie ist nicht aufzufassen als eine zufällige Verlängerung des unbeweglichen Schädelgrundes nach hinten.

4. Gerade der Atlas ist infolge seiner Nachbarschaft zu dem unbeweglichen Schädelgrunde während seiner Entwicklung am meisten der Gefahr ausgesetzt, durch die Bewegungen des Fötus gezerrt und in seiner Ernährung gestört zu werden. Die Assimilation ist das Ergebniss einer während der Entwicklung ablaufenden chronischen Ernährungsstörung, welche eine Hemmungsbildung des Atlas im Gefolge hat. Dasselbe gilt von der Assimilation des letzten Lendenwirbels mit dem Kreuzbein, oder eines anderen Wirbels mit dem benachbarten.

5. Die in den Knochen des Schädelgewölbes ausgesprochene Zusammendrängung der Knochenlamellen auf zwei oberflächlich liegende Tafeln, die *Tabula externa* und *interna*, zwischen welchen eine von zahlreichen Bluträumen durchsetzte schwammige Substanz eingelagert ist, hat eine bedeutungsvolle mechanische Wirkung.

Denn Druck und Zug äussern sich bei vorkommenden Biegungen an den von der neutralen Zone am weitesten abstehenden Substanzbezirken am allermeisten. Eine Anordnung, welche nach diesem Princip getroffen ist, besitzt gegen Biegung die grösste Widerstandskraft, so auch das Schädelgewölbe.

6. Beide Tafeln des Schädelgewölbes sind in mikroskopischer Hinsicht einigermaassen von einander verschieden. Die äussere ist blutreicher und besteht aus regelmässiger verlaufenden Lamellensystemen. Die Richtung der letzteren entspricht nicht der radiären Entwicklung von Knochenkernen aus, sondern erfolgt nach besonderem Plane; ebenso hinsichtlich der inneren Tafel. Die Richtung der Lamellensysteme beider Tafeln ist eine zum Theil gekreuzte.

7. Das Gewölbe besitzt mehrere symmetrisch gelagerte äussere und innere Strebepfeiler, welche seine Widerstandskraft gegen die erfolgenden Beanspruchungen erhöhen.

8. Sieht man ab von der Einwirkung äusserer Lasten auf das Gewölbe, so hat dasselbe einmal sich selbst, sodann seinen Inhalt und seine Bedeckung im Zustand der Ruhe und von Erschütterungen, ausserdem aber auch die Zug- und Druckkraft zahlreicher und zum Theil mächtiger Muskeln zu ertragen. Das Gehirn als wesentlicher Inhalt des Gewölbes lastet auf der Schädelbasis zum grossen Theil nur in indirecter Weise. Ein Theil seiner Belastung wird übernommen von dem Liquor subarachnoidalis, ein gewisser Theil auch von der Spannung der grossen, in ihm sich ausbreitenden Gefässbäume.

9. Das Eigengewicht des Gewölbes, seines Inhaltes und seiner Bedeckung, sowie die gelenkpressende Kraft aller in Frage kommenden Muskeln wird auf das Hinterhauptbein und endlich auf dessen Condylen, durch diese aber auf die Wirbelsäule übertragen in drei Hauptrichtungen, welche sich materiell durch stärkere Anhäufungen von compacter Substanz am Hinterhauptbein aussprechen. Der eine Uebertragungsarm geht durch den Körper des Hinterhauptbeins und die vordere Umrandung des grossen Hinterhauptloches; der zweite Arm läuft durch den Processus jugularis des Hinterhauptbeins; der dritte durch die hintere Umrandung des Hinterhauptloches und die Schuppe.

10. Die Schuppe mit ihren beiden das Hinterhauptloch umfassenden Seitenschenkeln kommt aber überein mit dem Bogen und



Dornfortsatz eines Rumpfwirbels; der Processus jugularis ist ein einem Processus transversus analoger Knochentheil. So sehen wir die Uebertragung der Last am Schädel genau nach demselben Modus bewerkstelligt, welcher auch an den Rumpfwirbeln vor Allem für die Beurtheilung ihrer Architectur in Betracht kommt und von welchem die Würdigung der Leistung eines Wirbels auszugehen hat.

11. Für die Beurtheilung der Massenanordnung der Knochen-  
substanz am Gehirnschädel kommt auch das viscerele Skelet des  
Schädels und die zugehörigen Weichtheile, insbesondere die Mus-  
keln in Betracht.

12. Die Spongiosa des Gehirnschädels ist nur am Schädel-  
grunde in reichlicher Menge vorhanden, sie zeigt hier auch eine  
bestimmte Architectur. Man kann wesentlich wagrechte und  
senkrechte Balkenzüge unterscheiden. Die wagrechten entstehen  
durch spitzwinklige Loslösung aus den beiden compacten Rinden-  
schichten, letztere aus ersteren durch spitzwinklige Zusammendrän-  
gung. Der Zusammendrängung der Compacta auf jederseits drei  
Hauptarme des Hinterhauptbeins, die von den Condylen ausgehen,  
wurde bereits gedacht. Auch die Condylen des Hinterhauptbeins,  
die wesentlich aus schwammiger Substanz bestehen, in welche die  
genannten Arme auslaufen, zeigen vorzugsweise jene beiden Bälkchen-  
systeme. Das senkrechte System erfährt hier eine radiäre Aufstel-  
lung. Hierzu kommen schief einlaufende Balkenzüge von dem  
Processus jugularis und dem Arcus occipitalis. Die Anordnung der  
Spongiosa des Schädelgrundes entspricht hiernach derjenigen, welche  
wir auch an den Rumpfwirbeln vorfinden, in hohem Grade. —

Am Schlusse dieser Arbeit erfülle ich noch die angenehme  
Pflicht, Herrn Prof. A. Rauber zu Leipzig, unter dessen Leitung  
ich die vorliegende Arbeit anfertigte, für seine gütige Unterstützung  
und für das in liebevollster Weise überlassene Material meinen  
geziemenden Dank auch an dieser Stelle auszusprechen.

## Erklärung der Abbildungen.

Tafel X.

Fig. 1. Theil eines median durchschnittenen weiblichen Schädels mit vorhandener  
Assimilation des Atlas. CB Clivus Blumenbachii. st Sella turcica.  
ls, li Compacte Lamina superior und inferior des Clivus, die Spongiosa  
einschliessend. acb Angulus cervico-basilaris. fa Facies articularis.

- g Oberer medianer Abschnitt der Gelenkfläche. tj Tuberculum jugulare. ap Arcus posterior des Atlas. cri Crista occipitalis interna. fas Rauher Theil der Innenfläche. fh Foramen hypoglossi. sa Sinus atlantis.
- Fig. 2. Derselbe Knochentheil von unten. ap Arcus posterior atlantis. fom Foramen occipitale magnum. sa Innerer Eingang in den Sinus atlantis. fh Canalis hypoglossi. a Lücke zwischen Querfortsatz des Atlas und Hinterhauptbeins. pt Querfortsatz des Atlas. pj Processus jugularis. spia Nebenkanal aus dem Sinus atlantis.
- Fig. 3. Der zweite, dritte und vierte Halswirbel desselben Individuums von der rechten Aussenfläche; der zweite ist mit dem dritten verschmolzen. Durch die Foramina transversaria (ft) ist eine Sonde gelegt. lb Rauher Wulst am lateralen Rand der Gelenkfläche des Epistropheus. ps Processus spinosi des zweiten und dritten Halswirbels. pa Processus articulares derselben, einen schiefliegenden Knochenwall bildend. fl Foramina intervertebralia. spi Spatium intervertebrale zwischen drittem und viertem Halswirbel. de Dens epistrophei.
- Fig. 4. Dieselben Halswirbel auf dem Medianschnitt. 2, 3, 4 Zweiter, dritter, vierter Halswirbel; s Naht zwischen den ersteren. fi Foramen intervertebrale.
- Fig. 5 a. Hinterhauptbein eines 5monatlichen menschlichen Fötus mit den Knochenkernen der Schuppe (a b) und denjenigen der Seitentheile (nach Meckel).
- Fig. 5 b. Die vier Stücke eines Hinterhauptbeins des Neugeborenen.
- Fig. 6. Atlas eines menschlichen Fötus mit den Kernen des hinteren Bogens, a c; dem Kern des vorderen Bogens, d'; den Kernen des Dens epistrophei, d.
- Tafel XI.
- Fig. 7. Theil eines Schlißes von dem Hinterhauptbein des Menschen, senkrecht auf den Rand der Schuppe gerichtet. 14 : 1. e Tabula externa, i Tabula interna, beide mit den Gefäßlücken und -kanälen. d Räume der Diploë.
- Fig. 8. Theil eines Schlißes von dem Hinterhauptbein, parallel dem Rande der Schuppe. Gleiche Bezeichnung wie bei Fig. 7.
- Fig. 9. Körper und Seitentheil eines Hinterhauptbeins, von welchem durch einen Bogenschnitt ein mediales Stück entfernt worden ist. ls, li Obere und untere compacte Rinde. tj Tuberculum jugulare. fh Foramen hypoglossi. c Vorderer Rand des Hinterhauptkörpers. co Condylus occipitalis. sp Wurzel des Arcus occipitalis. x Stelle der Aufblüthen der unteren compacten Rinde gegen den Condylus occipitalis.
- Fig. 10. Bogenschnitt durch den Körper und Seitentheil eines Hinterhauptbeins, in den Processus jugularis auslaufend. c Vorderrand des Hinterhauptkörpers. tj Tuberculum jugulare. fh Foramen hypoglossi. tr Processus jugularis. r Wurzel des letzteren. co Condylus occipitalis.
- Fig. 11. Seitentheil eines Hinterhauptbeins, vom vorderen Rande des Hinterhauptloches aus angeschnitten. c Hinterende des Körpers. fh Foramen hypoglossi. fom Foramen occipitale magnum. co Condylus occipitalis. fc Fossa condyloidea.
- Fig. 12. Frontalschnitt des Hinterhauptbeins durch die Condylen und Processus jugulares; hintere Schnittfläche. ao Arcus occipitalis. fom Foramen

occipitale magnum. fh Foramen hypoglossi. ls, li Obere und untere compacte Rinde. co Condylus occipitalis. pt Processus jugularis.

Fig. 13. Frontalschnitt durch den Körper des Hinterhaupttheins. sb Sulcus basifaris. ls, li Obere und untere Compacta.

Fig. 14. Der Clivus des Grundbeins der Fig. 1 Taf. X, nach Entfernung eines keilförmigen, unten dicken Stückes. CB Clivus Blumenbachii. fh Foramen hypoglossi. sa Sinus atlantis. ls, li Obere und untere Compacta. fa Untere Gelenkfläche des Atlas.

Fig. 15. Medianschnitt eines normalen Keil- und Hinterhaupttheins. fh Fossa hypophyseos. ds Dorsum sellae. CB Clivus Blumenbachii. ls, li Obere und untere Compacta.

---

## XVI.

### Ueber entzündliche Störungen des Capillarkreislaufes bei Warmblüthern.

Von Prof. Dr. R. Thoma,

erstem Assistenten am pathologisch-anatomischen Institute zu Heidelberg.

(Hierzu Taf. XII.)

---

Zahlreiche und eingehende Untersuchungen haben auf dem Wege der unmittelbaren mikroskopischen Beobachtung und des unter dem Mikroskope angestellten Experimentes die entzündlichen Circulationsstörungen bei kaltblütigen Thieren der Erkenntniss näher gerückt. Dieselben haben grosse, ja vielfach maassgebende Bedeutung für die gesammte Pathologie gewonnen, und dennoch sind nur sehr vereinzelte und unvollkommene Versuche bekannt geworden, diese Circulationsstörungen auch bei Warmblüthern mit den gleichen scharfen Methoden zu erforschen. Es erklärt sich dies aus den verhältnissmässig viel grösseren Schwierigkeiten, welche der mikroskopischen Untersuchung des Kreislaufes bei Warmblüthern entgegenstehen. Unüberwindlich sind indessen diese Schwierigkeiten keineswegs, und wenn auch die nothwendig werdenden technischen Hilfsmittel wachsen, so bietet doch die Verlegung der Untersuchung auf grössere, warmblütige Thiere die Aussicht, einen bisher experimentell kaum mit Sicherheit angreifbaren Punkt, die Rückwirkungen