© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Über den Primordialschädel einiger Säugethiere.

Von

Friedrich Decker

in Würzburg.

Mit Tafel IX.

Einleitung.

Wenn es auch schon lange Zeit bekannt war, dass der Schädel im Laufe seiner embryonalen Entwicklung zuerst ein häutiges, sodann ein knorpeliges Stadium durchläuft und dass aus dem knorpeligen Schädel der knöcherne hervorgeht, so hat doch Jacobson im Jahre 1842 zuerst den »Primordialschädel«, wie er ihn benannte, genauer untersucht, und die gewonnenen Ergebnisse in dänischer Sprache der skandinavischen Naturforscherversammlung vorgelegt.

Bei allen früheren Untersuchungen war das Augenmerk der Beobachter weniger auf die erste Anlage des Schädels und die Vorgänge bei der Umwandlung des einen Stadiums in das andere gerichtet, sondern vielmehr darauf, von welchen Punkten aus und zu welcher Zeit der knorpelige Primordialschädel verknöchert. Der Weg nun, den man einschlagen müsse, um zu einer genaueren Kenntnis der Entwicklungsgesetze des Primordialschädels der Säugethiere und des Menschen zu gelangen, wurde von der vergleichenden Anatomie gezeigt. Durch J. Müller's [1] Untersuchungen, welche sich auf die Knorpelfische erstreckten, wurde es einleuchtend, dass das Studium der Entwicklungsgeschichte des Schädels bei niederen Wirbelthieren von großer Bedeutung sei für die Betrachtung der analogen Vorgänge bei höheren und höchsten Wirbelthieren. Es wurden zuerst Amphibien von diesem Gesichtspunkte aus durch Dugès [2] und Reichert [3] untersucht und es hat Letzterer auch bereits den Säugethierschädel berücksichtigt.

[1] Joh. Müller, Anatomie der Myxinoiden.

[2] A. Dugès, Recherches sur l'ostéologie et la myologie des batraciens dans leurs différents âges. Paris 1835.

[3] K. B. Reichert, Vergleichende Entwicklungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien nebst den Bildungsgesetzen des Wirbelthierkopfes. Königsberg 1838.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mit den Entwicklungsvorgängen des Säugethierschädels beschäftigte sich in eingehenderer Weise Rathke[1]. Die Resultate, zu welchen er bei seinen Forschungen gelangte, sind für das Verständnis der Entstehungsgeschichte des Schädels von höchstem Werthe. Rathke zeigte vor Allem, wie der Schädel größtentheils aus dem vordersten Abschnitt der Chordascheide seinen Ursprung nehme, und dass ferner die Gesichtsknochen unabhängig von der Umhüllung der Chorda dorsalis entstehen. Auf Grund dieser Entwicklungsweise des Schädels stellte Rathke am fertig ausgebildeten Cranium vier, in der Richtung von hinten nach vorn immer unvollständiger sich gestaltende Schädelwirbel auf.

Weitere Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Cranium, und zwar speciell in Betreff der Umwandlung des knorpeligen Schädels in den knöchernen haben Jacobson[2] und Bergmann[3] geliefert, wobei noch zu erwähnen ist, dass Jacobson bei dieser Gelegenheit die aus häutiger Grundlage entstehenden Knochen (Deckknochen) von den durch Umwandlung des Primordialknorpels entstehenden Knochen (primordiale Knochen) unterschied.

Im Anschluss an die beiden letzterwähnten Arbeiten hat nun Spöndli[4] in seiner Dissertation die Ergebnisse veröffentlicht, welche er bei der Untersuchung der Primordialschädel einiger Säugethiere, nämlich des Schweines, der Maus, des Schafes, des Rindes, so wie des Menschen unter Kölliker's Leitung gewonnen hat. Spöndli beschreibt in erster Linie den Schädel von Schweinsembryonen genauer und macht dann auf die Unterschiede bei den übrigen oben erwähnten Säugethierordnungen aufmerksam, wobei betont wird, dass der knorpelige Primordialschädel beim Menschen eine verhältnismäßig geringe Ausdehnung besitze. Spöndli beschreibt sodann die Verknöcherung des Primordialschädels beim Menschen und geht zu einer Betrachtung des Schädels vom Standpunkt der Wirbeltheorie über; hierbei nimmt er, ähnlich wie Rathke, vier Schädelwirbel an und stützt sich zur Begründung dessen auf die Entstehung der Wirbel aus der Chordascheide.

[1] H. Rathke, Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar zu Königsberg nebst einer Abhandlung über die Entwicklung des Schädels der Wirbelthiere. Königsberg 1839.

[2] L. Jacobson, J. Müller's Archiv für Anatomie, Physiologie und wissenschaftliche Medicin. Berlin 1844.

[3] C. Bergmann, Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skelettsysteme der Wirbelthiere, deren Begrenzung und Plan. Göttingen 1846.

[4] H. Spöndli, Über den Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen. Zürich 1846.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Sharpey[1] und Kölliker[2] traten der von Jacobson und Spöndli vertretenen Ansicht bei, gestützt durch mikroskopische Untersuchungen und machten weitere Zusätze besonders hinsichtlich des Punktes, dass ein Theil der Schädelknochen bei den Säugethieren nicht aus dem Primordialknorpel entstehe, sondern aus einem häutigen, weichen Blasteme, wie schon Dugès 1835 für die nackten Amphibien gezeigt hatte.

Die Existenz von Deck- oder Belegknochen, welche aus häutiger Grundlage entstehen, wurde von Reichert und A. Bidder[3] geleugnet, von Kölliker[4] aber neuerdings behauptet und nachgewiesen; zugleich wird an dieser Stelle die gleichartige Entstehung des Schädels bei allen Wirbelthieren aus primären und sekundären (Deck- oder Beleg-)Knochen von Kölliker hervorgehoben. Kölliker's Ansicht schloss sich ferner F. Betz[5] an hinsichtlich des Säugethierschädels, eben so H. Stannius[6].

Den neuen Angriffen auf die Ansicht über die dualistische Entstehungsweise der Schädelknochen, welche von H. Meyer[7] und Reichert[8] gemacht wurden, begegnete wiederum Kölliker[9], indem er sowohl histologisch als chemisch (in Gemeinschaft mit Scherer) nachwies, dass das »häutig-knorpelige« Bildungsmaterial Reichert's für die Deckknochen nichts Anderes als Bindegewebe sei.

Es würde hier zu weit führen, den geschichtlichen Verlauf des Streites über die Entstehung der Schädelknochen zu verfolgen, und es sei nur bemerkt, dass viele Autoren, darunter Gegenbaur[10], Vro-

[1] Quain's Anatomy. 5. Edition. By Mr. Quain and Dr. Sharpey. Part. II. London 1846.

[2] A. Kölliker, Mittheilungen der naturforschenden Gesellschaft in Zürich. 1847. p. 175.

[3] A. Bidder, De cranii conformatione ratione imprimis habita Jacobsonii de cranio primordiali ejusque ossificatione sententiae. Dorpat 1847.

[4] A. Kölliker, Berichte von der kgl. zootomischen Anstalt zu Würzburg. 2. Bericht f. d. Schuljahr 1847/48. Leipzig 1849.

[5] F. Betz, Über den Primordialschädel des Menschen. Froriep's Notizen. December 1848.

[6] H. Stannius, Müller's Archiv. 1849. p. 533.

[7] H. Meyer, Der Knorpel und seine Verknöcherung. Müller's Archiv. 1849. p. 292.

[8] K. B. Reichert, Zur Kontroverse über den Primordialschädel. Müller's Arch. 1849. p. 443.

[9] A. Kölliker, Die Theorie des Primordialschädels. Diese Zeitschrift. 1850. II. Bd. p. 281.

[10] C. Gegenbaur, Über primäre und sekundäre Knochenbildung mit besonderer Beziehung auf die Lehre vom Primordialcranium. Jenaische Zeitschrift f. Medicin und Naturwissenschaft. Bd. III. 1867. p. 54 und 206. — Derselbe, Über das Kopfskelett von Alepocephalus rostr. Morphol. Jahrb. Bd. IV. Supplement.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

LIK[1], WIEDERSHEIM[2] der strengen Scheidung vom primordialem und Deckknochen im Sinne KÖLLIKER's nicht beistimmen, während andere Forscher, wie O. HERTWIG[3] und PH. STÖHR[4] der genannten Ansicht beitreten, HUXLEY[5] dagegen sich in dieser Sache neutral verhält.

Reichliches Material besonders hinsichtlich der Entwicklung der Nasen- und Siebbeingegend beim Menschen und einigen Säugethieren findet sich bei DURSY[6].

Den Primordialschädel des Schweines hat ferner PARKER[7] ausführlich untersucht und zwar in neun verschiedenen Entwicklungsstadien, beginnend bei Embryonen von 7,5—8,0 Linien engl. PARKER führte seine Untersuchungen zum Theil auch nach neueren Methoden durch Anfertigung von Schnittserien so wie einzelner Schnittflächen nach den drei Hauptebenen aus. Die von PARKER gegebene Abhandlung ist der Hauptsache nach in einem späteren gemeinschaftlich mit BETTANY[8] herausgegebenen Werke reproducirt, in welchem neben dem Primordialschädel des Schweines auch die von Vertretern anderer Klassen des Wirbelthiertypus behandelt sind. Die beiden Verfasser sprechen sich am Schlusse des Werkes entschieden dagegen aus, dass die herkömmliche Art und Weise, den Schädel als aus einer bestimmten Anzahl von Wirbeln entstanden zu betrachten, die richtige sei. Wenn auch zugegeben werden müsse, dass das Cranium ursprünglich aus Wirbelsegmenten hervorgegangen sei, so sei es doch überaus schwierig, wo nicht unmöglich, zu ermitteln, wie viele Segmente des primitiven Wirbelthierkörpers an dem Aufbau des knorpeligen Cranium, welches phylogenetisch betrachtet eine lange Geschichte hinter sich habe, Antheil genommen haben[9].

Den Primordialschädel des Menschen in specie hat kürzlich HANNOVER[10] eingehenden Untersuchungen unterworfen; dieselben wurden

[1] VROLIK, Studien über die Verknöcherung und die Knochen des Schädels der Teleostei. Niederländisches Archiv f. Zoologie. Bd. I. 1871—1873.

[2] R. WIEDERSHEIM, Das Kopfskelett d. Urodelen. Morphol. Jahrb. 1877. Bd. III.

[3] O. HERTWIG, Über das Zahnsystem der Amphibien und seine Bedeutung für die Genese des Skeletts der Mundhöhle. Archiv f. mikr. Anatomie. Bd. XI. Suppl. 1874.

[4] PH. STÖHR, Zur Entwicklungsgeschichte des Urodelenschädels. Leipzig 1879.

[5] HUXLEY, The elements of the comparative anatomy. p. 296.

[6] E. DURSY, Zur Entwicklungsgeschichte des Kopfes des Menschen und der höheren Wirbelthiere. Tübingen 1869.

[7] W. K. PARKER, On the structure and development of the skull in the pig. Philosophical Transactions of the Royal Society of London. 1874. Vol. 164. Part. I.

[8] W. K. PARKER u. G. T. BETTANY, Die Morphologie des Schädels. Deutsch von Dr. B. VETTER. Stuttgart 1879.

[9] Cap. IX. § 770.

[10] A. HANNOVER, Primordialbrusken og dens Forbening i det menneskelige kranium før Fødselen. Kopenhagen 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an Schädeln von 25 menschlichen Embryonen angestellt, wobei der Längendurchmesser des Schädels zwischen 9—73 mm lag. Betreffs der Verknöcherung des Primordialknorpels stellt Hannover den Satz auf, dass am menschlichen Primordialschädel, und ohne Zweifel auch am übrigen Primordialskelett, kein Unterschied zwischen enchondraler und perichondraler Verknöcherung bestehe, dass vielmehr jede Knorpelverknöcherung eine periostale sei. Der Wirbeltheorie des Schädels gegenüber stellt sich Hannover so, dass er zwei Schädelwirbel annimmt, von denen der vordere prächordal, der hintere aber als Doppelwirbel zu betrachten sei; den Körper des letzteren bilde die chordahaltige Pars basilaris occipitis. Diese Ansicht hat Hannover [1] auch auf dem internationalen medicinischen Kongress in London 1881 vertreten.

Außerdem findet sich die Lehre vom Primordialschädel und seiner Verknöcherung in verschiedenen Lehrbüchern abgehandelt, von welchen hier vornehmlich Kölliker's [2] »Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere« angeführt sei.

Was nun die gegenwärtige Arbeit betrifft, so hat dieselbe nur den Zweck, eine Fortsetzung der Spöndli'schen Arbeit zu sein, indem die Untersuchungen zum Theil an Schädeln derselben Säugethiere angestellt, zum Theil aber auch auf andere Säugethiere ausgedehnt wurden. Vor Allem ist der Punkt ins Auge gefasst worden, ob das knorpelige Cranium bei den verschiedenen Ordnungen ein vollständiges oder unvollständiges sei, d. h. ob die Seitentheile des Chondrocranium das obere Ende des Medullarrohres entweder in seiner ganzen Längenausdehnung oder nur in dem einen oder anderen Abschnitte vollständig umhüllen, im Vergleich zur knorpeligen Wirbelsäule, welche, in späteren Entwicklungsstadien wenigstens, eine das ganze Rückenmark vollständig umhüllende Röhre darstellt.

Bezüglich der Nomenclatur sei erwähnt, dass im Folgenden in erster Linie die Bezeichnungen beibehalten sind, wie sie in der menschlichen Anatomie herkömmlich sind, dass jedoch daneben so weit als möglich auch die in der vergleichenden Anatomie gebräuchlichen neueren Benennungen angeführt wurden.

An dieser Stelle sei mir noch gestattet, meinem hochverehrten Lehrer, Herrn Geheimen Rath Dr. v. Kölliker für seine geschätzten

[1] A. Hannover, The Formation of Vertebrae in the Human Skull. Transactions of the International Medical Congress. 7. Sitzung. London, 2. bis 9. August 1881. I. Bd. Abth. f. Anatomie.

[2] Leipzig, 1879.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Rathschläge, für die gütige Überlassung des reichlichen, zum Theil sehr werthvollen Materials, so wie für die Liberalität, mit welcher derselbe mir seine Bibliothek zur Verfügung stellte, den tiefgefühltesten Dank auszusprechen. In gleicher Weise sei auch den beiden Prosektoren, Herrn Dr. M. Flesch und Herrn Dr. Ph. Stöhr für ihre liebenswürdige Hilfe durch Rath und That aufrichtigster Dank gesagt.

Methode.

Anfangs wurden Schädel in Spiritus konservirter Schafembryonen bearbeitet. Die Kopflänge betrug bei diesen ersten Versuchen durchschnittlich 4 cm. Bei einer so ansehnlichen Größe der Schädel empfahl sich die theilweise Maceration derselben, um die Fleisch- und Bindegewebstheile, so wie die Belegknochen mit Pincetten ablösen und so das knorpelige, zum Theil schon verknöcherte Schädelskelett vollständig freilegen zu können. Zu diesem Zwecke wurde den Schädeln durch mehrtägiges Auswässern aller Alkohol entzogen. Um die Maceration zu beschleunigen, wurde einer der Schädel bei circa 40° C. einer zweistündigen Einwirkung einer 3%igen Lösung von Kali causticum ausgesetzt. Die weitere Präparation wurde unter Wasser hauptsächlich mit zwei Pincetten und nur unter seltener Anwendung von Messer oder Schere vorgenommen. Die Weichtheile ließen sich gut ablösen, allein es zeigte sich auch, dass feinere Knorpellamellen durch die Kalilauge zerstört worden waren, so dass nur die zum Theil verknöcherte Schädelbasis im Zusammenhang dargestellt werden konnte. Da sich nun gezeigt hatte, dass das Kali causticum selbst bei kurzer Einwirkung auf den Knorpel stark schädigenden Einfluss ausübt, die Darstellung feinerer Knorpelplatten aber bezweckt wurde, so wurde kein weiteres Material und keine weitere Zeit vergeudet, um einen brauchbaren Koncentrationsgrad der Kalilösung, die richtige Einwirkungsdauer und den nöthigen Wärmegrad auszuprobiren; es wurde lieber der mühsamere aber sicherer scheinende Weg eingeschlagen, die Schädel in gewöhnlichem Wasser — dem zur Konservirung einige Tropfen koncentrirter Karbolsäurelösung zugesetzt wurden — unter zeitweiser Anwendung mäßiger Wärme zu maceriren. Die so gewonnenen Präparate fielen zwar besser, allein immer noch nicht genügend aus, indem der Knorpel sich stellenweise brüchig zeigte und auch oft wegen des sehr fest ihm anhaftenden Bindegewebes bei dessen Ablösung einriss. Auch kam es öfter vor, dass aus Knorpel entstandene Knochen sich von dem angrenzenden Knorpel trennten.

Wenn nun an dem Misslingen der ersten Versuche zum Theil Ungeübtheit Schuld gewesen sein mag, so war doch auch nicht zu verken-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

nen, dass die in Spiritus konservirten Embryonen der erwähnten Präparationsweise Schwierigkeiten bereiten. Denn es gestaltete sich die Sache wesentlich anders, als darauf Versuche an frischen Embryonenschädeln gemacht wurden. Diese abgeschnittenen Köpfe wurden einige Stunden in Wasser einer Temperatur von circa 50° C. ausgesetzt, worauf sich der größte Theil der weicheren Gewebe entfernen ließ; durch Wiederholung dieses Verfahrens je nach Bedürfnis ließen sich in weit kürzerer Zeit und mit einem viel höheren Grade von Sicherheit die knorpeligen Schädelskelette darstellen. Leider konnte bei diesem Verfahren, den knorpeligen Primordialschädel durch Maceration zu erhalten, nur wenig Rücksicht auf die Herkunft und den Verlauf von Gefäßen und Nerven genommen werden, so wünschenswerth es auch erscheinen mag, hierüber genauere Anhaltspunkte zu gewinnen. Bei Unterbrechung der Arbeit auf einen oder mehrere Tage wurde dem Wasser theils etwas Karbolsäure zugesetzt, theils wurde dasselbe mit einer geringen Quantität Weingeist versetzt, wobei die Maceration immerhin in geringem Grade ihren Fortgang nehmen konnte. Die Schädel werthvollerer nur in einem Exemplare erreichbarer Embryonen wurden erst in Angriff genommen, nachdem an leichter zu beschaffendem Materiale die Schwierigkeiten der Technik möglichst überwunden worden waren. Als Konservirungsflüssigkeit für die fertigen Präparate bewährte sich eine Mischung, welche aus gleichen Theilen Spiritus, Wasser und Glycerin zusammengesetzt wurde. Der letztere Bestandtheil bewirkt insbesondere einen gewissen Grad von Durchsichtigkeit in den knorpeligen Theilen, so dass die Verknöcherungspunkte, besonders wenn dieselben noch sehr klein sind, besser zur Unterscheidung gelangen.

Es folgt nun die Aufzählung der Thiere (s. Tabelle), von deren Embryonen Macerationspräparate gewonnen wurden, nebst Angabe der Grenzen, innerhalb welcher sich die Rumpf- und Kopflängen bewegten, erstere vom Scheitel bis zum Rumpfende (After), letztere von der Spitze der Schnauze bis zur größten Konvexität in der Hinterhauptsgegend gemessen.

Bezeichnung	Totalsumme	Frisch	Konservirt	Rumpflänge cm	Kopflänge cm
Rind	11	10	1	7,0—17,0	2,6—6,6
Schaf	13	7	6	4,5—29,5	1,8—10,0
Schwein	15	15	—	3,7—19,0	1,6—6,9
Katze	2	2	—	5,5—6,1	1,8—2,0
Dasypus novemcinctus . .	1	—	1	4,5	1,9
Bär	1	—	1	3,8	1,5
Phoca groenlandica	1	—	1	6,7	1,7
Manis tetradactyla (an brachyura?)	1	—	1	7,4	2,0

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Da bei aller Aufmerksamkeit und Vorsicht manche Einzelheiten nicht mit der wünschenswerthen Deutlichkeit dargestellt werden konnten, so wurden zur Kontrolle noch einige Schädel in Pikrinsäure entkalkt, mit Karmin oder Bismarckbraun durchgefärbt, in Paraffin eingebettet und in Serienschnitte zerlegt. Bei der Karminfärbung zeigte sich dann der Knorpel hell, mit kräftig gefärbtem Perichondrium, während bei der Anwendung von Bismarckbraun der Knorpel ein gesättigtes Braun mit gelblichem Perichondrium annahm. Serienschnitte wurden angefertigt bei zwei Schafembryonen mit den bezüglichen Kopflängen von 2,1 und 0,9 cm so wie von dem 1,6 cm langen Kopf eines Schweinsembryo. Die Dicke der Schnitte, welche in Kanadabalsam eingelegt wurden, betrug bei dem größten der Schädel 0,1 mm, bei den kleineren 0,05 mm.

Beschreibung des Primordialschädels im Allgemeinen.

Obwohl es nicht im Rahmen dieser Aufgabe liegt, die Entstehung des Schädels selbst, so wie die Verhältnisse beim Übergang des häutigen Primordialcranium in das knorpelige abzuhandeln, weil nur die Beschaffenheit des knorpeligen Primordialschädels ins Auge gefasst wurde, so sei es doch gestattet, einen Blick auf die Entwicklung des Schädels vom ersten Anfange an zu werfen, und dieselbe in kurzen Zügen, hauptsächlich der Darstellung Kölliker's folgend, zu beschreiben.

Der Schädel entsteht aus dem Mesoderm, und zwar in der Stammzone desselben aus den sogenannten Urwirbelplatten des Kopfes (Remak) oder den Kopfplatten, mit anderen Worten aus der zu beiden Seiten der Chorda dorsalis (Notochord) so wie vor derselben gelegenen Bildungsmasse (Parachordalia und Trabeculae). Es zerfallen jedoch diese Urwirbelplatten des Kopfes weder nach der Länge in einzelne Urwirbel, noch nach der Quere in Urwirbel und Seitenplatten, wie dies bei der Wirbelsäule am Rumpfe der Fall ist. Dagegen zerfällt der Schädel, wie aus dem Obigen leicht ersichtlich, der Längsrichtung nach in zwei Abtheilungen, eine hintere, welche die Chorda enthält, und eine vordere, welche von derselben frei ist. Im hinteren Abschnitt zerfällt also das Bildungsmaterial des Schädels in die Chorda und die beiderseits von derselben gelegenen Urwirbelplatten des Kopfes, während im vorderen Abschnitt die beiderseitigen Urwirbelplatten durch eine unter dem Medullarrohr hinziehende Brücke (Balkenplatte) kontinuirlich in einander übergehen. Dem Umfange nach überwiegt der hintere Abschnitt, welcher Spheno-occipital-Theil, chordaler, vertebraler oder postpituitarer Abschnitt genannt wird, gegenüber dem vorderen Abschnitt, dem sogenannten Spheno-ethmoidal-Theil, oder prächordalen, prävertebralen oder präpituitaren Abschnitte.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

In beiden Abschnitten umwachsen die Kopfplatten rasch das Medullarrohr, im prächordalen Theile auch von vorn her, während im vertebralen Theile die medialen Ränder der Kopfplatten noch die Chorda, ventral früher als dorsal, umwachsen.

Indem nun der Anfangs kurze prächordale Theil in die Länge wächst, und der Kopf sich nach der Bauchseite krümmt (Kopfkrümmung oder Kopfbeuge, mesocephalische Krümmung), tritt im axialen Theile das vordere Ende des vertebralen Abschnittes als sogenannter mittlerer Schädelbalken (Ratkke), oder vorderer Schädelbalken oder primitive Sattellehne (Kölliker) leistenartig gegen das Innere der Schädelhöhle hervor. Von diesem, so wie von einem dahinter gelegenen Fortsatze, dem hinteren Schädelbalken (Kölliker), ziehen Falten, im ersteren Falle als Anlage des Tentorium cerebelli, zum Dache des häutigen Schädels.

Es ist nun der häutige Schädel — beim Kaninchen in 10 Tagen — vollkommen geschlossen, bis auf eine kleine Stelle an der Grenze zwischen den beiden Schädelabschnitten, da nämlich, wo die Hypophysistasche vom Schlund her in den Schädel sich einstülpt (Pituitarraum). Jedoch wird auch diese Lücke bald ausgefüllt.

Die Umhüllung des Gehirns, welche an der Basis und besonders im Spheno-ethmoidal-Theil am dicksten ist, stellt das häutige Primordialcranium dar, geht jedoch nicht in ihrer ganzen Dicke in das knorpelige Primordialcranium über. Ohne erkennbare Abgrenzung einzelner Schichten begreift dasselbe die drei Hirnhäute, die Schicht, in welcher Knorpel entsteht, die Blastemschicht für die Deck- oder Belegknochen, endlich die äußere Haut in sich.

Die Verknorpelung findet nun in einer Schicht statt, welche zwischen der zukünftigen Dura und der Blastemschicht für die frühzeitig nach der Verknorpelung auftretenden Deckknochen liegt. Es verknorpelt jedoch diese nicht scharf abgegrenzte Schicht nicht über die ganze Flächenausdehnung des Schädels hin, wie frühere Autoren annahmen, sondern nur in gewissen Gegenden, so z. B. an der Basis und in den seitlichen Theilen des Schädels, während das Schädeldach in geringerem oder größerem Umfange zum Theil im Zusammenhang mit den seitlichen Theilen verknorpelt, zum Theil aber häutig bleibt, und so größere oder kleinere Fontanellen erkennen lässt.

Die Ausdehnung der Verknorpelungen am Schädeldache und den oberen Partien der Seitentheile verhält sich nun bei verschiedenen Säugethieren verschieden. So viel lässt sich aber jetzt schon feststellen, dass bei allen auf diese Verhältnisse hin untersuchten Mammalien in der Hinterhauptsgegend, entsprechend der Pars squamosa occipitis, ein das Medul-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

larrohr vollständig umhüllender Knorpelring gebildet wird, dass dagegen in den davor gelegenen Theilen der Schluss in geringerem oder höherem Maße mangelhaft ist. Es bleiben jedoch auch an der Basis Lücken für den Durchtritt von Gefäßen und Nerven frei, wie sich auch in den Seitentheilen größere, häutig verschlossene Fontanellen finden, wie z. B. das Foramen sphenoparietale (Spöndli).

Was den zeitlichen Verlauf der Verknorpelung des häutigen Primordialschädels betrifft, so steht fest, dass dieselbe beim Menschen im zweiten Monat beginnt. Bezüglich der Säugethiere, besonders der größeren, walten Schwierigkeiten ob, indem es hier nicht gut möglich ist, Embryonen in beliebig gewählten Stadien der Entwicklung zu untersuchen, wie etwa beim Kaninchen, sondern weil die Erlangung von Embryonen größerer Thiere mehr oder weniger dem Zufall anheimgegeben ist. Da nun in diesen Fällen die Zeit der Befruchtung unbekannt ist, so können keine bestimmten Angaben über das Alter der Embryonen gemacht werden, und man muss sich, um überhaupt eine Vergleichung verschiedener Befunde zu ermöglichen, mit der Angabe der Größenverhältnisse begnügen.

Die Umwandlung des häutigen Primordialcranium in das knorpelige oder Chondrocranium beginnt, wie Kölliker an Kaninchenembryonen gezeigt hat, in den verschiedenen Theilen des Schädels, besonders denen der Basis und der Nasengegend ziemlich zu gleicher Zeit, und ist beim Kaninchen in circa 3 Tagen der Hauptsache nach vollendet. Es entsteht das Chondrocranium so zu sagen »auf einmal, wie aus einem Gusse«. Selbständig entstehen die knorpeligen Gebilde des Unterkieferfortsatzes (Mandibularbogen) und des Zungenbein- oder Hyoidbogens, also Meckelscher Knorpel, Anlage der Gehörknöchelchen, Zungenbein und Processus styloideus. Hiermit hat aber das Chondrocranium seine vervollkommnetste Gestalt noch nicht erreicht; während es nämlich in einzelnen Theilen (Basis) einfach wächst unter Beibehaltung der Gestalt, ändert es letztere an anderen Stellen, indem alte Theile schwinden und neue entstehen. Zu den letzteren gehören das Dorsum ephippii, die komplicirteren Bildungen des Ethmoidal- und Gehörlabyrinths, ferner die Pars squamosa occipitis, indem die knorpeligen Gelenktheile seitwärts und nach oben sich entwickeln, und dadurch, dass sie einander bis zur vollständigen Vereinigung entgegenwachsen, eine knorpelige Squama occipitis bilden, welche sich dann aufwärts noch weiter ausdehnt. In ähnlicher Weise entstehen auch die knorpeligen Seitentheile über den Felsentheilen und wachsen der Mittellinie entgegen, ohne diese aber — so weit bekannt — zu erreichen.

Die Chorda ist in der Basis des knorpeligen Schädels noch vorhan-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

den, zeigt bei verschiedenen Thieren verschiedene Anschwellungen und endet an der Sattellehne.

Die Verknöcherung des Primordialschädels beginnt bald nach der Verknorpelung — beim Menschen am Ende des zweiten und Anfang des dritten fötalen Monats — und geht in doppelter Weise vor sich, indem nämlich einerseits der knorpelige Schädel von bestimmten Punkten aus in Knochen übergeht, welche Knochen primordiale (primäre) Knochen genannt werden, während andererseits die Deck- oder Belegknochen (sekundäre Knochen) aus häutigem Blastem entstehen. So streng die Entstehungsweise dieser beiden Knochen geschieden werden muss, so sind sie doch nach ihrer vollkommenen Ausbildung histologisch nicht zu unterscheiden. Die auf beide Arten entstandenen Knochen können auch mit einander verschmelzen. Primordiale Knochen sind im Allgemeinen die Knochen der Basis und der unteren Partien der Seitentheile, während die oberen Theile derselben so wie das Schädeldach aus Deckknochen gebildet werden. Der Primordialknorpel des Schädels verknöchert jedoch nicht in seiner ganzen Ausdehnung, sondern es bleibt ein Theil desselben, z. B. an der Nase, zeitlebens bestehen, während andere Partien zu Grunde gehen, möglicherweise in Folge des Wachsthumsdruckes der angrenzenden und sie überlagernden Knochen.

Nach diesem kurzen Überblick über den Entwicklungsgang des Schädels von seinem Anfang bis zu seiner späteren Erscheinungsform wird es an der Zeit sein, den Primordialschädel in seinem knorpeligen Zustand etwas näher zu betrachten.

Der knorpelige Primordialschädel entwickelt sich also, wie bereits erwähnt wurde, in seiner Hauptmasse sehr rasch und verändert auch durch Ansetzen neuer und Verlust älterer Theile seine Gestalt nicht unmerklich. Allein es giebt doch, wie sich im Laufe der Untersuchungen, welche der vorliegenden Arbeit zu Grunde liegen, gefunden hat, einen Zeitpunkt, von welchem an die Form desselben auf eine gewisse Dauer stationär bleibt. Dieser Zeitpunkt ist am Ende der Ausbildung des knorpeligen Zustandes, noch bevor primordiale Knochenkerne erscheinen, eingetreten. Von da an wächst das Chondrocranium nach allen Dimensionen gleichmäßig. Während dieser Wachsthumsperiode können einzelne Theile des primordialen Knorpels in Knochen umgewandelt werden, allein diese Knochen halten, indem sie sich an dem Wachsthum des Ganzen betheiligen, genau die äußere Form, wenn auch nicht die Größe des ursprünglich an derselben Stelle gelegenen Knorpels ein, und so kann der knorpelige Schädel mehr als die doppelte Größe erreichen, ohne seine Gestalt merklich geändert zu haben. Dies hat sich an embryonalen Schädeln vom Schafe und Rinde deutlich gezeigt, nur enthält der ältere Schädel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

selbstverständlich mehr Knochen als der jüngere, in so fern knorpelige Partien durch Knochen ersetzt wurden. Es ist also geometrisch gesprochen der ältere Primordialschädel in seiner Totalform ein dem jüngeren ähnliches Gebilde geblieben.

Diese Thatsache berechtigt nun auch, eine Beschreibung des knorpeligen Primordialschädels zu versuchen und seine Form näher zu definiren, was nicht möglich wäre, wenn derselbe auch später noch in fortwährender Umbildung begriffen wäre. Auch lässt sich von dem Primordialschädel einer bestimmten Thierform sprechen, indem die Formverschiedenheit der Chondrocranien zweier Thiere, welche nahe stehenden Subfamilien einer Familie angehören, auf den ersten Blick erhellt, wie dies beim Schafe und Rinde der Fall ist. Andererseits können verhältnismäßig entfernter stehende Thiere aus verschiedenen Unterordnungen in gewissen Punkten eine größere Übereinstimmung zeigen, als solche, welche ein und derselben Familie angehören.

Wenn man sich eine richtige Vorstellung vom knorpeligen Cranium bilden will, so muss man dabei von vorn herein festhalten, dass dasselbe von dem bleibenden knöchernen Schädel sehr verschieden aussehen kann. Zwar giebt es Theile, welche sich sowohl nach Lage als nach Gestalt bei beiden ganz gut vergleichen lassen, wie z. B. der ganze Occipitaltheil, oder andere, welche in annähernder Form, aber in kleinerem Verhältnisse beim Chondrocranium sich finden, wie z. B. die Ala magna des Keilbeins; andere Theile aber sind beim primordialen Schädel größer als beim erwachsenen, wie die Ala parva des Keilbeins; oder es sind einzelne Theile zwar knorpelig vorgebildet, haben aber eine andere Form als die späteren an derselben Stelle liegenden Knochen, ohne dass zugleich der Knochen aus dem Knorpel hervorgeht, ein Verhältnis, welches sich zwischen den Parietalplatten und den Scheitelbeinen findet; wieder andere Theile des fertigen Schädels haben auch nicht eine Spur eines knorpeligen Vorläufers, wie das Interparietale.

Der knöcherne Schädel und das Chondrocranium unterscheiden sich ferner noch in einem wesentlichen Punkte von einander. Während dort die Knochen, in einem gewissen jugendlichen Alter wenigstens, allseitig abgegrenzt sind, so dass der Schädel durch Lösung seiner Nähte in diskrete Theile zerlegt werden kann, ist hier eine derartige Analyse unmöglich, indem das knorpelige Primordialcranium zu einer Zeit, wo noch keine primordialen Knochenkerne aufgetreten sind, durchaus keine Abgrenzung einzelner Theile unter sich erkennen lässt; es gehen vielmehr an einander stoßende Theile unvermittelt in einander über.

Aus diesem Grunde lässt sich auch der knorpelige Schädel nicht nach einzelnen Knorpeln beschreiben, sondern muss nach Gegenden, Theilen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

oder Abschnitten betrachtet werden, welche gewissermaßen von selbst als in sich zusammengehörig, unter sich durch Zwischenlagerung größerer Lücken mehr aus einander gehalten erscheinen, während sie durch Knorpelbrücken wieder unter einander verbunden sind.

Jeder dieser Abschnitte, welche in der Längsrichtung hinter einander gelagert sind, lässt wieder einen medialen oder axialen Theil und seitliche Anhänge oder Ausbreitungen unterscheiden, welch letztere entweder nach unten oder oben sich krümmen, um sich in der Richtung nach der Mittellinie hin wieder mehr oder weniger zu nähern.

Der nun folgenden näheren Beschreibung des Säugethierprimordialschädels soll gleich der eines bestimmten Thieres zu Grunde gelegt und im Anschluss daran weniger die übereinstimmenden als die abweichenden Befunde bei anderen Thieren angeführt werden. Es wird hierbei vorgezogen, die aus mehreren Präparaten kombinirten Thatsachen summarisch darzustellen, statt einzelne Präparate nach einander zu beschreiben, was der nicht zu vermeidenden Wiederholungen wegen zu ermüdend und wenig lohnend wäre. Der zu beschreibende Schädel wird immer so orientirt gedacht, dass er mit der unteren Fläche seiner Basis auf einer Horizontalebene aufruht.

Der Primordialschädel des Rindes.

Der vorerwähnten Abschnitte, in welche sich der Primordialschädel eintheilen lässt, sind drei an der Zahl, nämlich in der Richtung von vorn nach hinten gerechnet die Regio s. Pars naso-ethmoidalis, die Regio sphenoidalis und die Regio petroso-occipitalis. Diese Eintheilung stimmt so ziemlich mit der Eintheilung des menschlichen inneren Schädelgrundes in drei Schädelgruben überein, obwohl diese Theile am Primordialschädel, wie hier ausdrücklich bemerkt sei, keineswegs gesonderte Gruben erkennen lassen. Es bildet vielmehr der primordiale Schädelgrund mit seinen seitlichen Ausbreitungen eine seichte, in der Längsrichtung verlaufende und nur im hintersten Abschnitt durch die beiden knorpeligen Felsentheile seitlich schärfer abgegrenzte Mulde, welche, nach vorn hin offen, durch den Schuppentheil der Occipitalgegend eine hintere Wand erhält.

Bei Betrachtung der drei Abschnitte von oben und unten zeigt sich im ersten Theile ein Überwiegen der Längsrichtung, während die Pars sphenoidea in der Querrichtung eine größere Ausdehnung besitzt. Im hintersten Abschnitt dagegen sind die Dimensionen nach beiden Richtungen ziemlich gleich, doch ist die Breite meist etwas größer als die Länge. In der Profilansicht nimmt der Primordialschädel vom vorderen Ende bis etwa zur Mitte des hintersten Abschnittes an Höhe stetig zu, um von da

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

an rasch wieder abzunehmen; dabei zeigt die Grundfläche eine in der Längsrichtung verlaufende, nach oben konvexe Krümmung.

Das axiale Gebilde der Regio naso-ethmoidalis bildet eine sagittal gestellte Lamelle, das knorpelige Septum narium (Aliseptal- und Mesethmoidknorpel). Diese Scheidewand persistirt als Knorpel im vordersten Theile als Cartilago quadrangularis, verknöchert dagegen in den hinteren oberen Theilen zur Lamina perpendicularis des Siebbeins (Mesethmoid); der übrige Theil wird Anfangs vom Vomer umfasst, bis letzterer den Knorpel zum Schwund gebracht hat. Vom oberen Rande der knorpeligen Nasenscheidewand wölben sich dann die Seitentheile der Nase (Alinasalknorpel) beiderseits zuerst lateral-aufwärts, so eine Längsrinne auf dem Nasenrücken bildend, um sich dann in scharfer Krümmung nach unten zu wenden; unter abermaliger Bildung von Längsrinnen an jeder Seite treten die Seitentheile wieder lateral-abwärts und bilden durch Aufrollen die untere Muschel. Vom vordersten Theile des etwas verdickten unteren Randes des Septum nasi geht beiderseits eine horizontale Platte ab (Trabecularhörner), mit welcher sich die Seitentheile der Nase in ihrem vordersten Abschnitt durch einen nach vorn und abwärts gerichteten Fortsatz (Appendix alae nasi) verbinden. Von der unteren Fläche der Trabecularhörner entspringen zwei rinnenförmige Knorpelstreifen, welche ihre konvexen Seiten einander zukehren und frei, parallel dem unteren Rande der Nasenscheidewand nach hinten verlaufen. Diese paarigen Knorpelstreifen sind als Jacobson'sche Knorpel (Gaumenfortsätze — Spöndli, rückläufige Knorpel — Parker) bekannt. Nach hinten verdickt sich die Pars naso-ethmoidalis ansehnlich dadurch, dass sich die Seitentheile nach außen wulstig vorstülpen, um die Siebbeinlabyrinthe (Aliethmoide und Ethmoidalia lateralia) zu bilden. Dieselben laufen mit ihren vorderen unteren Rändern lateralwärts in stumpfe, nach rückwärts gekrümmte Haken aus (Processus uncinatus). An der oberen Fläche werden die Labyrinthe durch scharf vorspringende, nach hinten konkave Ränder quer abgetheilt. Die medialen Enden dieser bogenförmigen Ränder stoßen nach hinten unter spitzem Winkel zusammen, um nach ihrer Vereinigung als Crista galli nach hinten zu laufen. Die lateralen Enden verbinden sich mit zarten Ausläufern der seitlichen Anhänge des zweiten Hauptabschnittes. Vor den Bogenlinien gehört das Labyrinth dem Gesichtstheil des Schädels an. Hinter der Bogenlinie liegen zu beiden Seiten der Crista galli die ψförmig begrenzten Laminae cribrosae. Es sind dies napfförmige Vertiefungen, deren Boden in jüngeren Stadien jedoch nicht von einer eigentlichen knorpeligen Siebplatte gebildet wird; die Seitenflächen der Crista galli gehen vielmehr unmittelbar in die Seitenflächen der Lamina perpendicularis über, ohne dass an der Grenzlinie eine horizontale Knor-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

pelplatte abgeht. Die Anlage der von oben her frei zu Tage liegenden Siebbeinzellen wird dadurch gebildet, dass von den Seitenwandungen des hinteren Labyrinthabschnittes senkrecht und einander parallel gestellte Leisten in nicht ganz transversaler Richtung der Lamina perpendicularis zustreben, ohne aber diese zu erreichen. An den medialen Enden verästeln sich diese Leisten ein- bis zweimal, und erinnern von oben her gesehen an das Aussehen von Chorionzotten. Die Lamina cribrosa, welche auf diese Weise anfänglich nur vorgetäucht wird, kommt später wirklich zu Stande, wahrscheinlich durch Anastomosenbildung der Verästelungen. Crista galli und Lamina perpendicularis so wie der hintere konvexe Rand der Lamina cribrosa gehen in den axialen Theil des nächsten Abschnittes über.

Die Regio sphenoidea lässt sich wieder in zwei Unterabtheilungen zerlegen, nämlich in den vorderen und den hinteren Keilbeinknorpel. Den axialen Theil dieses Abschnittes bildet das Corpus sphenoideum anterius (Praesphenoid) in Verbindung mit dem Corpus sphenoideum posterius (Basisphenoid). Die zu ersterem gehörigen seitlichen Theile werden durch die Alae parvae (Orbitosphenoid) gebildet, deren laterale, nicht verknöchernde Hälfte bei Spöndli als Frontalplatte, bei Dursy als Orbitalflügel des Keilbeins bezeichnet werden. Zum Corpus sphenoideum posterius gehört als Seitentheil die Ala magna (Alisphenoid). In Wirklichkeit sind aber in diesem Stadium die kleinen Keilbeinflügel größer als die Alae magnae. Das Corpus sphenoideum anterius ist ziemlich hoch, wird nach hinten zu breiter und besitzt an der oberen Fläche eine quer gestellte Rinne (Sulcus opticus) zur Aufnahme des Chiasma der Sehnerven; auch ist der vordere Keilbeinkörper in seiner Mitte seitlich durch konkave Ränder, welche die mediale Umrandung der Foramina optica bilden, schmaler als vor und hinter dem Sulcus opticus. Von den breiteren angrenzenden Theilen entspringen an der oberen Fläche des Corpus sphenoideum anterius mit zwei Wurzeln — einer vorderen breiteren und einer hinteren schmaleren — die Alae parvae, welche als dünne Knorpelplatten, nur schwach nach oben konkav gekrümmt, weit nach der Seite hin sich ausbreiten. In ihrer lateralen Hälfte werden sie an ihrer unteren Fläche von der Pars orbitalis des frühzeitig entwickelten Stirnbeins fast ganz bedeckt. Vorderer und hinterer Rand der Ala parva gehen divergent nach der Seite hin; der vordere Rand krümmt sich nach vorn, um den medialen, beziehungsweise unteren Rand des oben erwähnten, mit dem Siebbeinlabyrinth sich verbindenden Fortsatzes zu bilden; dieser Fortsatz — ich will ihn Commissura orbito-ethmoidalis nennen (Orbitalflügel des Siebbeins — Dursy, nicht näher bezeichneter Theil der Frontalplatte bei Spöndli) — ist ein mehr auf die Kante gestellter durchschnittlich 1 mm

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

breiter Knorpelstreifen und verschmilzt mit einer schnell auf das Doppelte zunehmenden Verbreiterung mit dem lateralen Ende des bogenförmigen Randes vor der Lamina cribrosa. Auf diese Weise wird das Foramen spheno-ethmoidale (Foramen spheno-frontale — Spöndli) geschlossen, welches zwischen vorderem Keilbeinflügel und Siebbeinplatte seine Lage hat. Am ausgebildeten Schädel existirt an dieser Stelle keine Lücke, sondern es findet hier durch die Berührung der Stirn- und Thränenbeine ein vollständiger Abschluss der Schädelhöhle statt. Der hintere Rand der knorpeligen Ala parva geht weiter nach der lateralen Seite als der vordere und biegt dann nach hinten um; auf diese Weise wird er zum unteren Rande eines Knorpelstreifens von durchschnittlich 2—3 mm Breite, welcher die Ala magna in weitem Bogen überspannend eine Verbindungsbrücke zwischen der Ala parva und der zum nächsten Abschnitt gehörigen, über dem Petrosum gelegenen und noch näher zu beschreibenden Parietalplatte herstellt. Diese Knorpelbrücke sei Commissura orbito-parietalis genannt. Der laterale freie Rand der Ala parva geht nach vorn mit einer Einkerbung in den oberen Rand der Commissura orbito-ethmoidalis über, längs der Ala parva selbst ist derselbe konvex. Eine tiefere Einkerbung zeigt der freie Rand beim Übergang in den oberen Rand der Commissura orbitoparietalis, über deren Mitte er einen stumpfwinkeligen Vorsprung zeigt; mit einer dritten Einkerbung endlich geht er in den oberen, beziehungsweise medialen Rand der Parietalplatte über. Durch die Commissura orbito-parietalis wird das Foramen spheno-parietale (Spöndli) geschlossen, welches zwischen Keilbein, Felsenbein und Parietalplatte eingeschlossen ist, und in welches die Ala magna vorspringt. Obwohl beim Rinde nur ein kleiner Theil der Parietalplatte zu der Begrenzung dieser Öffnung beiträgt, und vielleicht die Bezeichnung Foramen spheno-petrosum richtiger erscheint, so sei doch die Spöndli'sche Bezeichnung beibehalten, weil bei anderen Thieren die Parietalplatte sich in größerer Ausdehnung an der Umrahmung dieser Öffnung betheiligt.

Das Corpus sphenoideum posterius ist die direkte Fortsetzung des vorderen Keilbeinkörpers, von welchem es unter stumpfem Winkel (vordere Sattellehne) nach unten abfällt. In der Mitte ist es zur Sella turcica vertieft und geht nach hinten mit einer quer gestellten Leiste, der (hinteren) Sattellehne, in den axialen Theil des letzten Abschnittes über. Das Corpus sphenoideum posterius ist niedriger aber breiter als der vordere Keilbeinkörper. Die Ala magna entspringt seitlich an der tiefsten Stelle der Sella turcica mit einer in der Richtung von oben nach unten abgeplatteten Wurzel. Der Körper des großen Keilbeinflügels ist ziemlich dick und trägt in seinem medialen Theil einen von seiner unteren Fläche entspringenden nach unten und vorn gerichteten Fortsatz, die Lamina ex-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

terna processus pterygoidei (Processus pterygoideus). Der laterale Theil der Ala magna trägt einen nach vorn und oben gerichteten knopfförmigen Vorsprung und verläuft nach hinten in eine dünner werdende Platte, welche ein dem Foramen ovale entsprechendes Loch trägt, durch welches der dritte Trigeminusast geht; der Ramus supramaxillaris tritt durch den zwischen Ala parva und Ala magna gelegenen Theil des Foramen sphenoparietale. Die Wurzelplatte der Ala magna verbreitert sich nach hinten und setzt sich an den konvexen Rand der untersten Schneckenwindung; diese Ausbreitung ist an der lateralen Seite durch einen konkaven Ausschnitt begrenzt und ist in ihrer Mitte, unmittelbar vor der Schnecke von einem kreisförmigen Loch für den Durchtritt der Carotis interna durchbohrt.

Die Regio petroso-occipitalis zerfällt, wie schon der Name andeutet, in zwei Unterabtheilungen. Einzelne Autoren trennen die Pars petrosa ganz vom Primordialschädel und betrachten sie für ein eingeschobenes, ein Sinnesorgan bergendes Schaltstück. Allein hier, wo eine Schwierigkeit wegen der Einreihung der Pars petrosa in einen Schädelwirbel nicht besteht, wird es gerechtfertigt sein, den Felsentheil wegen seines Zusammenhangs mit dem Occipitaltheil auch im Anschluss an denselben zu betrachten.

Das Petrosum (Petromastoid) ist als eine seitliche Anlagerung an das Occipitale zu betrachten. Es lässt schon in jüngeren Stadien an seiner hinteren Fläche die Schnecke mit dem Meatus auditorius internus deutlich erkennen. Von den Bogengängen ist der obere der ausgeprägteste, unter ihm findet sich eine nur sehr seichte Fossa subarcuata (Tröltsch) (Fenestra epiotica). Das Petrosum steht nach vorn durch die Schnecke in Verbindung mit der verbreiterten Wurzel des großen Keilbeinflügels. Medial und nach rückwärts grenzt der Felsentheil an die Pars basilaris und Pars condyloidea des Occipitaltheils, und setzt sich von diesem sowohl an der inneren oder cerebralen als an der äußeren oder unteren Fläche des Schädels durch eine Rinne scharf ab. Vorn gegen das Corpus sphenoideum posterius zu endet diese Rinne in eine circa 1 mm lange spaltförmige Öffnung (Foramen lacerum anticum?), nach hinten in das ziemlich große Foramen jugulare. Rückwärts und seitlich stößt die Pars petrosa wieder an die Pars condyloidea. An der äußeren Fläche findet der Übergang dieser beiden Schädeltheile in einander auf eigenthümliche Weise statt. In der oberen hinteren Gegend wölbt sich nämlich die Pars petrosa nach ab- und rückwärts bedeutend vor und es bildet dieser Vorsprung, welcher die unteren Labyrinththeile überragt, ein knorpeliges Tegmen tympani (pterotischer Wulst); dieses geht weiter nach unten in einen dem Processus mastoideus entsprechenden Fortsatz aus. Letzterer bezieht aber aus der oberen Gegend der Pars condyloidea eine von hinten und oben kommende zweite Wurzel, und es kann an der Basis ex-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

terna die zwischen Foramen jugulare und Foramen condyloideum gelegene Knorpelpartie gewissermaßen als dritte, horizontale Wurzel betrachtet werden. Diese dreifache Verbindung des Petrosum mit dem Occipitale, nämlich durch die eben beschriebenen beiden Wurzeln, so wie durch die vor dem Foramen jugulare gelegene Verbindung, der Zusammenhang der Schnecke ferner mit der Ala magna berechtigen dazu, das Petrosum als Bestandtheil des Primordialschädels aufzufassen. Der dem Processus mastoideus der Lage nach entsprechende Fortsatz wird desshalb nicht mit diesem Namen bezeichnet, weil beobachtet wurde, dass derselbe von der Pars condyloidea occipitis aus verknöchert, und es ist desshalb die Bezeichnung Processus paramastoideus oder Proc. paroccipitalis vorzuziehen. Das knorpelige Tegmen tympani endet in einen zugeschärften, nach hinten und oben konkaven Rand; bevor derselbe in den Processus paroccipitalis übergeht, trägt er noch den Processus styloideus, welcher sich unmittelbar durch Knorpel (Stylohyale) zum Zungenbein fortsetzt. In späteren Stadien verknöchert das Stylohyale in seiner Mitte. Zwischen dem Tegmen tympani, welches klappenartig den oberen hinteren Theil der medialen Paukenhöhlenwand bedeckt, bleibt ein taschenförmiger Raum. In der unteren Gegend des Petrosum ist von außen die Fenestra rotunda und weiter oben die Fenestra ovalis sichtbar. Durch die zarte Umhüllungswand der Schnecke scheinen die Windungen derselben deutlich durch. Annulus tympanicus nebst Trommelfell, Meckel'schem Knorpel und den Gehörknöchelchen, letztere auch noch knorpelig, lassen sich leicht ablösen.

Es ist noch ein von der Pars petrosa entspringendes wichtiges Gebilde zu erwähnen, nämlich die Parietalplatten. Es sind dies paarige dünne Knorpelplatten, welche nach vorn durch Vermittelung der Commissura orbito-parietalis in die Alae parvae, nach hinten aber unmittelbar in die Pars squamosa occipitis übergehen. Die Parietalplatten entspringen mit zwei Wurzeln von der Konvexität des Canalis semicircularis superior. Zwischen beiden Wurzeln liegt eine bohnenförmige nach unten konkave Lücke, das Interstitium petroso-parietale (Spöndli). Die vordere Wurzel entspringt am vorderen oberen Theil des erwähnten Bogenganges; mit dem vorderen Rande derselben fließt die Commissura orbito-parietalis zusammen. Die hintere Wurzel, wie die vordere circa 2 mm breit, entspringt vom hinteren oberen Theil des oberen Bogenganges; ihr hinterer Rand bildet mit dem noch freien hintersten Theile des Canalis semicircularis superior so wie mit dem Seitenrande der Pars squamosa occipitis die Umrandung einer zweiten etwas kleineren ähnlichen Öffnung, welche als Interstitium petroso-occipitale bezeichnet werden mag. Dasselbe ist fast vertikal mit seiner Längsachse gestellt, während das Interstitium petroso-parietale horizontal über dem Scheitel des oberen Halbzirkelganges

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

liegt. Am unteren Pol des Interstitium petroso-occipitale vereinigt sich die von der Pars condyloidea kommende hintere Wurzel des Processus paroccipitalis mit der vom Tegmen tympani kommenden vorderen. Die Parietalplatten sind beim Rinde fast senkrecht gestellt und neigen sich nur wenig gegen die Schädelhöhle hin; sie haben eine nur sehr geringe Höhe im Vergleich zu den gleichen Gebilden anderer Thiere. Die Höhe der Seitenplatten nimmt gegen die Hinterhauptschuppe hin etwas zu; dem entsprechend steigt auch ihr oberer Rand, welcher eine direkte Fortsetzung desjenigen der Commissura orbito-parietalis ist, nach hinten zu nur wenig aufwärts, wobei er unter schwach konvexem Verlauf sich unmerklich in den oberen Rand der Pars squamosa occipitis verliert. Der breiteste hintere Theil der Parietalplatten fließt mit dem oberen Theile der Hinterhauptschuppe zusammen. Die freien Theile des unteren Randes werden durch die beiden erwähnten Interstitien ausgekerbt.

Die Pars occipitalis wird wie in der menschlichen Anatomie zweckmäßig in die Pars basilaris (Occipitale basilare, Basioccipitale), die Partes condyloideae (Occipitalia lateralia, Exoccipitalia) und die Pars squamosa (Occipitale superius, Supraoccipitale) geschieden.

Den axialen Theil des ganzen Petroso-Occipital-Abschnittes bildet die Pars basilaris. Dieselbe ist vorn am Übergang in das Corpus sphenoideum posterius am schmalsten, verbreitert sich aber nach hinten zu ansehnlich, wobei sie zugleich ohne Vermittelung nach beiden Seiten hin in die Gelenktheile übergeht. Gegen das hintere Ende zu wird der Grundtheil wieder schmaler und bildet den vordersten Umfang des Foramen occipitale magnum. Die seitlichen Partien des dritten Abschnittes werden in der vorderen Hälfte von den Felsenbeinknorpeln gebildet, in der hinteren Hälfte von den Partes condyloideae. Jede derselben trägt nach unten den Processus condyloideus mit dem davor gelegenen lateral vorwärts gerichteten Foramen condyloideum. Es wurde oben erwähnt, dass sich der Gelenktheil mit zwei Wurzeln, einer vertikalen und einer horizontalen an der Bildung des Processus paroccipitalis betheiligt. Mit ihrem medialen eingekerbten Rande begrenzt die Pars condyloidea das fast quadratische, diagonal zur Länge und Breite des Schädels gestellte Foramen occipitale magnum. Nach hinten und oben schließt sich an die Gelenktheile die knorpelige Hinterhauptschuppe an, welche etwas gegen die Schädelhöhle hin gebogen ist. Sie ragt ungefähr bis zu der Horizontalebene in die Höhe, in welcher der größte Breitendurchmesser des Schädels liegt. Hier endet sie mit einer horizontal gelegenen, nach vorn geöffneten Bogenlinie, welche seitlich in den oberen Rand der Parietalplatten übergeht. Seitlich geht die Schuppe oben unmittelbar in die Parietalplatten über, im unteren Theile wird sie durch das Interstitium

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

petroso-occipitale vom Petrosum getrennt. Der untere Rand der Pars squamosa trägt den hinteren oberen Winkel des um die transversale Diagonale geknickten Foramen occipitale magnum. Dieser Winkel ist durch eine häutige Platte ausgefüllt, einen Rest der Membrana reuniens superior des Kopfes (Rathke, Kölliker) oder Membrana spinoso-occipitalis (Hannover). Es soll hier nicht unerwähnt bleiben, dass bei der Präparation die Bindegewebsplatte, welche die zwischen den Scheitelbeinen und dem oberen Rande der Schuppe frei bleibende Fontanelle verschließt, durch Einwirkung des warmen Wassers mächtig aufquoll und durch ihr bläuliches, glasiges Ansehen Knorpel vortäuschte. Nur eine genauere mikroskopische Untersuchung dieses Gebildes bewahrte vor einem Irrthum. Eine weitere Bestätigung des Befundes ergab sich auch daraus, dass diese vermeintliche Knorpelplatte sich leicht von der Squama trennen ließ, nachdem bei fortgesetzter Präparation die tiefste Lamelle des äußeren und inneren Perichondriums von der Schuppe abgezogen wurde; hierbei zeigte sich, dass diese Lamellen die Grenzschichten der fraglichen Platte bildeten.

Es wird nunmehr, nachdem das Chondrocranium in seinen Hauptabtheilungen beschrieben ist, am Platze sein, einige Bemerkungen über die am Primordialschädel beobachteten Verknöcherungscentra, so wie über das Verhalten einiger Deckknochen zu den Knorpeltheilen anzuknüpfen. Die ersten primordialen Verknöcherungspunkte erscheinen im Occipitaltheil; einer liegt in der Pars basilaris, hier von rautenförmiger Gestalt, und je ein rundlicher in den Partes condyloideae, hinter dem Foramen condyloideum (Kopflänge 2,6 cm); alle drei scheinen ziemlich gleichzeitig zu entstehen. Dann folgt ein ovaler Knochenkern lateral und vorwärts vom Foramen opticum in der Ala parva, ein anderer in der Ala magna medial vom Foramen ovale, welcher auf den Processus pterygoideus übergeht. Nach dem Auftreten von Knochenkernen in den Alae erscheinen sofort Ossifikationspunkte in der Squama occipitalis und zwar in einem Fall (Kopflänge 4,0 cm) an drei Stellen, ein unpaarer höher gelegener, darunter zwei paarige. Alle drei verschmelzen bald in der Weise, dass die beiden unteren mit dem oberen Kerne in Berührung treten, so dass sie zwei nach unten gerichtete Fortsätze der vereinigten Verknöcherung darstellen. Der Querdurchmesser dieses Knochentheils überwiegt dessen Höhe. Dieser letzteren Verknöcherung folgt ein Knochenkern im Corpus sphenoideum posterius. Eine primäre Ossifikation am Petrosum kann beim Rinde, wenn die Kopflänge 5,5 cm beträgt, noch nicht mit Sicherheit konstatirt werden.

Der Knochenkern in der Ala parva umwächst das Foramen opticum zuerst an der vorderen und lateralen Seite und breitet sich zugleich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

lateralwärts aus, ohne aber die halbe Breite der Ala parva zu überschreiten; hier existirt eine gegen den Knorpel konvexe Grenzlinie, welche annähernd dem lateralen Rande der knorpeligen Ala parva koncentrisch ist. Die vordere Wurzel des kleinen Keilbeinflügels ist bereits vollständig verknöchert, wenn die hintere noch knorpelig ist. Die Verknöcherung schreitet von den vorderen Wurzeln auf den vor dem Sulcus opticus gelegenen Theil des Corpus sphenoideum anterius fort, und zwar am vorderen Rande der Wurzeln langsamer als am hinteren. Zugleich entsenden die vorderen Wurzeln von ihrer unteren (äußeren) Fläche einen nach vorn und abwärts gerichteten Fortsatz, welcher mit dem der anderen Seite die tiefer gelegenen Partien des vorderen Keilbeinkörpers seitlich umfasst, und mit zunehmendem Wachsthum auch an das hintere Ende des Siebbeinlabyrinthes sich anlegt. Der spät aufgetretene Ossifikationspunkt im Corpus sphenoideum posterius zeigt konstant einen nach vorn gerichteten stumpfwinkeligen Vorsprung. Der hintere Rand ist gerade und lässt in den beobachteten Fällen das Dorsum ephipii noch frei. Das Wachsthum dieses Knochenkernes ist hauptsächlich nach der Quere gerichtet und es tritt auch bald eine Verbindung mit den Alae magnae ein, indem diese letzteren mit einem zugespitzten Fortsatz dem Seitenrande des axialen Knochenkernes entgegenwachsen (Kopflänge 5,0 cm). Das Corpus sphenoideum anterius erhält keinen Knochenkern, sondern verknöchert von den Wurzeln der Alae parvae aus, der vorderste Abschnitt des Körpers wahrscheinlich auch unter Betheiligung der subalaren Fortsätze. Das Corpus sphenoideum anterius ist an der unteren Seite noch vollkommen knorpelig und geht kontinuirlich durch die Lamina perpendicularis des Siebbeins in das knorpelige Septum narium über, wenn das Corpus sphenoideum posterius bereits eine feste Verwachsung mit den Alae magnae eingegangen ist (Kopflänge 6 cm). Nasen- und Ethmoidaltheil enthält um diese Zeit noch keinen primordialen Knochenkern, sondern ist ringsum von Deckknochen (Nasale, Maxillare, Intermaxillare, Lacrymale, Palatinum, Lamina interna processus pterygoidei s. Pterygoid) umgeben. Die knorpelige Umrandung der Nasenlöcher ist von Deckknochen frei. Die Knochenkerne des Occipitaltheils bleiben noch lange durch Knorpel von einander getrennt. Von dem Knochenkern hinter dem Foramen condyloideum aus verknöchert der Gelenkfortsatz und, wie bereits bemerkt wurde, der Processus paroccipitalis an seiner hinteren Seite.

Von den Deckknochen zeigen einige folgende bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten. Es wurde bereits erwähnt, dass die Pars orbitalis des Stirnbeins den knorpelig bleibenden Theil der Ala parva (Frontalplatte, Orbitalflügel des Keilbeins) von unten her größtentheils bedeckt;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

allein auch an der oberen Fläche des Knorpels schieben sich Knochenschüppchen, welche von der Innenfläche des Stirnbeins ihren Ursprung nehmen, über den lateralen Rand des Knorpels hinweg. An einem sagittal durchsägten Schädel eines Kalbsfötus der Würzburger vergleichend-anatomischen Sammlung ist ein beträchtlicher Theil der cerebralen Fläche der Ala parva (laterale Hälfte) von einer dünnen, porösen Knochenlamelle bedeckt. An der einen Schädelhälfte wird durch die Lücken dieser Lamelle noch ein Knorpelrest sichtbar, welcher der Commissura orbito-ethmoidea angehörte. Von der Commissura orbito-parietalis ist in diesem fortgeschrittenen Stadium nichts mehr zu entdecken. Das Scheitelbein, welches beim Rinde sehr schmal ist, bedeckt schräg nach hinten aufsteigend die Parietalplatten und einen Theil der Commissura orbito-parietalis. Das Squamosum deckt nur den oberen Theil des Gehörlabyrinthes und sendet einen nach hinten und unten gerichteten sichelförmigen Fortsatz (posttympanischer Sporn des Squamosum — Parker) gegen den Processus styloideus hin. Im weiteren Verlauf der Verknöcherung bildet der Processus styloideus in Gemeinschaft mit dem Processus paroccipitalis das untere Ende des Canalis facialis. Über der Verknöcherung in der Hinterhauptschuppe liegen der häutigen Bedeckung der Fontanelle zwei zum Interparietale gehörige Knochenkerne auf, welche ziemlich groß werden, ehe sie mit einander verschmelzen. Der erste an den Gehörknöchelchen sichtbar werdende Knochenkern findet sich als kleines Schüppchen an der Grenze zwischen Meckel'schem Knorpel und Hammer und repräsentirt die Basis des daraus sich entwickelnden Processus longus des Hammers.

Der Primordialschädel des Schafes.

Die allgemeinen Formverhältnisse des Primordialschädels beim Schafe gestalten sich so, dass der Nasentheil spitzer und kürzer, der Ethmoidal-, Sphenoidal- so wie Occipitaltheil dagegen breiter als beim Rinde ist, woraus eine gedrungenere Gestalt des Ganzen resultirt. Die auffallendsten Verschiedenheiten jedoch finden sich im Sphenoidaltheil, so wie in dem Verhalten der Parietalplatten.

Die bemerkenswertheste Erscheinung beim Primordialschädel des Schafes ist die, dass in keinem Stadium die Commissura orbito-ethmoidalis sich darstellen ließ, obwohl mit aller Vorsicht dabei zu Werke gegangen wurde, nachdem sich der Mangel dieses Gebildes an einigen Präparaten erwiesen hatte. Es gelang z. B. an den Schädeln junger Schweinsembryonen ohne besondere Mühe diese Kommissur frei zu legen, während bei größeren Schafembryonen, wo diese Verbindung entsprechend stärker gewesen sein müsste, trotz aller Mühe und Aufmerksamkeit keine Spur einer vollständigen Überbrückung des Foramen orbito-ethmoidale

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

zu entdecken war. Es schwand so mehr und mehr der Verdacht, dass diese Knorpelbrücke abgerissen worden wäre. Bei keinem der 13 Embryonen mit den bezüglichen Kopflängen zwischen 1,8 und 10,0 cm gelang das Auffinden der Kommissur. Aber eine Andeutung fand sich in so fern, als der vordere laterale Winkel der Lamina cribrosa bei allen Präparaten in einen lateral nach hinten gerichteten konischen Fortsatz auslief, welcher immer der Größe des betreffenden Schädels entsprach und bei dem größten derselben (10,0 cm) ein cylindrisches Knorpelstäbchen von 2,0 mm Länge und 0,5 mm Dicke darstellte und ähnlich wie eine Spitzkugel endete. Im letzteren Falle eben so wie bei etwas jüngeren Schädeln brach das Stäbchen vom Siebbeinknorpel leicht ab und konnte aus dem dicken vorderen Rande des Processus nasalis des Stirnbeins an der Grenze gegen die Pars orbitalis hin hervorgezogen werden, in welchem es vollständig vom Knochen umschlossen war. Bei den Schädeln jüngerer Embryonen, wo das Stirnbein noch nicht so weit entwickelt war, lag der Knorpelfortsatz einfach der inneren Fläche des Stirnbeins an. Diese Thatsache, dass die Commissura orbito-ethmoidalis beim Schafe fehlt, wurde auch durch zwei darauf hin hergestellte Schnittserien an Köpfen von 0,9 und 2,1 cm Länge bestätigt.

Diesem Verhalten entsprechend verläuft der vordere Rand der knorpeligen Ala parva, deren beide Wurzeln ziemlich gleich stark sind, erst eine Strecke weit schwach konkav gekrümmt nach vorn und seitwärts, um dann in fast rechtem Winkel, dessen Scheitel bei zunehmendem Alter sich mehr und mehr abrundet, in den lateralen konvexen Rand der Ala parva überzugehen. Auf diese Weise kommt kein eigentliches Foramen orbito-ethmoidale, sondern vielmehr eine gleichnamige Incisur zu Stande. Der laterale Rand geht über die Commissura orbito-parietalis hin mit einer seichten Konkavität in den stark konvexen oberen, bezüglich medialen Rand der Parietalplatte über und fällt dann weiter im Bogen verlaufend nach hinten zu ab, wo er wieder unter fast rechtem Winkel auf das laterale Ende des oberen Schuppenrandes aufstößt. An einigen Präparaten wird der Rand der Parietalplatte sogar etwas rückläufig, so dass ein mehr spitzer, zwischen Parietalplatte und Schuppe einspringender Winkel resultirt. Die Parietalplatte selbst entspringt ziemlich breit vom Scheitel des oberen Bogenganges; an einzelnen Präparaten deutet ein kleines rundes Loch ein Interstitium petroso-parietale an, während ein Interstitium petroso-occipitale vollständig vorhanden ist. In der Commissura orbito-parietalis krümmt sich die Orbitoparietalplatte der Fläche nach, so dass sich der hintere parietale Theil mehr aufstellt; unter weiterer Flächenkrümmung neigen sich die Parietalplatten, welche höher als beim Rinde sind, mit ihren obersten Theilen gegen einander und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

bilden so ein seitliches Gewölbe um das embryonale Gehirn. Das Dorsum ephipii ist bei einer Kopflänge von 3,5 cm sehr schön ausgebildet. Die Verbindung der Lamina cribrosa mit dem vorderen Keilbein ist eine relativ schmalere. Die primordialen Verknöcherungskerne betreffend finden sich folgende Verhältnisse: Bei einer Kopflänge von 1,8 cm ist noch kein Knochenkern vorhanden, allein es erscheint bereits der später verknöchernde mediale Abschnitt der Ala parva dichter und undurchsichtiger. In der vorderen Wurzel der Ala parva tritt bei einer Kopflänge von 2,2 cm am vorderen Umfang des Foramen opticum ein Knochenpunkt auf, dann folgt ein weiterer am hinteren Rande der Ala parva (Kopflänge 2,3 cm) mehr seitlich vom Foramen opticum; später (Kopflänge 2,9 cm) erscheint noch ein dritter Ossifikationspunkt am hinteren Umfang des Foramen opticum. Die Gestalt der knöchernen Alae parvae wird dadurch in der Weise bestimmt, dass ihr hinterer Rand länger als der vordere, der hintere laterale Winkel spitz, der vordere stumpf ist; auch hier wachsen sich die Knochenkerne der vorderen Wurzeln vor dem Sulcus opticus schneller entgegen. Ein nach unten gerichteter, von der vorderen Wurzel entspringender subalarer Fortsatz fehlt in jüngeren Stadien und tritt erst bei einer Kopflänge von 5,5 cm deutlich hervor. Hat der Schädel eine Länge von 10,0 cm erreicht, so ist das Corpus sphenoideum anterius von den kleinen Keilbeinflügeln aus ganz verknöchert, indem auch hier im Corpus sphenoideum anterius kein selbständiger primordialer Knochenkern sich ausbildet. Die Knochenkerne der Ala parva treten vor dem der Ala magna und denen der Hinterhauptschuppe auf. Das knöcherne Corpus sphenoideum posterius wird von einem verhältnismäßig sehr kleinen Knochencentrum aus angelegt; es tritt sehr bald eine Verschmelzung mit den großen Keilbeinflügeln ein, während die Entwicklung des Knochenkerns in der Längsachse des Schädels noch eine sehr geringe ist. Der hintere Rand der in Knochen übergegangenen Ala magna zeigt einen mit dem Wachsthum an Tiefe zunehmenden Einschnitt, welcher einem unvollständigen Foramen spinosum entspricht. Der laterale Rand der zum Petrosum ziehenden knorpeligen Ausbreitung der Wurzel der Ala magna wird zu einem der Lingula ähnlichen Gebilde, ist jedoch bei einer Kopflänge von 5,5 cm noch knorpelig. Im Petrosum tritt ein Ossifikationspunkt am vorderen Umfang des Meatus auditorius internus auf (Opisthoticum), welcher den inneren Gehörgang fast ganz umwächst, und mit einem zweiten Knochenpunkt am Zusammenfluss des oberen und hinteren Bogenganges verschmilzt (Kopflänge 6,0 cm). Die Schnecke zeigt in diesem Stadium auf der konvexen Seite eine knöcherne Spirale, welche den Windungen entspricht, während die seichten Furchen zwischen je zwei Windungen noch knorpelig sind. Bei einer Kopflänge von 10,0 cm sind alle Knochenpunkte

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

des Petrosum in gegenseitige Verbindung getreten und es bleibt nur noch ein Knorpelsaum an dem der Ala magna zugekehrten Rande der Schnecke. Die Gehörknöchelchen sind in diesem Stadium vollständig verknöchert. Ein Präparat lässt den Wahrscheinlichkeitsschluss zu, dass das Foramen occipitale magnum durch gegenseitige Vereinigung der Gelenktheile ohne Betheiligung der Schuppe geschlossen wird. Die sehr breiten als Belegknochen entstehenden Hälften des Interparietale bedecken mit ihren lateralen Rändern noch den hintersten Theil der Parietalplatten.

Der Primordialschädel des Schweines.

Die Gestalt des Chondrocranium beim Schweine ist eine sehr schlanke. Die nach vorn zu breiter werdende Nase trägt am Rücken eine tiefe Längsfurche. An der unteren Fläche zeigt der vorderste Theil zwei stark vorspringende Leisten, welche der Länge nach, jedoch nur auf eine kurze Strecke, verlaufen, indem sie sich bald wieder verlieren. Die mit schmalen Wurzeln entspringenden Alae parvae sind mehr nach vorn gerichtet, stark nach oben gekrümmt und erreichen in der Querrichtung eine ziemliche Breite. Die Commissura orbito-ethmoidalis ist im Vergleich zu ihrer Breite kurz. Das Foramen spheno-ethmoidale ist schlitzförmig. Die Ala magna entspringt weit vorn, nahe der Ala parva mit zarter Wurzel, welche sich jedoch nicht nach dem Petrosum hin verbreitert (Kopflänge 2,0 cm). Der Processus pterygoideus ist stark entwickelt. Eine Trigeminusöffnung fehlt im großen Keilbeinflügel. Die Commissura orbito-parietalis ist breit und kurz und geht sofort in die Parietalplatte über. Letztere entspringt mit einer Wurzel, hinter welcher ein Interstitium petroso-parietale liegt. Die Parietalplatten sind sehr hoch, ihre oberen Ränder werden durch starke Wölbung zu medialen, sind stark konvex und stehen bei einem Schädel von 2,0 cm Länge nur sehr wenig von einander ab. Der Zwischenraum zwischen den Rändern der Parietalplatten wird nach hinten zu breiter und läuft über der Squama occipitis seitlich in zwei spitze Winkel aus, welche dadurch entstehen, dass die konvexen Ränder der Parietalplatten bei ihrem Verlaufe gegen das Hinterhaupt stark rückläufig werden. Die Hinterhauptschuppe ist ziemlich hoch. Das Foramen occipitale magnum ist groß, eiförmig mit nach oben gerichteter Spitze; durch eine breite Membrana reuniens superior wird der obere Theil geschlossen, und die Form der übrig bleibenden Öffnung eine runde. Die Sella turcica ist tief. Das hohe Dorsum ephippii zeigt in späteren Stadien sehr lange knorpelige Processus clinoidei posteriores. Die Fossa subarcuata ist deutlich ausgeprägt.

Primäre Knochenkerne sind bei einer Schädellänge von 1,7 cm noch nicht wahrnehmbar, dagegen finden sich solche bereits bei einer Länge

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

von 2,0 cm in der Basis und den Gelenktheilen des Hinterhaupts. In vorgeschritteneren Stadien — die zwischenliegenden konnten leider nicht beobachtet werden — zeigt sich, dass beim Schweine die gegenseitigen hinteren Wurzeln der Alae parvae zuerst knöchern verschmelzen und dass von hier aus die Verknöcherung an der oberen Fläche des Corpus sphenoideum anterius in der Tiefe des Sulcus opticus nach vorn fortschreitet, während die vorderen knöchernen Wurzeln der kleinen Keilbeinflügel noch von einander durch eine mediane Spalte getrennt sind. Ein subalarer Fortsatz fehlt. An Schädeln von 4,5 cm Länge und darüber ist bereits keine vollständige Commissura orbito-ethmoidea mehr vorhanden; es findet sich nur noch ein dem vorderen lateralen Winkel der Lamina cribrosa anhaftendes dünnes Knorpelstreifchen, welches nach hinten mit einem eigenthümlich gewellten Rande endet. Auch der knorpelige laterale Theil der Ala parva ist verhältnismäßig kleiner geworden und weist unregelmäßig gekerbte Ränder auf. Die Commissura orbito-parietalis und der vorderste Theil der Parietalplatte steht noch in Verbindung mit dem Petrosum. Bei einer Kopflänge von mehr als 5,0 cm ist dies bereits nicht mehr der Fall. Die knöchernen Alae magnae bilden in diesem Stadium mit dem ebenfalls verknöcherten hinteren Keilbeinkörper ein Ganzes. Die Gestalt der ersteren ist eine von der früher beschriebenen Form anderer Säugethiere bedeutend abweichende. Die Alae magnae laufen nämlich mit ausgekerbten hinteren Rändern eine Strecke weit horizontal, biegen dann aber etwas breiter werdend fast unter rechtem Winkel nach oben um. Am oberen verdickten Ende des vertikalen Theiles findet sich eine nach hinten und zur Seite verlaufende ziemlich tiefe Rinne. Der hintere Rand dieses Keilbeinflügels legt sich hart an das Petrosum an. An der unteren Fläche der Ala magna fällt der als breite Platte entwickelte Processus pterygoideus auf. Die Hinterhauptschuppe verknöchert von zwei neben einander gelegenen Knochenkernen aus. Der hintere obere Umfang des Foramen occipitale magnum wird bei einer Kopflänge von fast 7,0 cm noch von einer Membrana spinosa-occipitalis gebildet.

Am Petrosum findet sich außer den zwei auch beim Schafe beobachteten Knochenkernen noch ein solcher über der Fenestra ovalis (Epioticum). An der Schnecke verknöchert zuletzt der vorderste Rand, an welchen sich der große Keilbeinflügel anlegt. Das verknöcherte Labyrinth lässt die Bogengänge sehr deutlich hervortreten und zeigt eine sehr tiefe Fossa subarcuata. Betreffs der Gehörknöchelchen ist zu erwähnen, dass der Stapes im hinteren Schenkel zuerst verknöchert, dass der lange Schenkel des Ambosses bereits ossificirt ist, wenn an der Basis des kurzen ein Knochenkern erscheint, und dass vom Hammer der Stiel und der kurze Fortsatz noch knorpelig ist, wenn der übrige Theil sammt den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

beiden anderen Gehörknöchelchen bereits vollständig in Knochen umgewandelt ist. Die Scheitelbeine sind sehr breit und ersetzen das fehlende Interparietale. An zwei der größeren Schädel fand sich merkwürdigerweise ein Knorpelstreifchen in der unteren Hälfte der Sutura fronto-parietalis, was sich nicht wohl anders erklären lässt, als durch die Annahme, dass Reste der Commissura orbito-parietalis durch den Druck des wachsenden Gehirns in diese Naht als den Ort des geringsten Widerstandes hineingedrängt wurden.

Der Primordialschädel der Katze.

Das Chondrocranium zeigt bei diesem Thiere einige bemerkenswerthe Unterschiede. Die Nase ist breit, kurz und fällt stark nach unten ab, so dass an der unteren Seite ihre Spitze tiefer zu stehen kommt als der bereits gebildete harte Gaumen. Der Rücken besitzt eine tiefe Längsfurche, an den Seitentheilen grenzen sich die Nasenflügel und die Siebbeinlabyrinthe durch tiefe Einschnitte ab. Die Lamina cribrosa ist schmal und in die Länge gezogen und zeigt in der Ansicht von oben nur zwei stärker vorspringende Leisten an ihrem Seitenrande. Die kleinen Keilbeinflügel sind in hohem Maße entwickelt. Ihre vordere Wurzel hat etwa die dreifache Breite der hinteren und entspringt nicht nur vom Corpus sphenoideum anterius, sondern auch mit einer nach vorn gehenden Ausbreitung vom hintersten Seitenrande der Lamina cribrosa. Die Alae parvae werden nach der Seite hin rasch breit und streben dabei unter Krümmung ihrer Fläche nach oben. Ihr vorderer Rand ist stark konkav, kurz und geht sofort in den ebenfalls konkaven unteren Rand der außerordentlich breiten, nach vorn hin sich etwas verschmälernden Commissura orbito-ethmoidea über. Der obere Rand der Kommissur ist stark konvex und verliert sich in den der Ala parva. Das Foramen spheno-ethmoideum ist längsoval. Die Commissura orbito-parietalis ist lang und im Vergleich zum Orbitosphenoid und der ebenfalls breiten Commissura orbito-ethmoidea schmal. Die Ala magna hat eine große Ausdehnung, während ihre Wurzel dünn und schmal ist. Die vorderen Ränder der Ala magna und ihrer Wurzel sind konkav eingebogen; der Processus pterygoideus ist stark nach vorn gerichtet. Die auch hier vorhandene plattenartige Ausbreitung der Flügelwurzel zum Petrosum dehnt sich auch noch ein Stück auf den hinteren Rand des Flügels selbst aus und ist hier von einem Loch unterbrochen. Die Partes petrosae sind mehr der Quere nach gestellt und kommen sich mit ihren vorderen abgerundeten Enden fast bis zur Berührung nahe, so dass sie das vorn sehr schmale Occipitale basilare von oben her fast ganz bedecken. Zwischen dem hinteren Rande des Petrosum und dem Seitenrande des Occipitale basilare besteht eine ziemlich

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

große Lücke; ihre Bedeutung konnte nicht ermittelt werden. Die Parietalplatten entspringen einwurzelig vom vorderen oberen Umfang des Canalis semicircularis superior; hinter dieser Wurzel liegt das spaltförmige Interstitium petroso-parietale. Die Höhe der Parietalplatten, welche sich gegen die Mittellinie hin wölben, ist eine bedeutende. Der obere, beziehungsweise mediale konvexe Rand derselben stößt mit dem oberen Rande der Hinterhauptschuppe unter annähernd rechtem Winkel zusammen. Das Foramen occipitale magnum ist queroval. Primordiale Knochenkerne finden sich in der Pars basilaris und Pars condyloidea occipitis; der letztere Ossifikationspunkt lässt das Foramen condyloideum noch ganz frei. Die Squama occipitalis entsteht aus zwei neben einander gelegenen Knochenkernen. Der vor dem Foramen ovale gelegene Theil der Ala magna nebst dem Processus pterygoideus ist bereits verknöchert. Die Ala parva verknöchert vom hinteren lateralen Winkel der bleibenden Ala parva aus gegen das Foramen opticum hin. Die beiden Keilbeinkörper sind noch rein knorpelig. Das aus zwei Theilen bestehende Interparietale füllt in verhältnismäßig frühem Alter die Hinterhauptsfontanelle bereits vollständig aus. Vor der Ablösung des Scheitelbeins zeigte sich am vorderen unteren Winkel desselben eine im Bereiche des Foramen sphenoparietale gelegene seitliche Fontanelle. Die Lamina interna der Flügelfortsätze (Pterygoid) ist bereits sehr fest mit der Lamina externa verbunden.

Der Primordialschädel eines Gürtelthieres (Dasypus novemcinctus).

Der Nasentheil im engeren Sinn ist schlank; am Rücken desselben befindet sich eine nur sehr seichte Längsfurche, deren Boden vorn in einen medianen Vorsprung endet. Die Jacobson'schen Knorpel sind trotz der Kleinheit des ganzen Schädels sehr deutlich zu sehen. Das Siebbeinlabyrinth und die Lamina cribrosa mit hoher Crista galli zeichnen sich durch großen Umfang aus. Die Alae parvae sind schmal, mäßig nach oben gekrümmt und von geringerer Höhe. Der verknöchernde Theil derselben steht in inniger Berührung mit dem hinteren Umfang der Lamina cribrosa. Die Commissura orbito-ethmoidea ist sehr kurz, ähnlich wie beim Schwein, jedoch verhältnismäßig breiter. Der obere Rand der Ala parva ist am Übergang in die vordere Kommissur seicht, am Übergang in die hintere Kommissur tief eingekerbt. Das Foramen spheno-ethmoideum stellt eine kurze spaltförmige Lücke dar. Das Corpus sphenoideum anterius ist sehr breit, ohne sichtbaren Sulcus opticus. Das Corpus sphenoideum posterius ist ebenfalls sehr breit, aber kurz. Die Alae magnae sind ziemlich groß und lagern sich mit ihrem vorderen Rande dicht unter den hinteren Rand der kleinen Flügel. Erstere enthalten keine Trigeminusöffnung; ihre Wurzeln sind stark und besitzen eine Ausbreitung an das Petrosum. Das Foramen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

caroticum ist sehr klein. Die Commissura orbito-parietalis ist breit und nimmt gegen die Parietalplatte hin durch rasches Aufsteigen des oberen Randes noch an Breite zu. Die einwurzeligen Parietalplatten sind ziemlich hoch und neigen sich der Mittellinie zu. In ihrer Mitte ist der Knorpel in der Richtung von oben nach unten verdickt und weniger durchsichtig. Das Interstitium petroso-parietale ist groß und rundlich dreieckig. Das Foramen occipitale magnum ist so ziemlich kreisrund. Die Gelenkfortsätze des Hinterhaupts sind groß. Der Schuppentheil ist etwas niedrig.

Primordiale Knochenkerne finden sich: in der Ala parva, seitlich vom Foramen opticum, auf die beiden Wurzeln übergehend; in der Ala magna, wo sie von länglicher Form in der Achse jedes Flügels liegen und auf die Processus pterygoidei übergehen; mit letzteren zeigen sich die Laminae internae sehr fest verbunden. Die Wurzel der Ala magna ist noch knorpelig; das Corpus sphenoideum posterius ist der ganzen Breite nach verknöchert. Außerdem findet sich je ein Knochenkern in der Pars basilaris und jeder Pars condyloidea occipitis, und zwei noch weit von einander entfernte seitliche Ossifikationen im Schuppentheil.

Vorbemerkung: Die Primordialschädel der folgenden drei Thiere gehörten Spirituspräparaten an und waren von allen in Weingeist konservirten Schädeln am schwierigsten zu bearbeiten. Die fertigen Präparate lassen an Sauberkeit viel zu wünschen übrig, sind auch theilweise sehr lädirt. Die nachfolgenden Daten sind zum Theil nicht mehr zu demonstriren, sind aber in diesem Falle nach Aufzeichnungen, welche während der Präparation möglichst gewissenhaft gemacht wurden, wiedergegeben. Während bei den im Vorhergehenden abgehandelten Primordialschädeln die Untersuchung mehrfach wiederholt wurde, konnte hier dieselbe wegen der Seltenheit des Materiales nur an einem Exemplare durchgeführt werden, und die Angaben hierüber mit Benutzung der defekten Präparate können daher auch nicht den Grad der Sicherheit haben wie die vorangehenden Beschreibungen.

Der Primordialschädel eines Bären.

Der Schädel ist noch vollkommen knorpelig ohne jeglichen Ossifikationspunkt. Die Knorpelleisten, welche die Lamina cribrosa später bilden, sind in diesem jugendlichen Stadium sehr schön zu sehen. Die Orbitosphenoide sind von außerordentlicher Zartheit, fast schleierartig. Wie bei der Katze breiten sich auch hier die vorderen Wurzeln der Ala parva an den hinteren Umfang der Lamina cribrosa aus. Die bekannten beiden Kommissuren sind vorhanden. Das Corpus sphenoideum posterius ist sehr breit. Die Parietalplatten sind etwas dichter als die Alae parvae.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erstere zeigen nur eine ziemlich breite Wurzel ohne Interstitium petroso-parietale; dagegen ist ein Interstitium petroso-occipitale vorhanden. Die Parietalplatten sind nicht sehr hoch; ihr oberer Rand verbindet sich unter stumpfem Winkel mit der niedrigen Squama occipitis. Das Foramen occipitale ist sehr groß, nachdem eine ziemlich ausgedehnte Membrana spinoso-occipitalis entfernt ist.

Der Primordialschädel von Phoca groenlandica.

Der Nasentheil ist vorn sehr spitz, die Lamina cribrosa klein aber stark konkav. Der ganze übrige Theil des Schädels ist sehr breit im Vergleich zu seiner Länge. Das Corpus sphenoideum anterius ist ziemlich lang und breit. Die Wurzeln der Ala parva sind sehr breit. Die Kommissuren der kleinen Flügel zum Siebtheil und den Parietalplatten sind vorhanden. Das Foramen spheno-ethmoideum ist relativ groß, von Gestalt eines Dreiecks mit abgerundeten Winkeln. Die Alae magnae berühren den hinteren Rand der Alae parvae, sind ziemlich dick und zeigen in der Seitenansicht eine S-förmige Krümmung. Nach hinten hat ihre Wurzel eine dünne knorpelige Verbindung mit dem vorderen Rande des Petrosum. Hinter der Sattellehne findet sich in der Achse des Occipitale basilare am Grunde eines von oben her sichtbaren Grübchens ein kleines Loch. Der obere Rand der einwurzeligen, sehr niedrigen Parietalplatte geht gleichmäßig in den oberen Rand der nur 2 mm hohen Squama occipitis über. Hinter der Wurzel der Seitenplatte befindet sich ein Interstitium petroso-occipitale. Das Foramen occipitale magnum hat eine sehr große Ausdehnung; dasselbe ist schwach längsoval nach Abzug einer eventuell vorhanden gewesenen Membrana reuniens superior. Das Foramen jugulare ist ebenfalls sehr groß. Je ein kleiner Knochenkern findet sich in der Pars basilaris, hier hinter dem vorerwähnten Grübchen, und in jeder Pars condyloidea des Hinterhaupts.

Das Primordialcranium von Manis (brachyura?).

Die Gestalt des ganzen Schädels ist sehr lang und schmal. Der Nasenrücken trägt eine tiefe Furche, welche auch an das vordere Ende des Septum narium sich fortsetzt, so dass die Nasenspitze zweigetheilt erscheint. — Es sei nachträglich bemerkt, dass beim Schwein ein ähnliches Verhalten stattfindet. — Die Siebbeinlabyrinthe sind ziemlich massig. Die kleinen Keilbeinflügel reichen nicht sehr weit zur Seite, weisen aber beide Kommissuren auf. Die Commissura orbito-parietalis ist sehr breit und geht unvermittelt in die ziemlich hohe Parietalplatte über, deren freier Rand in den oberen Rand des sehr weit in die Höhe reichenden Schuppentheils sich verliert. Primordial verknöchert ist der mediale Theil

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

der Ala parva; der laterale Rand der Verknöcherung springt zugespitzt gegen den knorpeligen Theil vor. Der vor dem Sulcus opticus gelegene Theil des Corpus sphenoideum anterius ist bereits verknöchert im Zusammenhang mit den vorderen Wurzeln der kleinen Flügel. Das Corpus sphenoideum posterius enthält einen quadratischen, die ganze Breite einnehmenden Verknöcherungskern. Über die Form der Ala magna kann keine genauere Angabe gemacht werden; ein Ossifikationspunkt ist darin vorhanden. Pars basilaris und Partes condyloideae occipitis enthalten je einen Ossifikationspunkt. Die Verknöcherung in der Pars squamosa hat eine relativ große Ausdehnung. Die Deckknochen sind außerordentlich dick, so weit sie das Schädeldach bilden. Die Pterygoidea reichten sehr weit nach hinten und endeten mit einer Biegung um das vordere Ende der Schnecke.

Die hauptsächlichsten Ergebnisse, welche in den vorangehenden Darstellungen enthalten sind, werden sich in folgender Weise zusammenfassen lassen.

Der Primordialschädel ist in seinen Hauptbestandtheilen bei den verschiedenen Säugethierordnungen ziemlich gleichartig beschaffen. Derselbe ist nur im Occipitaltheil vollständig geschlossen, und zwar nur im hintersten Abschnitte; die seitliche und obere Bedeckung des Medullarrohres reducirt sich in der Richtung nach vorn immer mehr, so dass der vordere Theil der Regio petroso-occipitalis nur theilweise, bei einigen Thieren sogar sehr mangelhaft von oben her gedeckt wird, während in der Regio sphenoidalis so wie im hintersten Theile der Regio naso-ethmoidalis das Centralnervensystem eine Bedeckung nur von der Seite her, und auch hier theilweise nur unvollständig, erhält. Der größere vordere Theil der Nasensiebbeingegend fällt als zum Gesichtsschädel gehörig hier außer Betracht.

Wesentliche Unterschiede hinsichtlich des Umfanges der Schädelbedeckung finden sich bei den verschiedenen Ordnungen nur im Bereiche der Regio petroso-occipitalis, und werden hier von der Ausdehnung der Parietalplatten und der Höhe der Pars squamosa occipitis bedingt. Die Hinterhauptschuppe nun ist am höchsten beim Schuppenthier; relativ gleich hoch unter sich verglichen, aber niedriger als bei Manis, ist dieselbe beim Rinde, Schafe, Schweine, der Katze und dem Gürtelthier, sehr niedrig beim Bären und am niedrigsten beim Seehund. Hinsichtlich der Parietalplatten wird ein möglichst vollkommener Schluss hergestellt beim Schweine; in absteigender Linie folgen dann die Katze, das Schaf, das Gürtelthier, das Schuppenthier, der Bär; sehr gering ist die Bedeckung beim Seehund, am geringsten beim Rinde. Es ist hieraus ersichtlich, dass es unmöglich ist, die ursprünglich gehegte Ansicht zu begründen, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

innerhalb der Säugethierreihe mit fortschreitender Stammesentwicklung die Ausdehnung des knorpeligen Schädeldaches sich reducire; denn wir sehen die extremsten Gegensätze hinsichtlich der Parietalplatten gerade bei Thieren ein und derselben Ordnung, nämlich beim Schweine und Rinde, welche beide den Artiodactylen angehören; umgekehrt kommen sich Rind und Seehund, als Vertreter weiter von einander entfernter Ordnungen hinsichtlich der sehr geringen Ausbildung der Parietalplatten einander sehr nahe. Hinsichtlich der Höhe der Hinterhauptschuppe steht ein Edentate (Gürtelthier) neben einem Carnivoren (Katze). Es ist somit die ursprünglich gehegte Erwartung, dass die Flächenausdehnung des knorpeligen Schädeldaches, speciell der Parietalplatten, eine um so größere sein möchte, je tiefer ein Säugethier in der Reihe der übrigen Säugethiere steht, nicht in Erfüllung gegangen.

Möglicherweise sind jedoch all diese nicht erwarteten Verschiedenheiten und Ähnlichkeiten innerhalb der Säugethierreihe nur als Schwankungen einer Kurve zu betrachten, welche die Vollständigkeit des knorpeligen Primordialschädels in der Wirbelthierreihe versinnlicht. Diese Kurve würde ihren höchsten Punkt bei den niedersten Wirbelthieren haben, bei welchen ein vollständigeres, theilweise während der ganzen Lebensdauer bleibendes Chondrocranium vorhanden ist, und würde durch die folgenden Klassen hindurch abnehmen, bis sie beim Menschen, welcher nach einstimmiger Angabe der Autoren das am wenigsten entwickelte Chondrocranium besitzt, ihren tiefsten Stand erreicht. Wenn nun diese Kurve auch in einzelnen Abschnitten wieder Erhebungen zeigt, so würde sie doch als Ganzes betrachtet eine wenn auch nicht stetig fallende sein. Vielleicht geben weiter angestellte Forschungen die nöthigen Anhaltspunkte an die Hand, um in der allmählichen Reduktion des Primordialschädels durch die Wirbelthierreihe hindurch ein phylogenetisches Gesetz erblicken zu lassen.

Die Ergebnisse meiner Untersuchungen will ich nun mit einigen entsprechenden Befunden früherer Beobachter, so wie mit den Angaben über das menschliche Primordialcranium zu vergleichen versuchen.

Spöndli, welcher den Primordialschädel des Schweines ausführlich beschrieb, macht bei der Vergleichung desselben mit dem einiger anderer Thiere folgende Bemerkung: »Die größte Ähnlichkeit zeigt sich bei der Maus, wo ebenfalls Parietalplatten und Fontanellen vorkommen; dagegen fehlen dieselben beim Schafe und Rinde in der ganzen Ausdehnung von hinten nach vorn, so dass der Schädel vom Siebtheile bis zum Hinterhauptstheile jeder Bedeckung ermangelt.« Da ich das Chondrocranium der Maus nicht untersuchte, so steht mir hierüber kein Urtheil zu; dagegen kann ich die Spöndli'sche Behauptung hinsichtlich der beiden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

anderen Thiere gestützt auf meine eigenen, im Vorausgehenden beschriebenen Untersuchungen nicht verfechten. Es wurde von mir gezeigt, dass die Parietalplatten beim Rinde wie beim Schafe, bei ersterem zwar in geringer, bei letzterem dagegen in schönster Ausbildung vorhanden sind. Vielleicht hat Spöndli selbst seit dem Jahre 1846, wo er seine Befunde veröffentlichte, bei weiteren Untersuchungen sich vom Vorhandensein der Parietalplatten beim Rinde und besonders beim Schafe überzeugt, ohne dass er das Ergebnis zur Kenntnis brachte, oder ohne dass eine eventuelle Nachricht hierüber zu meiner Kenntnis gelangte.

Ferner giebt Spöndli an, dass nur beim Menschen der untere Theil der Pars squamosa occipitis primordial verknöchere, dass der obere dagegen als Deckknochen entstehe, während beim Schweine, Rinde und Schafe auch der obere Theil knorpelig vorgebildet sei. Dies ist indess dahin zu berichtigen, dass beim Schwein gar kein dem oberen Theil der Squama occipitis des Menschen entsprechender Knochen (Interparietale) vorhanden ist, sondern dass hier die Pars squamosa von zwei in der Mittellinie bald verschmelzenden primordialen Knochenkernen aus entsteht, welche durchaus dem primordialen unteren Theile der menschlichen Squama entsprechen. Es ist ferner zu bemerken, dass beim Schafe sowohl wie beim Rinde der obere Theil der Squama occipitis, d. h. das Interparietale als Deckknochen mit paariger Anlage entsteht, und ich möchte an die oben bei der Beschreibung des Primordialschädels vom Rinde gemachte Bemerkung erinnern, dass nämlich bei der Maceration das die Hinterhauptsfontanelle verschließende häutige Gewebe stark aufquillt und fast das Aussehen von Knorpel bekommt; so wird es dann erklärlich, wie Spöndli das Interparietale als primordialen Knochen ansehen konnte.

Die Knorpelstreifen, welche Spöndli am unteren Rande des Septum narium unter dessen vorderer Hälfte beschreibt und welche er als »Gaumenfortsätze« bezeichnet — recurrent cartilages (Parker) — können, wie Schnittserien belehren, unmöglich etwas Anderes sein als die schon von Jacobson und anderen Autoren beobachteten knorpeligen Hüllen der Jacobson'schen Organe, oder die Jacobson'schen Knorpel (Kölliker). An einem Primordialschädel von 2,3 cm Länge (Schaf) ließ sich dieser Knorpel, der gewöhnlich an der Gaumenlamelle des Zwischenkiefers haften blieb, auch makroskopisch als halbcylindrische Rinne darstellen. Spöndli gebraucht beim Chondrocranium des Schweines den Ausdruck Ala parva nur für die mediale verknöcherte Hälfte der ganzen Ala parva und bezeichnet die laterale noch lange knorpelig bleibende Hälfte derselben sammt dem zur Lamina cribrosa ziehenden knorpeligen Verbindungsstreif, welch letzterer in der vorliegenden Abhandlung immer als Commissura orbito-ethmoidea bezeichnet ist, als »Frontalplatte«; beim menschlichen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Primordialcranium dagegegen begreift Spöndli und mit ihm Kölliker[1] auch den ganzen lateralen, später allerdings größtentheils verknöchernden Theil der knorpeligen Ala parva unter der Bezeichnung Ala parva, die Kommissur zur Lamina cribrosa dagegen als Frontalplatte. Übrigens muss ich hier ausdrücklich bemerken, dass diese Frontalplatte beim Menschen der Verbindungsbrücke zwischen Frontalplatte und Lamina cribrosa beim Schweine in so fern nicht ganz entspricht, als dieselbe hier an den vorderen, dort aber an den hinteren Winkel des lateralen Siebplattenrandes sich begiebt. Zur Verhütung von Missverständnissen habe ich daher die Bezeichnung »Frontalplatte« ganz vermieden und dafür an der Ala parva eine mediale verknöchernde und eine laterale lange knorpelig bleibende, später aber zu Grunde gehende Hälfte unterschieden, wie auch in der neueren Nomenclatur der vergleichenden Anatomie der Ausdruck »Orbitosphenoid« sowohl den knöchernen als den knorpeligen Antheil der fötalen Ala parva umfasst. Ferner wurde die Verbindungsbrücke zwischen Ala parva und Lamina cribrosa mit einem besonderen Namen belegt.

Einen knorpeligen Verbindungsstreif zwischen dem hinteren Rande der Ala magna und der Parietalplatte, welchen Kölliker beim menschlichen Chondrocranium vom 3. und 5. Monat beschreibt und abbildet, konnte ich bei den untersuchten Säugethieren in keinem Entwicklungsstadium finden. Zuweilen hatte es allerdings den Anschein, als bestände eine derartige Verbindung, dieselbe erwies sich aber bei mikroskopischer Betrachtung immer als bindegewebige Fortsetzung des knorpelig verbreiterten hinteren Wurzelrandes vom großen Keilbeinflügel. Spöndli bildet beim Menschen (5. Monat) dieselbe Verbindung ab, bezeichnet sie aber als »fibrös«. Beim Schweine könnte eine halbkreisförmige Ausbuchtung am unteren Rande der Parietalplatten dicht vor dem Petrosum, welche Spöndli beschreibt und abbildet, allenfalls als Rudiment einer derartigen knorpeligen Verbindung betrachtet werden. Ich konnte diese Ausbuchtung nicht finden.

Hannover (l. c.) stellt ebenfalls die Verbindung des vorderen Randes des kleinen Keilbeinflügels mit dem hinteren lateralen Winkel der Siebplatte am menschlichen Primordialcranium vom 4. Monat dar und bemerkt dazu, dass diese Verbindung auf verschiedene Weise zu Stande kommen könne; er zeichnet diese Verbindung rechtwinklig geknickt an der einen Schädelhälfte, an der anderen am Scheitel des rechten Winkels unterbrochen.

Ein Knorpelsaum an der Außenseite des Petrosum, welchen Hannover

[1] A. Kölliker, Mikroskopische Anatomie 1850. — Entwicklungsgeschichte 1879. — Grundriss der Entwicklungsgeschichte 1880.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

als den hinteren Theil des Tegmen tympani (pterotischer Wulst) beschreibt und abbildet, dessen vorderer Theil häutig gebildet werde, entspricht dem hintersten Abschnitt des von Kölliker beschriebenen knorpeligen Verbindungsstreifens zwischen Ala magna und Parietalplatte; die Spöndlische Angabe würde somit durch den Hannover'schen Befund mit der Darstellung Kölliker's hinsichtlich des menschlichen Primordialschädels vermittelt.

Dem Processus petroso-parietalis und Processus petroso-occipitalis Hannover's beim Menschen würden bezüglich die hintere Wurzel der Parietalplatte beim Rinde und das hinterste Ende der Parietalplatte entsprechen.

Hannover giebt ferner an, dass er den Processus petroso-parietalis auch beim Schafe gefunden habe, wo er auch nicht höher hinaufreiche als beim Menschen. Die Gestalt des Fortsatzes wird nicht näher beschrieben, doch scheint sie eben so zugespitzt gefunden worden zu sein, wie dies die Abbildung beim Menschen zeigt. Auch beim Schwein sei dieser Fortsatz vorhanden und ende mit einer nach vorn gebogenen Spitze. Ich muss gestehen, dass mir die Beschreibung des Fortsatzes bei den beiden genannten Thieren nicht recht verständlich geworden ist. Es kann aber offenbar nichts Anderes darunter verstanden werden als ein Rudiment der Parietalplatte, das, wie es scheint, nur an je einem Embryo gefunden wurde.

Parker [1] thut der Parietalplatte als eines besonderen Gebildes nicht Erwähnung und hält beim Schweine, wie aus seinen nach Frontalschnitten angefertigten Abbildungen [2] hervorgeht, die knorpelige seitliche Bedekkung des Schädels, welche sich über der Schnecke und der Paukenhöhle befindet, für das Supraoccipitale (Occipitale superius, Pars squamosa occipitis), während diese Knorpelplatten weder ihrer Form noch ihrer Lage nach der knorpeligen Squama occipitalis zugerechnet werden können. Abweichend von diesem Befunde Parker's zeigt eine Abbildung der Innenfläche eines sagittal durchschnittenen Schädels von 1,7 cm Länge [3] — berechnet aus der 5fachen Vergrößerung der 8,5 cm langen Zeichnung — den vollständigen Mangel der Parietalplatten. Die Orbitosphenoide enden hier zugespitzt nach hinten und zwischen ihnen und der wirklichen Squama occipitis ist der Knorpel unterbrochen. Im Gegensatze hierzu fand ich an genau gleich großen Schädeln von Schweinsembryonen wiederholt die kontinuirliche Fortsetzung des Orbitosphenoids durch Vermittelung der Commissura orbito-parietalis und der Parietalplatte in die Hinterhauptschuppe und ich sehe diese Thatsache auch durch meine Schnittserie bestätigt. Die Existenz der Parietalplatte beim Schweine im

[1] Morphol. des Schädels. 1879. [2] Phil. Transact. 1874. Tab. XXXII, Fig. VI u. X.
[3] Phil. Transact. 1874. Tab. XXXIII, Fig. III.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

angegebenen Entwicklungsstadium kann also nicht geleugnet werden, zumal Parker, wie oben erwähnt wurde, bei seinen Frontalschnitten diesen fraglichen Knorpel selbst fand, irrthümlicherweise aber als Supraoccipitalknorpel deutet. Da die Befunde Parker's, welche er makroskopisch durch Entfernung des Gehirns und der Dura an einem sagittal durchschnittenen Schädel machte, mit seinen eigenen Beobachtungen an frontal angelegten Schnittserien in Widerspruch stehen, indem er hier Knorpel richtig abbildet, welcher dort fehlen soll, so können nur die zwei Möglichkeiten obwalten, dass bei der makroskopischen Präparation die Dura entweder an der fraglichen Stelle innen auf dem Knorpel sitzen blieb, oder dass mit der Dura die Parietalplatte herausgerissen wurde; letzteres ist wahrscheinlicher. Es ist nur zu verwundern, dass Parker den Widerspruch seiner eigenen Angaben, der so augenfällig ist, nicht selbst inne ward. In einem späteren Stadium, dem 6. Stadium Parker's, sind allerdings die Parietalplatten so wie ihr Übergang in die Orbitosphenoide, eben so die Commissura orbito-ethmoidea bis auf kleine Reste ganz geschwunden, die Orbitosphenoide aber nur zum Theil, wie Parker richtig darstellt (Tab. XXXV, Fig. III und IV).

Noch in einem Punkte sehe ich mich genöthigt den Angaben von Parker und Bettany[1] entgegenzutreten. Es wird nämlich behauptet, dass bei den Widerkäuern im Basisphenoid (Corpus sphenoideum posterius) keine selbständige Ossifikation auftrete, sondern dass dieser Schädeltheil von den Alisphenoiden (Alae magnae) aus verknöchere. Dem ist entschieden nicht so, indem meine sämmtlichen Präparate vom Rinde und Schafe in nicht zu jungen Stadien unverkennbare Knochenkerne am Grunde der Sella turcica aufweisen. Nur die Betrachtung von Primordialschädeln der jüngeren Stadien, wo der etwas spät auftretende Knochenkern im Basisphenoid noch nicht vorhanden ist, kann die genannten Forscher zu jener negirenden Behauptung veranlasst haben.

Es mögen hier noch einige Beobachtungen, welche, wenn auch nicht in den engeren Rahmen der gestellten Aufgabe gehörig, doch vielleicht einiges Interesse bieten, als Notizen Platz finden. Dieselben können bereits Bekanntes vielleicht bestätigen, vielleicht auch Unbeachtetes hervorheben.

Betreffs der primordialen Knochencentra wurde durchgängig die Wahrnehmung gemacht, dass dieselben oft an der Innenfläche des Schädels deutlich zu sehen sind, während man an der Außenfläche noch keine Spur davon entdecken kann. Es geht daraus hervor, dass die primordialen Knochenkerne immer der inneren Fläche des Primordialschädels näher, wenn nicht in dieser selbst liegen.

[1] Morphologie des Schädels. § 683.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Der knorpelige Primordialschädel ist an seiner äußeren und inneren Fläche von einer dünnen, ziemlich fest haftenden Bindegewebsschicht überzogen, einem Perichondrium externum und internum. Beide Bindegewebsplatten verschmelzen am freien Rande der platten seitlichen Theile zu einer Platte, welche dem Knorpelrande noch fester anhaftend die unvollständige knorpelige Schädelkapsel häutig ergänzt. Dies geschieht zum Theil nach oben durch Bildung eines Schädeldaches, zum Theil nach unten und seitlich durch Ausfüllung größerer Lücken (Foramen spheno-ethmoideum und Foramen spheno-parietale). Dem äußeren Perichondrium so wie der aus beiden Perichondrien entstandenen Bindegewebsdecke liegen unter Zwischenlagerung lockeren Gewebes die Belegknochen von außen auf. Dieses lockere Gewebe bleibt beim Ablösen entwickelterer und ein Ganzes bildender Deckknochen an der Innenfläche derselben hängen und lässt sich von diesen als inneres Periost abziehen. Das innere Periost vereinigt sich an den Rändern der Deckknochen mit dem äußeren Periost. Zwischen angrenzenden Belegknochen, z. B. am Scheitel zwischen den beiderseitigen Scheitelbeinen, werden die Perioströnder in der ganzen Dicke der Knochen durch derberes Gewebe verbunden, welch letzteres bei der Maceration stark aufquillt und fast ein knorpelähnliches Aussehen bekommt (cf. die Interparietalgegend beim Rinde).

Interessant ist bei entwickelteren Schädeln die Lage des knorpeligen lateralen Theiles der Ala parva so wie der Commissura orbito-ethmoidea zwischen zwei Lamellen der Pars orbitalis des Stirnbeins. Was diese Knorpeltheile betrifft, so könnte man ihr Verschwinden wohl am besten durch eine vom Drucke des wachsenden Knochens bedingte Atrophie erklären. Der Knorpel, welcher bisher dem Größerwerden des ganzen Schädels entsprechend mitgewachsen war, wird in seinem Wachsthum durch die immer massiger werdenden Knochen gehindert und muss gewissermaßen im Kampf ums Dasein seinem stärkeren Rivalen, dem Knochen, weichen. Durch Druck des Knochens auf die Ränder des Knorpels wird die Ernährungsflüssigkeit von den äußersten Zonen zurückgedrängt und auf diese Weise kommt eine allmähliche koncentrische Atrophie zu Stande. Als Ausdruck der Wachsthumstendenz der knorpeligen Reste des Primordialschädels könnte auch die fast konstante Krümmung der Nasenscheidewand beim Menschen zu betrachten sein. Bekanntlich bleibt die Nasengegend sehr lange knorpelig. Indem sich nun die noch knorpelige Nasenscheidewand mit ihrem oberen und unteren Rand gegen das knöcherne Dach und den knöchernen Boden der Nasenhöhle stützt, muss bei kräftigem Flächenwachsthum des Scheidewandknorpels auch eine Flächenkrümmung desselben stattfinden, um so leichter in den Gegenden, wo seitlich keine Knochen aufliegen. Diese Krümmung kann auch

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

durch nachfolgende theilweise Verknöcherung (Lamina perpendicularis des Siebbeins) fixirt werden.

Die Meckel'schen Knorpel zeigten manches Bemerkenswerthe. Beim Rinde, Schafe, Schweine, vielleicht auch bei anderen Säugethieren, verdicken sich dieselben an ihren vorderen Enden, legen sich dann beiderseits mit abgeschrägten Flächen an einander und verschmelzen zu einer unpaaren Spitze, welche über die vorderen Enden der Unterkieferhälften frei herausragt. Einmal fand ich am Meckel'schen Knorpel des Rindes circa 1 cm hinter der Spitze auf jeder Seite eine ungefähr 1 mm lange Verknöcherungszone. Die Meckel'schen Knorpel zeigen oft wellige Biegungen. Bei einem Schweinsembryo (Kopflänge 2,0 cm) bildete der Knorpel beiderseits in seiner mittleren Gegend eine stark gebogene Wellenlinie mit zwei Wellenbergen und eben so vielen Thälern. Diese Krümmungen lagen in Vertikalebenen. — Das Interstitium petroso-parietale bezüglich petroso-occipitale zeigte sich in einigen Fällen mit geronnenem Blute erfüllt. Das Blutgerinnsel setzte sich in den Sinus transversus der Dura fort, so dass also die Interstitien den Werth von Emissarien haben, entsprechend dem Foramen mastoideum (occipito-mastoideum). Dieser Befund bestätigte sich ebenfalls an Serienschnitten.

Das Foramen spheno-parietale, welches in späterem Alter, aber auch schon bei Embryonen mit gut entwickelten Deckknochen (Vergrößerung der Ala magna, Squamosum, Parietale) von außen her geschlossen wird, zeigt sich an macerirten erwachsenen Schädeln einiger Nager so wie eines Insektivoren in größerem oder geringerem Umfange erhalten. So zeigt es sich sehr deutlich als Rest in dem halbmondförmigen Ausschnitt zwischen dem posttympanischen Sporn des Squamosum und dem vorderen Schenkel der Bulla ossea an den skelettirten Schädeln von der Ratte und der Maus. Am Schädel einer Waldmaus findet sich auch noch ein gut erhaltenes Interstitium petroso-occipitale neben einem Foramen mastoideum. Bei einem der Insektivoren, bei der Spitzmaus, findet sich an der Basis des knöchernen Schädels eine große dreieckige Lücke hinter dem weit nach vorn gerückten Alisphenoid. Diese Lücke entspricht ganz dem vergrößerten hinteren Abschnitt des Foramen spheno-parietale. Bei anderen Insektenfressern fehlt diese Lücke in der Schädelbasis. In der Regio occipito-mastoidea finden sich dagegen beim Maulwurf einige unregelmäßig begrenzte Lücken.

Zur Wirbeltheorie des Schädels.

Die Untersuchungen über die Primordialschädel von Wirbelthieren haben in einer Hinsicht ein besonderes Interesse, da sie zur Lösung einer viel ventilirten Frage, der sogenannten Wirbeltheorie des Schädels die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Mittel an die Hand zu geben scheinen. Dessen ungeachtet sind die Ergebnisse dieser Arbeit, wie ich zu zeigen versuchen will, wenig geeignet, hierzu einen neuen Beitrag zu liefern, da man nach vielen Misserfolgen in neuerer Zeit diese Frage von einer anderen Seite aus in fruchtbarerer Weise in Angriff genommen hat.

Genannte Theorie, von Goethe 1792 zuerst angeregt, von Oken aber 1807 weiter ausgebildet, beschäftigt sich bekanntlich mit der Frage, ob der Schädel nicht eine modificirte Fortsetzung der Wirbelsäule sei. Die diesbezüglichen Betrachtungen wurden zuerst an fertig ausgebildeten Schädeln von Säugethieren angestellt, und die willkürlich angenommenen Wirbel mit den Sinnesorganen in Beziehung gebracht. So unterschied Oken vier Wirbel, einen Ohr-, Kiefer-, Augen-, Nasenwirbel. Bezüglich der Gesichtsknochen machte Oken sehr weitgehende Schlüsse, welche nach dem gegenwärtigen Standpunkt der Wissenschaft sich gänzlich haltlos erwiesen haben. Die neue Idee fand Beifall, allein über die Zahl der Schädelwirbel konnte keine Übereinstimmung unter ihren Anhängern zu Stande gebracht werden. Von entwicklungsgeschichtlichem Standpunkte aus machte zuerst Reichert darauf aufmerksam, dass weder im häutigen noch im knorpeligen Zustande des Schädels eine Sonderung in Wirbel vorhanden sei und dass erst durch die eintretende Verknöcherung eine Segmentirung angedeutet werde. Die Wirbeltheorie hat ferner Rathke dadurch besonders gefördert, dass er das Vorhandensein der Chorda dorsalis im Schädel betonte und zeigte, dass die einzelnen Schädelabschnitte, wenn auch nicht wirklich von einander geschieden, wie die Wirbel des Rumpfes, doch wie diese aus den Seitentheilen der Chordascheide und dem vorderen Ende derselben entstehen; Rathke unterschied vier Schädelwirbel, deren Körper bezüglich durch die Pars basilaris occipitis, das Corpus sphenoideum posterius, das Corpus sphenoideum anterius und das Siebbein, und deren Bögen durch die seitlich und nach oben sich anschließenden Theile des Schädels repräsentirt werden. Diese Schädelwirbel verlieren in der Richtung nach vorn immer mehr den Charakter eines Wirbels. Der Rathke'schen Eintheilung schloss sich auch Spöndli an; letzterer vergleicht den ersten und zweiten Kiemenbogen mit Rippen.

Kölliker erachtet eine Vergleichung der Schädelabschnitte mit Wirbeln nur dann als zulässig, wenn primordialer Knochen mit primordialem Knochen verglichen wird, verwirft dagegen eine Gleichstellung der das Schädeldach bildenden Deckknochen mit den primordial verknöchernden Wirbelbögen.

Es hat auch nicht an Gegnern der Schädelwirbeltheorie gefehlt, und wenn dieselben auch die Ähnlichkeit des hinteren chordahaltigen Schädeltheiles mit Wirbeln anerkennen mussten, so konnten sie doch immer den

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Einwand machen, dass der vordere Schädeltheil der Chorda entbehre, und daher mit Wirbeln, welche immer einen Chordarest einschließen, nicht vergleichbar sei. Die Entdeckung von Anschwellungen der Rückensaite im Spheno-occipital-Theil gab der Theorie eine neue Stütze; denn wenn auch im Primordialschädel eine Metamerenbildung nicht wirklich stattfindet, so scheint dieselbe doch durch die Chordaanschwellungen im Basilartheile angedeutet. Allein es konnte auch so die Frage nicht endgültig gelöst werden, da die Angaben über die Zahl der Anschwellungen verschieden lauteten.

Es nimmt nämlich Kölliker im chordahaltigen Theil des Chondrocranium auf Grund der Chordaverbreiterungen drei Wirbel an, welche aber bei der Verknöcherung sich auf zwei, einen occipitalen und einen sphenoidalen reduciren, und durch die einem Ligamentum intervertebrale gleichwerthige Synchondrosis spheno-occipitalis getrennt werden. Hinsichtlich des prävertebralen Schädeltheils hebt Kölliker hervor, dass derselbe anfänglich sehr klein sei und durch Wucherung des die Chorda umgebenden Gewebes sich bilde. Durch die Ausbildung des Gehirns werde dieser Schädeltheil veranlasst, sehr stark zu wachsen, und könne daher dennoch als vorderes Ende der Wirbelsäule betrachtet werden.

Hannover nimmt den Occipitaltheil als Doppelwirbel und den ganzen prävertebralen Theil, wozu er auch das hintere Keilbein rechnet, als zweiten Schädelwirbel.

Auf einem ganz anderen Wege suchten Huxley und besonders Gegenbaur der Frage über die Wirbeltheorie des Schädels näher zu treten, ausgehend von dem richtigen Gedanken, dass nur die Erforschung des Schädels niederer Wirbelthiere einen klaren Einblick in die Wirbeltheorie verschaffen könne. Es wurden nun auch die Gehirnnerven mit Spinalnerven verglichen und die Visceralbogen in Rechnung gezogen. Es ergab sich hierbei, dass selbst bei niederen Wirbelthieren keine Metamerenbildung durchgeführt, sondern nur eine Andeutung davon vorhanden sei; gleichzeitig wurde aber auch gefunden, dass die Anzahl der Schädelwirbel ursprünglich eine viel größere, mindestens 9 bis 10 gewesen sein müsse; es müsse aber auch die Zeit, wo der Wirbelthierschädel aus gesonderten Wirbeln bestanden hat, sehr weit zurückliegen von der Zeit, zu welcher der Schädel der uns bekannten niedersten Wirbelthiere zu Stande kam.

Ferner hat Ph. Stöhr durch ontogenetische Untersuchungen den Nachweis geliefert, dass der Schädel von Urodelenlarven um den Occipitaltheil kürzer ist, und dass in dieser Zeit der Occipitaltheil vollkommen mit einem Wirbel übereinstimmt und eben so gut als erster Rumpfwirbel angesprochen werden kann; erst in einem späteren Entwicklungsstadium verwächst dieses Gebilde mit dem übrigen Schädel. Auf weitere ent-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

wicklungsgeschichtliche so wie vergleichend-anatomische Thatsachen gestützt kommt Stöhr[1] ferner zu dem Schluss, dass eine derartige Vergrößerung des Schädels auf Kosten der Wirbelsäule sich in der Stammesgeschichte noch fortwährend vollzieht, dass also der Schädel in stetem caudalen Vorrücken begriffen ist.

Wir sehen also, dass die Wirbeltheorie des Schädels, welche von der Betrachtung erwachsener Schädel von höchst entwickelten Thieren ihren Ausgang nahm, ursprünglich nur eine gewisse Wahrscheinlichkeit besaß ohne tiefere wissenschaftliche Bedeutung. Wesentlich gefördert wurde diese Theorie durch entwicklungsgeschichtliche Studien. Hier zeigte sich, dass der Schädel gleich der Wirbelsäule Anfangs häutig angelegt sei und dass beide in diesem Zustande Theile des Centralnervensystems vollständig umhüllen. Beide, Schädel wie Wirbelsäule nehmen ihren Ursprung aus dem die Chorda umgebenden Blastem und nur der vorderste kleinste Schädeltheil entsteht vor der Chorda, jedoch im Zusammenhang mit deren Scheide. Aber schon während der weiteren Entwicklung des häutigen Stadiums weichen Schädel und Wirbelsäule von einander ab, indem diese äußerlich sich gliedert, während jener ungegliedert bleibt und nur im Innern durch das Auftreten der Chordaverbreiterungen eine möglicherweise versuchte aber nicht durchgeführte Segmentirung erkennen lässt; zugleich nimmt der prächordale Theil des Schädels bedeutend an Größe zu. Im knorpeligen Zustande bleibt die Wirbelsäule gegliedert, der Schädel dagegen ist ungegliedert. Beide umschließen Anfangs das Medullarrohr nur von unten und von der Seite durch einen unvollständigen Knorpelbogen, welcher durch häutige Bildungen vervollständigt wird. Während aber an der Wirbelsäule die knorpeligen Bögen sich später zu einem geschlossenen Knorpelring vereinigen, geschieht dies beim Schädel nur im hintersten Abschnitt; nach vorn zu nimmt der Knorpel in immer geringerem Grade an der Umhüllung des Gehirns Antheil. Während der Verknöcherung nähern sich beide scheinbar wieder, indem nun der Schädel durch das Auftreten bestimmter Knochenpunkte eine gewisse äußere Segmentirung zeigt; allein es kann ein so gebildetes Schädelsegment mehrere der ursprünglich durch die Chordaanschwellungen angedeuteten Segmente umfassen. Im Corpus sphenoideum anterius, welches dem prächordalen Schädeltheil angehört, tritt bereits kein selbständiger axialer Ossifikationspunkt mehr auf, welcher dem Verknöcherungscentrum der Wirbelkörper zu vergleichen wäre. Es schließt sich auch der Schädel gleich der Wirbelsäule von oben her durch Knochen, allein bei den Wirbeln geht der Knochen

[1] Philipp Stöhr, Zur Entwicklungsgeschichte des Anurenschädels. Diese Zeitschr. XXXVI. Bd. p. 68.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

auch in den oberen Schlussstücken aus Knorpel hervor, beim Schädel aber entstehen die Schlussstücke in eigenthümlicher Weise aus häutigem Blastem. Die ontogenetische Vergleichung des Schädels mit der Wirbelsäule liefert also viele Berührungspunkte zwischen beiden, welche auf eine homologe Anlage des Schädels mit den Rumpfwirbeln hinweisen; gleichzeitig zeigen sich aber auch die graduellen Unterschiede in der Vervollkommnung der Ausbildung. Aber diese Betrachtungsweise versagt den Dienst, wenn wir mit nur einiger Annäherung die Zahl der Wirbel angeben sollen, welche zum Aufbau des Schädels verwendet wurden. Hat uns ja doch der Occipitaltheil des Schädels höherer Wirbelthiere, welchem selbst die Gegner der Wirbeltheorie die größte Ähnlichkeit mit einem Wirbel zugestehen, deutlich gezeigt, dass er nicht einem, sondern mindestens zwei Wirbeln entspricht, da zwei Chordaanschwellungen in ihm nachgewiesen werden konnten. Dagegen haben phylogenetische Forschungen ergeben, dass die Chorda bei den niedersten Wirbelthieren im Schädel zwar anzutreffen sei, dass aber nirgends eine wirkliche Metamerenbildung stattfindet; die Andeutungen einer solchen lassen aber auf viel mehr Schädelwirbel schon bei den niedersten Wirbelthieren schließen, als bei den höchsten bisher angenommen wurden, und da sich gezeigt hat, dass die hintersten Theile des Schädels bei höheren Thieren den ersten Wirbeln bei niederen Thieren homolog sind, so muss daraus gefolgert werden, dass die Zahl der Schädelwirbel höherer Thiere eine noch viel größere sein müsse als bei niederen Thieren.

Es steht zu erwarten, dass durch fortgesetzte Untersuchungen in dieser Weise die Verhältnisse zwischen Wirbeln und Schädel noch besser präcisirt werden, und dass vielleicht auch die Gegensätze zwischen dem chordalen und prächordalen Theil des Schädels eine befriedigende Lösung finden.

Würzburg, im Oktober 1882.

Erklärung der Abbildungen.

Die Buchstaben- und Ziffernbezeichnungen sind in allen Figuren die gleichen; ihre Erklärung folgt weiter unten.

Tafel IX.

Fig. 1. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Rinde. Natürliche Größe, 4,5 cm lang. Die Pars squamosa occipitis ist stark nach ab- und vorwärts gedrängt, um eine bessere Flächenansicht von derselben zu erhalten.

Fig. 2. Linke Seitenansicht desselben Schädels.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Fig. 3. Untere Ansicht desselben Schädels. Zungenbein mit Griffelfortsatz nach rückwärts umgeschlagen. Vorderes Nasenende etwas nach abwärts gebogen.

Fig. 4. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Schafe. Natürliche Größe, 3,4 cm lang.

Fig. 5. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 6. Untere Ansicht desselben Schädels. Zungenbein und Griffelfortsatz weggelassen.

Fig. 7. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schafe. Dreimalige Vergrößerung. Natürliche Länge des ganzen Schädels = 2,2 cm. Entwicklung der Lamina cribrosa. Ala parva noch ganz knorpelig.

Fig. 8. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schafe. Ungefähr $1\frac{1}{2}$malige Vergrößerung. Länge des ganzen Schädels = 6,0 cm. Medialer Theil der ursprünglich knorpeligen Ala parva so wie das Corpus sphenoideum anterius bereits ganz verknöchert.

Fig. 9. Obere Ansicht eines Primordialschädels vom Schweine. Natürl. Größe, 2,1 cm lang.

Fig. 10. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 11. Untere Ansicht desselben Schädels. Durch das Foramen occipitale magnum wird ein Theil der Innenfläche der Parietalplatten sichtbar.

Fig. 12. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 13. Obere Ansicht der vorderen Hälfte eines Primordialschädels vom Schweine. Commissura orbito-ethmoidea von hinten her in Rückbildung begriffen. Lateraler Theil der Ala parva im Schwinden begriffen. Medialer Theil nebst Corpus sphenoideum anterius bereits verknöchert. Ungefähr $1\frac{1}{2}$malige Vergrößerung. Natürliche Länge des ganzen Schädels 5,2 cm.

Fig. 14. Obere Ansicht eines Primordialschädels von der Katze. Natürl. Größe, 2,0 cm lang.

Fig. 15. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 16. Untere Ansicht desselben Schädels.

Fig. 17. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 18. Obere Ansicht eines Primordialschädels von einem Gürtelthier. Natürliche Größe, 1,9 cm lang.

Fig. 19. Seitenansicht desselben Schädels.

Fig. 20. Untere Ansicht desselben Schädels.

Fig. 21. Obere Ansicht der vorderen zwei Drittel desselben Schädels. Vergrößerung = 2.

Fig. 22. Obere schematische Ansicht eines Primordialschädels von einem Schuppenthier. Vergrößerung nahezu = 2. Natürliche Länge = 2,0 cm.

Erklärung der Buchstaben und Ziffern.

a, Nasenrücken;
b, Nasenscheidewand einschließlich der Lamina perpendicularis des Siebbeins;
c, Seitentheile der Nase;
c', untere Muschel;
d, Fortsatz (Appendix alae nasi) der Seitentheile zur Nasenscheidewand;
e, Jacobson'sche Knorpel;
f, Nasenloch;
g, Siebbeinlabyrinth;
g', Processus uncinatus;

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

h, Lamina cribrosa;
h', Crista galli;
i, knöcherner Fortsatz an der unteren Fläche der Ala parva;
k, Corpus sphenoideum anterius;
k', Synchondrosis intersphenoidea;
l, Ala parva, nicht verknöchernder Theil;
l', Ala parva, verknöchernder Theil;
m, Commissura orbito-ethmoidea;
m', Andeutung derselben beim Schafe;
m'', Rest derselben beim Schweine (späteres Stadium);
n, Commissura orbito-parietalis;
o, Corpus sphenoideum posterius;
p, Ala magna;
q, Processus pterygoideus;
r, Petrosum;
s, Processus styloideus;
t, Processus paroccipitalis;
u, Parietalplatte;
v, Pars squamosa occipitis;
w, Pars condyloidea occipitis;
w', Processus condyloideus;
x, Pars basilaris occipitis;
y, Tegmen tympani;
z, Zungenbein;
1, Foramen spheno-ethmoideum;
1', Incisura spheno-ethmoidea beim Schafe;
2, Foramen opticum;
3, Foramen ovale;
3', Foramen spinosum;
4, Foramen caroticum;
5, Foramen spheno-parietale;
6, Meatus auditorius internus;
7, Fenestra rotunda;
8, Fenestra ovalis;
9, Interstitium petroso-parietale;
10, Interstitium petroso-occipitale;
11, Foramen condyloideum;
12, Foramen occipitale magnum;
13, Foramen jugulare.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1883

Band/Volume: 38

Autor(en)/Author(s): Decker Friedrich

Artikel/Article: Über den Primordialschädel einiger Säugethiere. 190-233