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

VI.

Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere

von **A. Kölliker.**

Obschon die Anatomen seit dem Anfange dieses Jahrhunderts, angeregt durch Okens bekannte grossartige Entdeckung, dem Baue des Schädels die vielfachste Aufmerksamkeit widmeten, so dauerte es doch längere Zeit, bevor dieselben auch mit seiner Entwickelung sich zu beschäftigen anfingen. Erst nach und nach gelangte man zur Einsicht, dass nur dann, wenn der ganze Bildungsgang des Schädels erforscht und bekannt ist, an eine erfolgreiche Vergleichung der Schädel unter sich und mit andern Skelettheilen gedacht werden kann, und so fing man denn an, auch der allerersten Entstehung und allmäligen Umwandlung desselben nachzuspüren. Bis jetzt sind nur wenige Schritte in diesem früher ganz unbetretenen Gebiete geschehen, und doch haben dieselben hingereicht, um zu zeigen, dass man hier mit ungemeinen Schwierigkeiten zu kämpfen hat, indem nicht blos das Verhältniss der *Chorda dorsalis* zum Schädel und die Entwickelung des häutigen und knorpeligen Schädels noch in vielen Punkten zweifelhaft ist, sondern selbst, was als das Leichteste erscheint, die Beziehung des knöchernen zum knorpeligen Schädel noch keineswegs klar vor uns liegt. Das Folgende hat nur den letzten Punkt im Auge und soll vorzüglich die Idee des Primordialschädels oder die Frage besprechen, ob die Knochen des Schädels bei allen Thieren auf zweierlei Weise aus Knorpeln und aus häutigen Theilen sich entwickeln.

Nachdem im Jahr 1822 Arendt in einer, wie es scheint, unter v. Baer's Leitung verfassten Dissertation *) auf das Vorkommen ausgedehnter knorpeliger Theile nach innen von den Knochen beim Hechtschädel aufmerksam gemacht hatte, war es zuerst v. Baer **), der, wenn auch nur in Andeutungen, bei den Fischen die Verschiedenheit des knorpeligen Schädels und der aus ihm hervorgehenden Knochen von den äusserlich demselben aufliegenden Knochenplatten würdigte und die letztern zugleich auch von den Hautknochen, z. B. des Störs, unterschied; jedoch blieben diese Bemerkungen lange Zeit unberücksichtigt, bis im Jahr 1835 Dugès ***) seine ausgedehnten und schönen Untersuchungen unternahm, welche als der wahre

*) De Capitis ossei Esocis lucii structura singulari, Regiomonti 1822.

**) Meckel's Archiv 1826. St. 371 ff.

***) Recherches sur l'ostéologie et la myologie des Batraciens à leurs differents ages avec 20 Planches. Paris 1835.

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

Ausgangspunkt für die spätern Forschungen zu betrachten sind. Dugès kommt nach einer genauen Untersuchung des Schädels der ungeschwänzten nackten Amphibien bei Larven und ausgebildeten Thieren zu dem Resultat, 1) dass derselbe ursprünglich ganz knorpelig ist und in diesem Zustande (als *Cartilage cranio-facial Dugès*) eine Hülle für Gehirn und Augen, ferner Nasenkapseln, den Oberkiefer und Unterkiefer und ein Suspensorium für letztern bildet (pag. 48 u. ff.), 2) dass der ausgebildete Schädel aus einer zusammenhängenden, knorpelig-knöchernen Grundlage und äusserlich mit derselben verbundenen Knochen besteht (pag. 43 u. ff.), 3) endlich die Knochen des ausgebildeten Schädels zum Theil aus dem Knorpel des fötalen Schädels, zum Theil an der äusseren Oberfläche desselben in dem *Perichondrium* sich entwickeln (l. c. pag. 88). Den letzten wichtigen Satz anlangend, kann ich mich nicht enthalten, Dugès' eigene Worte zu citiren, um zu zeigen, wie bestimmt schon er dieses Verhältniss ausgesprochen hat. Er sagt (l. c.): „Mais ce que cette période offre de plus remarquable, c'est la formation des os occipitaux, temporaux, sphénoides, pariétaux et frontaux principaux. Une importante remarque à faire ici, c'est que, de tous ces os, les occipitaux et temporaux *sont les seuls, qui se développent* à l'instar de ceux des mammifères, *par l'ossification du cartilage:* aussi, dans l'adulte, *font ils corps avec le grand cartilage cranio-facial,* aussi bien que *l'ethmoide* et *les malléaux*, presque tous les autres étant seulement *appliqués ou appendus à ce cartilage:* c'et qu'en effet *ils se forment à la surface, dans le périoste ou péricondre,* et *point du tout dans le cartilage même.*" Die speciellen Verhältnisse anlangend, so bilden sich nach Dugès 1) aus dem embryonalen Knorpelschädel, dessen Theile er an einem Orte (pag. 95) auch primordiale nennt, folgende Knochen: die *Occipitalia lateralia. Petrosa*, die *Alae parvae* (*Ethmoideum Dugès, Os en ceinture Cuv.*), die *Temporalia* (*Tympanica* Reichert), *Quadrata* (*Quadrato-jugalia* der Autoren *malléaux Dugès*), *Dentalia maxillae inferioris* und die kleinen Nasenknochen (*Cornets Dugès*) *); 2) aus dem *Perichondrium:* die *Parietalia, Frontalia, Nasalia, Intermaxillaria, Maxillaria superiora*, Pflugscharknochen, *Palatina*, *Pterygoidea*, das *Supraangulare* und *Operculo-angulare* des Unterkiefers und das *Sphenoidale basilare*, welche Angaben, wenn auch in Bezug auf das *Dentale* und *Tympanicum* mangelhaft, doch im Allgemeinen der Wahrheit entsprechen.

So hatte also Dugès das Verhältniss der einzelnen Schädeltheile der nackten Amphibien zu einander nicht blos im Allgemeinen von dem neuen, von v. Baer für die Fische angedeuteten Standpunkte aus aufgefasst, sondern auch im Einzelnen verfolgt und durch genaue Untersuchungen bestätigt. Allein er ging noch weiter und gab auch einige, für die vergleichende Anatomie des Schädels überhaupt sehr bedeutungsvolle Winke. So vergleicht er (pag. 86) ganz richtig den knorpeligen Schädel der Froschlarven dem Schädel der Knorpelfische, z. B. der Squali, und sagt (pag. 45) nach Betrachtung des knorpelig-knöchernen Systemes (des Primordialschädels der Neueren) des ausgebildeten Froschschädels, er wolle sich hier nicht über die Frage auslassen, ob es möglich wäre, in den knorpeligen Schädeltheilen der übrigen Wirbelthier-Embryonen ein solches System aufzufinden; so viel sei jedoch gewiss, dass bei einer gewissen Zahl von Fischen sein Analogon selbst im ausgewachsenen Zustande existire, wie z. B. bei den Gadus, von deren Primordialschädel er eine Abbildung giebt. Erwähnung verdient ferner auch die Bemerkung (pag. 88 Note), dass auch viele Knochen des Schädels der Knochenfische, wie die *Frontalia. Parietalia, Sphenoidale, Vomer*, nicht aus Knorpel, sondern aus dem *Perichondrium* entstehen, endlich dass er, wie schon Meckel angedeutet, bei den

*) Diese von Reichert (Vergl. Entwickel. des Kopfes etc. pag. 244) an seinen Skeletten nicht gefundenen Knöchelchen sah ich ganz deutlich an Skeletten von alten Fröschen aus Zürich.

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

drei untern Wirbelthierklassen die Theilnahme des knorpeligen Unterkiefers *(Processus Meckelii)* an der Bildung eines Theils (des Gelenkstückes) des spätern Unterkiefers ausspricht (pag. 52). — Nur in einem wichtigen Punkte, der übrigens nur kurz berührt wird, hat, wie wir später sehen werden, Dugès geirrt, indem er nämlich (pag. 88) die Ansicht äussert, dass, abweichend von den nackten Amphibien und Fischen, die Knochen des Säugethierschädels alle aus Knorpel entstehen; doch kann dieser Bemerkung auf jeden Fall kein Gewicht beigelegt werden, da Dugès, wie man leicht ersieht, in Betreff dieses Punktes keine speciellen Beobachtungen gemacht hat.

Im Jahre 1837 und 1838 machte dann Reichert, zum Theil auf den Dugès'schen Untersuchungen fussend, weitere treffliche Beobachtungen über die Schädelbildung der Batrachier und Wirbelthiere überhaupt bekannt *). Die Säugethiere und Vögel betreffend, welche Dugès gar nicht in den Kreis seiner Beobachtungen gezogen hatte, so deckte Reichert in der Abhandlung in Müller's Archiv namentlich die Bildung des knöchernen Gesichtes, der Gehörknöchelchen und des Zungenbeines auf. Er wies die Entstehung von Hammer, Ambos, Flügelbein, Gaumenbein und Meckel'schem Fortsatz aus dem ersten Kiemen- oder Visceralbogen, die des Steigbügels, der *Columella* und des Zungenbeins aus dem zweiten und dritten nach, und schilderte die Bildung der übrigen festern Gesichtstheile, wie der Siebbeine und Nasenknorpel, der Nasenbeine, Ober- und Unterkiefer, Thränen- und Jochbeine, der Zwischenkiefer und des Paukenringes, zum Theil aus der Verlängerung der knorpeligen Schädelbasis in das Gesicht hinein, zum Theil aus eigenthümlichen Fortsätzen (Stirnfortsatz) und der Aussenseite des oberen und unteren Abschnittes des ersten Visceralfortsatzes und der Verlängerung der knorpeligen Schädelbasis anliegenden Bildungsstreifen. Von diesen Theilen sind nach ihm nur gewisse knorpelig bevor sie verknöchern, nämlich die Gehörknöchelchen, das Zungenbein, Siebbein, der Meckel'sche Fortsatz, das bei Vögeln Articulare des Unterkiefers wird und beim Rinde ausnahmsweise zum Theil erhärtet, andere ossifiziren unmittelbar aus einem weichen Blasteme, so die Nasenbeine, Zwischenkiefer, Oberkiefer, Gaumen- und Flügelbeine, Thränen- und Jochbeine, die Pflugschar, der Unterkiefer der Säugethiere ganz und der der Vögel zum Theil. Von dem eigentlichen Schädel der Säugethiere handelt Reichert erst in seiner zweiten Schrift und bemerkt über denselben (l. c. pag. 163 u. ff.), dass er im Knorpelzustande ein Ganzes ausmache, in welchem erst bei der Verknöcherung Wirbelabtheilungen auftreten; die Scheitelbeine, Stirnbeine, die Schuppen der Hinterhauptsbeine werden eben so gut als die Basilar- und Seitentheile zu den drei Schädelwirbeln gerechnet und in ihrem Ursprunge auf den knorpeligen Schädel zurückgeführt, dagegen sind die *Partes squamosae*, *mastoideae* und *Ossa Wormiana* supplementäre Knochen. Demnach ist der Grundgedanke von Reichert der, dass der Schädel bestehe: 1) aus drei Wirbeln und drei untern Bogenstücken (Visceralbogen), welche mit wenigen Ausnahmen (Gaumenbeine, Flügelbeine) knorpelig werden und schliesslich zum Theil in diesem Zustande verharren (Nasenscheidewand), zum Theil verknöchern (eigentliche Schädelknochen mit wenigen Ausnahmen, Gehörknöchelchen, Zungenbein, Unterkiefer bei Vögeln zum Theil); 2) aus Knochen, die an der Aussenseite der Schädelwirbelknochen entstehen, jedoch nie knorpelig waren (ursprüngliche Gesichtsknochen, d. h. *Ossa Nasi*, *Lacrymalia*, *Intermaxillaria*, *Maxillaria* u. s. w.); 3) aus ursprünglich knorpelig gewesenen Knochen für die Sinnesorgane *(Ethmoideum* zum Theil, *Petrosum)*; 4) aus supplementären

*) Ueber die Visceralbogen der Wirbelthiere im Allgemeinen und deren Metamorphosen bei den Vögeln und Säugethieren in Müller's Archiv, 1837 pag. 120, und Vergleichende Entwickelungsgeschichte des Kopfes der nackten Amphibien, nebst den Bildungsgesetzen des Wirbelthierkopfes im Allgemeinen. Königsberg 1838.

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

Knochen in der obern Schlussdecke des Gehirns und im Gesicht (*Vomer, Zygomaticum, Squama Ossis temporum, Mastoideum).* Was die Amphibien und Fische anlangt, so stimmt Reichert zwar in einem wichtigen Punkte mit Dugès vollkommen überein, nämlich in Bezug auf die Entstehung vieler Theile des Schädels aus nicht knorpeligen Theilen, so z. B. des *Frontale* und *Parietale* der Fische, das *Sphenoidale basilare* der Batrachier und Störe, des Unterkiefers der Fische und Amphibien z. Th. u. s. w., weicht dagegen in andern sehr wesentlichen Punkten von ihm ab. Den Schädel der Knochenfische anlangend, so nimmt er in Betreff des Schädeldaches zwei Typen an. Bei den einen, wie bei *Anguilla, Diodon, Tetraodon*, soll die Ossification desselben gerade wie bei den höhern Wirbelthieren erfolgen (pag. 218), mit andern Worten, die Scheitel- und Stirnbeine aus Knorpeln entstehen, bei den übrigen (*Esox, Perca, Salmo* u. s. w.) dagegen insofern von denselben abweichen, als die genannten Knochen nicht aus Knorpel sich bilden, sondern aus häutigen Theilen. Deshalb leugnet Reichert bei den letztern, dass diese Knochen den eben so genannten Knochen der Amphibien und höhern Thiere entsprechen, entfernt sie aus der Reihe der typischen Schädelknochen und rechnet sie zum Hautsysteme, gewissermassen als Schuppen des Kopfes (pag. 218 u. ff.), eben so wie die *Nasalia*, den *Infraorbitalring* u. s. w. Für die nackten Amphibien verwirft Reichert die Ansicht von Dugès, dass die *Frontalia, Parietalia* u. s. w. aus dem *Perichondrium* des ursprünglichen knorpeligen Schädels sich hervorbilden, glaubt vielmehr, dass diese Knochen gerade wie bei den höhern Wirbelthieren aus einer knorpelig-häutigen Grundlage entstehen; giebt aber auf der andern Seite zu, dass der Unterkiefer z. Th., das *Sphenoidale basilare*, und die sogenannten Pflugscharknochen aus häutigen Theilen sich hervorbilden, entfernt dieselben jedoch ebenfalls zum Theil wenigstens aus der Reihe der integrirenden Schädelknochen und betrachtet dieselben als Schleimhautgebilde, zu denen auch das *Sphenoidale basilare* des Störs, nicht aber der Knochenfische nach seiner Ansicht gehört (pag. 211). Während demnach Dugès eine Uebereinstimmung des eigentlichen Schädels der nackten Amphibien und Fische in der Weise annimmt, dass dasselbe aus einem knorpeligen Theile *(Cartilage cranio-facial)* und zweitens aus im *Perichondrium* gebildeten Belegknochen sich entwickele, so leugnet Reichert diese Uebereinstimmung, reiht die Amphibien an die höhern Wirbelthiere an, deren ganzes Schädeldach aus Knorpel entstehen soll, und stempelt die nicht aus Knorpel entstehenden Theile des Schädeldaches der Fische zu Hautknochen.

Bei diesem Auseinandergehen der Ansichten der zwei ersten Forscher, die dieses Gebiet ausführlicher bearbeitet hatten, war es eine sehr erfreuliche Erscheinung, als auch der ausgezeichnete Embryologe Rathke seine Stimme vernehmen liess und, nach einer genauen Untersuchung der Entwickelung der Natter *), alle Wirbelthierklassen in den Kreis einer genauen Betrachtung zog **). Wie es sich schon a priore bei einfacher Betrachtung der Verhältnisse der ausgebildeten Thiere vermuthen liess, kam er zu Resultaten, die beweisen, dass Dugès nicht so Unrecht hatte, als er nackte Amphibien und Fische parallelisirte, ja es ergab sich auch noch, dass die beschuppten Amphibien, Vögel und Säugethiere in vielen wesentlichen Punkten mit den niedern Wirbelthieren übereinkommen. Die Hauptansicht, die Rathke in den erwähnten Schriften niedergelegt hat, ist die, dass der Schädel aller Wirbelthiere aus zwei Elementen bestehe, 1) aus Knochen und Knorpeln, die aus der Anfangs häutigen und dann knorpeligen Belegungsmasse (der äussern Scheide) des vorderen Endes der *Chorda dorsalis* sich entwickeln (*Occipitale basilare, Occipitalia lateralia, Sphenoidale*

*) Entwickelungsgeschichte der Natter. Königsberg 1839.

**) Vierter Bericht über das naturwissenschaftliche Seminar der Universität Königsberg. Königsberg 1839.

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

posterius der beschuppten Amphibien, Vögel und Säugethiere, *Sphenoidale anterius* der Säugethiere, *Alae parvae* und *magnae*, *Ethmoideum*, Nasenknorpel, *Concha inferior*, *Palatina*, *Pterygoidea*, Gehörknöchelchen, Quadratbeine, Meckel'scher Knorpel), und 2) andern, die er Schaltknochen, Belegungsknochen nennt, die, unabhängig von irgend einem Theile der äusseren Chordascheide, aussen an den aus ihr hervorgehenden Knorpeln und Knochen entstehen (*Parietalia*, *Frontalia*, *Squama Ossis occipitis*, *Nasalia*, *Intermaxillaria*, *Vomer*, *Sphenoidale basilare* der Fische und nackten Amphibien, *Sphenoidale anterius* der beschuppten Amphibien und Vögel, *Lacrymalia*, *Maxillaria superiora*, *Zygomatica*, *Maxillaria inferiora*). Nur die aus den ersten Gebilden, mögen sie nun ossifizirt oder noch knorpelig sein, bestehenden Schädeltheile sind, nach Rathke, mit Wirbeln vergleichbar und bilden vier, zum Theil nur rudimentär vorhandene Schädelwirbel, die andern dagegen sind dem Schädel eigenthümlich und mit keinen an Wirbeln vorkommenden Theilen vergleichbar. Ueber die Entstehungsweise der Schalt- und Belegungsknochen drückt sich Rathke leider nicht ganz bestimmt aus; einzelne derselben lässt er aus einem nur kurze Zeit knorpeligen und bald verknöchernden Blasteme hervorgehen, andere ganz bestimmt zwischen dem *Perichondrium* und Knorpel sich bilden (*Vomer*, *Sphenoidale anterius*, Unterkiefer) [siehe auch Entwickelungsgesch. der Natter pag. 129], noch andere endlich werden in Bezug auf die Art ihrer Entstehung gar nicht speciell besprochen.

Ohne in eine detaillirte Schilderung und kritische Beleuchtung der vielen von Rathke mitgetheilten einzelnen Thatsachen mich einzulassen, will ich nur die weitere Entwickelung der von ihm vertretenen Lehre, insofern sie sich auf den knöchernen Schädel bezieht, verfolgen. Die ersten Beobachtungen, die auf die seinigen folgten, bezogen sich nicht auf die Frage in ihrem ganzen Umfange, nichtsdestoweniger waren dieselben von grosser Bedeutung, so die von Vogt*) und Agassiz**) über die Fische, die von Jacobson***) über die Säugethiere. Die Ersteren bestätigen die Beobachtungen der früheren über die eigenthümliche Beschaffenheit der Knochen des Schädeldaches, widerlegen aber die Annahme von Reichert, dass dieselben nur Hautknochen seien, mit guten Gründen und betrachten sie als integrirende Schädelknochen. In Bezug auf deren Entstehung drücken sich aber Beide nicht bestimmt aus, und scheinen selbst zu glauben, dass alle Schädelknochen dieselbe Entwickelung einhalten, d. h. auf Kosten des knorpeligen, primitiven Schädels durch von aussen nach innen fortschreitende Ossification sich bilden. — Jacobson's Beobachtungen sind besonders dadurch wichtig geworden, dass sie sich auf die Säugethiere beziehen und genauer auf die Sache eingehen als alle früheren. In der Hauptsache ist Jacobson derselben Ansicht, welche Dugès für die Amphibien und Fische und Rathke für die Wirbelthiere überhaupt aufgestellt hatte. Auch er findet bei den Säugethieren, entsprechend dem *Cartilage cranio-facial* von Dugès und den aus der äussern Chordascheide hervorgehenden Theilen von Rathke, ein knorpeliges „*Primordialcranium*", das in einen Theil des bleibenden Schädels sich umwandelt, während der andere an der Aussenseite desselben sich bildet, ist jedoch in Bezug auf die Einzelnheiten der Entwickelung dieser Theile ganz bestimmt, indem er 1) namentlich hervorhebt, dass das knorpelige *Cranium* nur zum Theil in Knochen übergeht, einem andern Theile nach knorpelig

*) Histoire naturelle des poissons d'eau douce par L. Agassiz. Tome I. Embryologie des Salmones par C. Vogt. 1842. pag. 118 u. 119.

**) Recherches sur les poissons fossiles. Tome I. 1843. pag. 115, 120, 121.

***) Verhandlungen der dritten Versammlung der skandinavischen Naturforscher in Stockholm den 13. — 19. Juli 1842. Ein Bericht darüber von Hannover findet sich in Müller's Archiv 1844 pag. 37.

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

bleibt und sich entweder zu den Knorpeltheilen des fertigen Schädels gestaltet oder im Laufe der Zeit resorbirt wird, und 2) angiebt, dass die an der Aussenseite des *Primordialcranium* sich bildenden Knochen aus Membranen entstehen, ohne je als Knorpel bestanden zu haben.

In Folge dieser Beobachtungen von Jacobson machte sich nun in den letzten Jahren in immer weitern Kreisen die Ansicht geltend, die Rathke zuerst in umfassender Weise, wenn auch nicht in allen Einzelnheiten richtig, angedeutet hatte. Es schloss sich unser grosse vergleichende Anatom Joh. Müller in seinem Referate über Jacobson's Erfahrungen[1]) an dieselbe an, indem er die Schädelknochen der Fische, welche auf dem innern Knorpel liegen, für dieselben Knochen erklärte wie die Schädelknochen der höhern Thiere, und die Knorpeltheile des Amphibien- und Fischschädels als dem *Primordialcranium* der Säugethierembryonen entsprechend deutete. In ähnlicher Weise äusserten sich auch ganz bestimmt Stannius[2]), Owen[3]), Bergmann[4]) und Brühl[5]), während zugleich die Beobachtungen Jacobson's von Spöndli[6]) bestätigt und von Sharpey[7]) und mir[8]) auch durch microscopische Untersuchungen gestützt und erweitert wurden. So schien denn die Wissenschaft um einen bedeutenden Schritt vorgerückt und ein tieferer Blick in die Gestaltung des Thierschädels gethan zu sein, als vor Kurzem A. Bidder in einer unter Reichert's Leitung verfassten Dissertation wieder kräftig für Reichert's oben erwähnte Ansicht sich erhob und die schon allgemein mit Freuden angenommene Uebereinstimmung der Schädelbildung aller Wirbelthiere wieder in Frage stellte.

A. Bidder und Reichert, deren Mittheilungen ich jedoch nur aus Valentin's Referat (Jahresbericht von Canstatt und Eisenmann für 1847 pag. 158 u. ff.) kenne, da ich ihre Schrift noch nicht erhalten konnte, bestreiten, wie Valentin sagt, den Grundgedanken des Primordialschädels. Die knorpelige Grundlage des Schädels und die Nasenknorpel verwandeln sich nach ihnen in ihrer ganzen Ausdehnung in Knochen. Die Verknöcherung selbst beginnt immer in der Mitte und schreitet von da nach der freien Oberfläche fort. Dieser Gang wiederholt sich an den Schädeln des Menschen, der Säugethiere, der Vögel und der Amphibien auf gleiche Weise. Die irrthümliche Ansicht, dass sich die Knochenmasse zum Theil ohne knorpelige Grundlage nach aussen von dem Primordialschädel anlege, kann nach ihnen vorzugsweise aus folgenden drei Verhältnissen hervorgegangen sein: 1) Wo eine Schuppennaht vorkommt, verknöchert der untere Theil später als der obere (und liegt daher der letztere zu einer gewissen Zeit einem Knorpel auf); 2) hat die Verknöcherung in der Mitte der Dicke des Schädelknorpels begonnen, so schreitet sie rascher nach der Aussen- als nach der Innenseite fort, in welchem Falle eine künstliche Trennung der zwei verschiedenen dichten Theile möglich ist; 3) endlich liegen die Nasenbeine der Säugethiere auf einer Knorpelmasse, die sich lange als eine solche erhält, welcher Umstand am ehesten irre führen kann; allein auch hier gehen die Nasenbeine aus einer frühzeitig gebildeten Grundlage und nicht aus einer später abgesetzten Haut hervor.

---

[1]) Müller's Archiv 1843 pag. CCLI.

[2]) Lehrbuch der vergleichenden Anatomie. 1845. II. pag. 20, 21.

[3]) Lectures on the comparative Anatomy and Physiology of the vertebrate animals. Part I. Fishes. Lond. 1846. pag. 135.

[4]) Einige Beobachtungen und Reflexionen über die Skelettsysteme der Wirbelthiere. Göttingen 1846. pag. 35 u. ff.

[5]) Anfangsgründe der vergleichenden Anatomie. 1ste—3te Lieferung, Wien 1847. pag. 8 u. ff.

[6]) Ueber den Primordialschädel der Säugethiere und des Menschen. Zürich 1846.

[7]) Quain's Anatomy. 5. Edition by Mr. Quain and Dr. Sharpey. Part II. Lond. 1846. pag. CXLVII sqq.

[8]) Mittheilungen der zürcherischen naturforschenden Gesellschaft. 1847. pag. 175.

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

So weit Valentin über die auf die Entstehung des knöchernen Schädels bezüglichen Angaben A. Bidder's und Reichert's. Was mich betrifft, so haben meine Ansichten in Folge dieser Mittheilungen sich keineswegs geändert, vielmehr bin ich nach wie vor der bestimmtesten Ueberzeugung, dass Dugès', Rathke's und Jacobson's Anschauungsweise die richtige ist, und will im Folgenden meine wichtigsten Gründe hiefür kurz anführen.

Fassen wir zuerst den Säugethierschädel in's Auge, so ergiebt sich als erste Thatsache, die auch von Reichert und A. Bidder nicht bestritten wird, dass ursprünglich ein ganz knorpeliger Schädel sich findet (siehe die Tafel in Spöndli's Dissertation), der aus der Belegungsmasse oder der äussern Scheide der *Chorda dorsalis* entsteht und in seiner Gestalt mehr oder weniger dem spätern *Cranium* gleicht, doch immer unvollständiger ist als dasselbe. Eben so sicher ist auch zweitens, dass zur Zeit der Verknöcherung dieses knorpeligen Schädels *(Primordialcranium Jacobson)* die Knochenkerne zum Theil mitten im knorpeligen Schädel drin, zum Theil ausserhalb desselben entstehen, was A. Bidder und Reichert für die Nasenbeine zugeben und auch für die Scheitelbeine des Schweines und der Maus, die Stirnbeine des Schweines, Pferdes, der Kuh und Maus, die Schläfenbeine, den Vomer und Unterkiefer kaum leugnen werden. Fragt man nun weiter, ob diese Knochen zu den nach innen von ihnen liegenden Knorpeln in einer genetischen Beziehung stehen, so ergiebt sich, abgesehen davon, dass dieselben lange nicht alle mit Knorpeln in Berührung sind, ein bestimmtes Nein. Einmal sind die Knorpel, wenigstens unter den Scheitel- und Stirnbeinen, viel weniger ausgedehnt als die auf ihnen liegenden Knochen, und zweitens, was das Wichtigste ist und für alle Fälle gilt, immer und ohne Ausnahme durch eine ganz deutliche, weissliche, abpräparirbare Lamelle von Bindegewebe, mit einem Wort durch das *Perichondrium* von den auf ihnen liegenden Knochen getrennt, welche Thatsache unwiderlegbar beweist, dass hier von keinem genetischen Verhältnisse die Rede sein kann, da, wenn ein solches Statt fände, Knorpel und Knochen continuirlich in einander übergehen müssten. Wollen nun A. Bidder und Reichert trotz dieser für sie ungünstigen Verhältnisse ihre Ansicht dennoch halten, so bleibt ihnen nichts Anderes übrig, als zu behaupten, dass alle die genannten Knochen nicht aus den unter ihnen befindlichen Knorpeln des *Primordialcranium*, sondern aus andern, ursprünglich an ihrer Stelle befindlichen Knorpeln entstehen. Allein auch eine solche Annahme wäre nicht haltbar. Noch Niemand hat an der Stelle der spätern Nasenbeine, Scheitelbeine, Stirnbeine u. s. w. Knorpellamellen gesehen, von denen sich behaupten liesse, dass sie in diese Knochen sich umgestalten; Niemand ist im Stande gewesen, an den sich entwickelnden Scheitelbeinen u. s. w., weder an den Flächen noch an den Rändern, auch nur ein Minimum von Knorpelsubstanz zu entdecken, vielmehr haben Sharpey und ich (ll. cc.) ganz bestimmt nachgewiesen, dass hier die Ossification ohne knorpelige Grundlage vor sich geht. Da die microscopische Untersuchung dieser Knochen den leichtesten und zugleich sichersten Beweis abgiebt, dass R.'s und A. B.'s Ansichten nicht haltbar sind, so erlaube ich mir, die hierher gehörenden Thatsachen anzuführen.

Wenn Knochen aus Knorpeln entstehen, wie an den Extremitäten, den Rippen und dem Brustbeine, so sind dieselben ursprünglich knorpelig präformirt, Bei der Ossification beginnt als Regel *) die

*) Eine Ausnahme kenne ich bei höhern Thieren nicht, dagegen finde ich, dass bei ältern Stören mit theilweise

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

Knochenbildung in der Mitte des Knorpels und schreitet von da aus nach der Oberfläche fort, bis am Ende ein grosser Theil des Knorpels in Knochen umgewandelt ist, doch findet man, so lange der Knochen wächst, an seiner Grenze immer noch eine bedeutende Schicht von Knorpelsubstanz, die immer und ohne Ausnahme die Charaktere des primitiven Knorpels zeigt. Am Verknöcherungsrande findet sich in allen diesen Fällen eine vorläufige Ablagerung von Kalksalzen in Gestalt von undurchsichtigen, grössern und kleinern, unregelmässigen Körnern in dem Knorpel, welche später wieder aufgelöst werden, um chemisch mit den organischen Theilen des Knochens sich zu vereinigen. Daher ist auch die Grenze zwischen Knorpel und entstehendem Knochen ganz scharf, und das Ansehen des letztern sehr verschieden von der ausgebildeten Knochensubstanz, nämlich dunkel und granulirt. Bei den Schädelknochen nun verhält sich die Sache zum Theil ganz wie an den Extremitäten, so z. B. beim Siebbein, Keilbein u. s. w., welche ursprünglich knorpelig vorhanden sind und mit denselben microscopischen Charakteren ossifiziren, wie z. B. die Rippen, zum Theil sehr verschieden, wie an Stirn-, Scheitelbeinen u. s. w. Diese letztern Knochen sind nie als Knorpel präformirt und zeigen auch während ihres Wachsthumes keine Spur von Knorpelsubstanz an ihren Rändern und Flächen, vielmehr stehen dieselben an allen Theilen ihrer Oberfläche mit häutigen Theilen in Verbindung, die überall gleichmässig aus Bindegewebe und regellos in dasselbe eingestreuten grösseren und kleineren Zellen ohne Zwischensubstanz zusammengesetzt sind. Dieses zellenführende Bindegewebe nun ist es, welches wirklich in den Knochen übergeht und denselben bildet; davon überzeugt man sich theils bei Erforschung der ersten Anlagen eines der genannten Knochen, theils, und zwar am leichtesten, wenn man einen der zarten Knochenstrahlen untersucht, in welche die Knochen an ihren Rändern auslaufen. Man sieht hier ganz bestimmt, dass die anfangs opaken, mit Knochenkörpern versehenen, mit andern Worten aus fertiger Knochensubstanz gebildeten Strahlen allmälig, je weiter nach aussen man geht, um so blasser und durchscheinender werden, während ihre Körperchen zugleich immer mehr die Natur gewöhnlicher Zellen mit Kernen annehmen, und endlich ohne scharfe Grenze in häutige Strahlen oder Balken auslaufen. Hält man nun mit dieser Thatsache noch Das zusammen, dass die genannten Knochen, so lange sie wachsen, an ihrem Rande solche knöcherne Strahlen zeigen und in angegebener Weise ohne scharfe Grenze mit häutigen Strahlen zusammenhängen, so muss der Schluss, dass die angegebenen membranösen Theile die Grundlage und der Vorläufer eines Theiles des sich bildenden Knochens sind, als ganz unabweisbar erscheinen. Hat man sich so von der Art und Weise, wie Stirn- und Scheitelbeine an ihren Rändern wachsen, überzeugt, so vergewissert man sich leicht auch davon, dass ihre übrige Massenzunahme, namentlich die in die Dicke, ebenfalls auf Kosten anderer häutigen Theile geschieht, die ihre obere und untere Fläche bedecken und zwischen ihren Knochenstrahlen und in ihren Knochenräumen sich befinden, und kommt so schliesslich zu dem Ausspruch, dass diese Knochen ganz und gar aus membranöser Grundlage entstehen, so jedoch, dass sie nicht in ihrer späteren Gestalt als Membranen präformirt sind, sondern erst nach und nach in einer anfangs ganz gleichartigen, grösseren, häutigen Ausbreitung entstehen.

Um das Verhältniss dieser Knochen zu den aus Knorpeln entstehenden primordialen recht deutlich

---

ossifizirtem Kiefersuspensorium die Ossification von aussen nach ihnen den Knorpel ergreift; etwas Aehnliches möchte auch bei andern Fischen da und dort sich zeigen.

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

zu machen, müssen nun noch einige Punkte etwas genauer besprochen werden, doch wird es gut sein, vorher die Knochen der beiden Kategorien kurz aufzuzählen. Bei Säugethieren entstehen meinen Erfahrungen zufolge folgende Knochen des Schädels aus Membranen: Die obere Hälfte der *Squama Ossis occipitis* beim Menschen, die *Parietalia, Frontalia, Nasalia, Ossa nasi, Intermaxillaria. Maxillaria superiora, Zygomatica, Lacrymalia, Palatina, Pterygoidea* oder *Processus pterygoidei, Squamae Ossium temporum, Tympanica,* der *Vomer* und die *Maxilla inferior* *). Aus Knorpel bilden sich hervor: Die *Pars basilaris* und die *Partes condyloideae Ossis occipitis,* die ganze *Squama Ossis occipitis* beim Pferde, Schweine, der Kuh, Maus u. s. w., das *Corpus Ossis sphenoidei posterioris,* und das des *Sphenoideum anterius,* wo es vorhanden ist, die *Alae magnae* und *parvae,* das *Os ethmoideum*, die *Concha inferior*, der *Malleus, Incus* und *Stapes*, die *Pars petrosa* und *mastoidea* des *Os petrosum,* das *Os hyoideum.*

Werfen wir nun noch einen Blick auf die übrigen Eigenthümlichkeiten dieser zwei Kategorien von Schädelknochen, so möchten vorzüglich folgende Punkte hervorzuheben sein:

1. Bei der Ossification der aus Membranen oder häutigen Theilen entstehenden Knochen findet sich niemals eine vorläufige Deposition von Kalksalzen in Gestalt von unregelmässigen Körnern, wie es bei allen aus Knorpeln ossifizirenden Knochen vorkommt, sondern es werden diese Salze gleich chemisch mit den organischen Theilen der ossifizirenden Membran verbunden, und es zeigt daher bei diesen Knochen die eben erst gebildete Knochensubstanz schon die Charaktere der fertigen Knochenmasse der andern Knochen, und ist da, wo sie an ihre häutige Grundlage stösst, durch keine scharfe Grenze von derselben geschieden, sondern geht, immer weicher und biegsamer und ärmer an Kalksalzen werdend, continuirlich in dieselbe über, welches Verhalten auch dem mit microscopischen Untersuchungen nicht gerade sehr Vertrauten ein leichtes Mittel an die Hand giebt, einen solchen Knochen, so lange als er in der Bildung begriffen ist, von den andern zu unterscheiden.

2. Die Membranen und häutigen Theile, in denen am Schädel die Knochen sich bilden, sind ganz bestimmt keine Theile der äussern Haut oder der Schleimhaut, vielmehr liegen dieselben unter der erstern und nach aussen von der letztern. In vielen Fällen könnten dieselben als dem *Perichondrium* des knorpeligen *Primordialcranium* angehörig oder als Fortsetzungen desselben betrachtet werden, so namentlich die Membranen, in denen Scheitel-, Stirn- und Nasenbeine, die Pflugschar, die Schuppen der Schläfenbeine sich bilden, doch dürfte man bei einer solchen Annahme nie vergessen, dass der von solchen Knochen bedeckte Knorpel immer eine, wenn auch dünne Lage von *Perichondrium* besitzt, und müsste daher an solchen Orten zwei Schichten des *Perichondrium* annehmen, von denen dann die äussere eine knochenerzeugende wäre. Es giebt aber auch bestimmt Belegknochen, bei denen an eine Entstehung aus einem *Perichondrium* nicht zu denken ist, wie z. B. das Jochbein, und so möchte es denn vorläufig passender erscheinen, diese Knochen einfach als solche zu bezeichnen, die weder aus der äusseren Haut und der Schleimhaut, noch aus dem knorpeligen *Primordialcranium* hervorgehen, sondern aus einem weichen, häutigen Blasteme zwischen diesen beiden Theilen sich hervorbilden, und es weitern, freilich sehr schwierigen embryologischen Untersuchungen zu überlassen, einen allgemeinen, richtigen, auch auf die Entwickelung gegründeten Ausdruck für dieses Blastem aufzufinden. — Die Zeit anlangend, bemerke ich noch,

*) Nach Reichert (Müller's Archiv 1837, pag. 183) ossifizirt beim Rinde manchmal ein Theil der untern Hälfte des Meckel'schen Knorpels und verwächst mit dem eigentlichen Unterkiefer.

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

im Hinblick auf A. Bidder's und Reichert's oben angeführte dritte Bemerkung, dass damit, dass man einen Knochen für einen Belegknochen erklärt, noch keineswegs gesagt ist, dass sein Blastem später als das knorpelige *Primordialcranium* erscheinen müsse, es thut daher der Deutung der Nasenbeine als Belegknochen gar keinen Eintrag, dass ihr häutiges Blastem nach Reichert sehr früh erscheint.

3. Alle knorpelig präformirten Knochen, wohl ohne Ausnahme, wachsen auf eine doppelte Weise und vergrössern sich einmal auf Kosten der mit ihnen fortwachsenden Reste des ursprünglichen Knorpels und zweitens durch Knochenmasse, welche an der innern Seite ihres *Periostes* unmittelbar aus häutigen Theilen hervorgeht. Diese sehr wichtige Thatsache wurde schon von Sharpey (l. c. pag. CLIX 199.) ganz bestimmt für die Extremitätenknochen ausgesprochen, und gilt meinen Erfahrungen zufolge auch für die Wirbel und Rippen, für das Brustbein und ganz sicher auch für das Hinterhauptsbein, das Keilbein, Siebbein, Zungenbein, den Felsen- und Zitzentheil des Felsenbeines und vielleicht die untere Muschel, mit anderen Worten für alle knorpelig präformirten Knochen, mit Ausnahme der Gehörknöchelchen, die während ihrer Ossification nicht mehr wachsen und knöchern nicht grösser sind als sie knorpelig waren. Bei allen diesen Knochen findet man, dass überall da, wo sie von Knorpel überzogen sind, die Ossification gerade so fortschreitet, wie sie in der ursprünglichen Knorpelanlage begann, dass dagegen an den Stellen, die einen Ueberzug von *Periost* besitzen, die Knochenbildung in eben derselben Weise vor sich geht, wie es bei den Belegknochen auseinander gesetzt wurde. Hier nämlich befindet sich an der innern Seite des dicken *Periostes* eine weiche häutige Masse, die durch und durch aus Bindegewebe und in dasselbe eingestreuten, kernhaltigen, von Knorpelzellen ganz verschiedenen Zellen besteht. Diese Masse geht einerseits ohne scharfe Grenze in die äussern Theile des *Periostes* über und wandelt sich andererseits nach innen durch Aufnahme von Kalksalzen, die auch hier, ohne ein vorläufiges Depositum zu bilden, gleich chemisch mit der organischen Grundlage sich vereinen, und durch directe Umwandlung ihrer Zellen in Knochenkörperchen, allmälig in Knochen um. Die Aehnlichkeit der hier vorkommenden Knochenbildung und derjenigen bei den Belegknochen ist so gross, dass ich durchaus keinen bedeutenderen Unterschied zwischen denselben anzugeben weiss, ja man findet selbst hier ebenfalls, vielleicht als Regel, dass die sich bildende Knochensubstanz nicht durch eine glatte Oberfläche, sondern durch viele einzelne Rauhigkeiten, Spitzen, Zacken, Warzen mit ihrer häutigen *Matrix* in Verbindung steht. — Dem Gesagten zufolge wird eine specielle Schilderung der Theile, die an den Primordialknochen aus häutigen Theilen entstehen, nicht nöthig sein, und ich begnüge mich daher mit der Bemerkung, dass bei den Extremitätenknochen, den Wirbeln, dem Brustbeine, der Schädelbasis das Wachsthum in der Richtung der Längsaxe des Leibes durch Knorpel, das in der Queraxe durch häutige Theile besorgt wird, und dass bei langen Knochen ohne Ausnahme das Wachsthum in die Dicke auf Rechnung des *Periostes* kommt. — Schliesslich will ich nicht unterlassen, zu bemerken, dass auch die Knochenbildungsvorgänge im Innern der primären und der Belegknochen, wie z. B. die Ablagerungen an die Wände der Markkanäle, nie von knorpeligen Theilen aus stattfinden, sondern auf Rechnung der weichen Theile des ursprünglichen Knochenmarks kommen.

4. Obschon die Belegknochen durchaus nicht aus knorpeliger Grundlage entstehen und auch bei ihrem Wachsthume in der Regel nicht von Knorpeln abhängig sind, so giebt es doch einige wenige Fälle, in denen Knorpel an denselben sich finden und vielleicht zu ihrer Vergrösserung beitragen. Ich rechne

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

hierher das Vorkommen von Knorpel in der *Cavitas glenoidea* der *Squama Ossis temporum* und am Gelenkkopfe des Unterkiefers, welcher nicht erst an den ausgebildeten Knochen auftritt, sondern wenigstens am Unterkiefer schon beim Fötus nicht lange nach der Entstehung des Knochens sich zeigt.

5. Die Deckknochen verbinden sich mit den primären Schädelknochen in dreierlei Weise: entweder liegen sie an oder auf denselben (Nasenbeine, *Vomer*) oder sie verbinden sich durch Naht mit ihnen (Scheitelbeine und Hinterhauptsbein, Siebbein und Stirnbeine u. s. w.), oder endlich sie verschmelzen mit ihnen vollständig (oberer und unterer Theil der Schuppe des Hinterhauptsbeines des Menschen, Zitzen- und Felsentheil des Schläfenbeines mit der Schuppe und dem Paukentheile).

6. Die Belegknochen sind integrirende Theile des Schädels, vorzüglich zur Bildung des Gesichtes und der Schädeldecke bestimmt. Ihre verschiedenen Theile sind nicht als den, mehr oder weniger rudimentären vier knöchernen Wirbeln des Schädels (Hinterhauptsbein, hinteres Keilbein, vorderes Keilbein, Siebbein) angehörig zu betrachten, zu denen nur die aus dem *Primordialcranium* hervorgegangenen Theile gerechnet werden können, auch nicht, wie der Meckel'sche Knorpel, die Gehörknöchelchen und das Zungenbein zu den unteren Bogenstücken zu zählen, noch weniger etwa gar Extremitäten des Schädels, die gar nicht vorkommen, beizurechnen, sondern als ganz eigenthümliche, in dieser Weise nirgends am Skelette sich vorfindende Bildungen zu betrachten.

Aus allen den angeführten Thatsachen möchte nun wohl mit Sicherheit abzuleiten sein, dass in die Bildung des Säugethierschädels zweierlei Knochen eingehen, die, wenn auch in Bezug auf Structur in allen Punkten identisch, doch durch ihre Genese und ihre Wachsthumsverhältnisse ganz wesentlich von einander geschieden sind, und auch auf eine ganz verschiedene und doch bestimmte Art an dem Baue der einzelnen Regionen desselben sich betheiligen. Die Idee des *Primordialcranium* und der aus häutigen Theilen entstehenden Belegknochen steht demnach, wenn auch nicht vollkommen in der Weise, wie sie Rathke und Jacobson zuerst für die Säugethiere aufgefasst haben, doch in den wichtigsten Momenten gerechtfertigt und bestätigt da, und es ist jetzt nur noch der Nachweis zu liefern, dass dieselbe nicht blos einseitig für eine einzige, sondern für alle Abtheilungen der Wirbelthiere Geltung hat, wobei ich mich jedoch dem Zwecke dieser Betrachtung zufolge ganz allgemein zu halten gedenke, und ein Eingehen in Einzelnheiten für einen andern Ort aufspare. Durchgehen wir zu dem Ende hin die übrigen Wirbelthierklassen, so finden wir Folgendes:

A. Vögel.

Ich habe besonders das Huhn, Rebhuhn und den Sperling untersucht und bei allen, in Bezug auf allgemeine Verhältnisse, dieselbe Verschiedenheit zwischen den Schädelknochen gefunden, wie beim Menschen. Der Primordialschädel ist am Hinterhaupte oben durch Knorpel geschlossen, in der Parietalgegend und in der hintern Frontalregion weit offen; weiter nach vorn setzt sich derselbe in eine knorpelige Augenhöhlenscheidewand fort und endigt mit einem knorpeligen Siebbein und der knorpeligen äussern Nase. Mit diesem knorpeligen, ganz zusammenhängenden Schädel ist durch Gelenk verbunden ein Quadratknorpel, der mit einem knorpeligen Unterkiefer (*Processus Meckelii*) articulirt. Als Belegknochen treten am Vogelschädel auf: die *Parietalia, Frontalia, Nasalia, Intermaxillaria, Lacrymalia, Maxillaria superiora, Zygomatica, Quadratojugalia, Squama Ossis temporum, Palatina, Pterygoidea,* das sogenannte *Corpus Ossis sphenoidei anterioris,* der *Vomer,* wo er da ist, und alle Stücke des Unterkiefers, mit Ausnahme des *Articulare,*

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

das, wie schon Dugès und Reichert gesehen haben, aus dem Meckel'schen Knorpel sich bildet; alle anderen Knochen gehen aus dem *Primordialcranium* hervor, sind knorpelig präformirt, und entstehen auf dieselbe Weise, wie die primären Schädelknochen der Menschen. Hervorzuheben ist am Vogelschädel besonders die Zusammensetzung des Unterkiefers aus einem primären und mehreren Belegknochen und die Verschmelzung des sogenannten Keilbeinkörpers aus zwei verschiedenartigen Knochen, dem hintern Keilbeinkörper, der dem des Menschen entspricht, und dem sogenannten vordern, einem Belegknochen.

B. Amphibien.

Die beschuppten Amphibien anbelangend, so wissen wir zwar durch Stannius (l. c. pag. 146) u. A., dass bei manchen derselben, namentlich bei Sauriern, bedeutende Ueberreste der primitiven Schädelkapsel sich erhalten, besitzen dagegen noch keine im Hinblick auf die durch Reichert erhobene Controverse gemachten Beobachtungen, indem auch in den so sehr ausgezeichneten Mittheilungen Rathke's über die Entwickelung der Natter die Frage, ob die Knochen des Schädels aus Knorpeln oder häutigen Elementen sich bilden, in den Hintergrund tritt. Es war mir daher sehr erwünscht, einen nur 6''' langen Schädel von *Chelonia mydas* untersuchen zu können, über den ich hier, eine genauere Beschreibung und Abbildung für eine andere Gelegenheit aufsparend, in Kürze Folgendes mittheile: Es war ein schönes, theilweise schon in Ossification begriffenes *Primordialcranium* vorhanden. Die Schädelbasis desselben erstreckte sich continuirlich vom *Condylus occipitalis* bis an das vorderste Ende des *Septum narium;* in dem hintern breitern Theile desselben befanden sich mitten im Knorpel zwei Ossificationspunkte, entsprechend dem Körper des Hinterhauptsbeines und demjenigen des hintern Keilbeines. Nach vorn ging diese breitere Partie in einen rundlichen, seitlich etwas comprimirten Stiel über, der in geradem Verlaufe und ohne eine Spur von Ossification bis zur Nasenspitze zog. Von diesem Knorpelstiele aus erhob sich vorn als unmittelbare Fortsetzung desselben das knorpelige *Septum narium*, das an seinem oberen Rande rechts und links in eine horizontale Platte auslief, die unter einem rechten Winkel nach abwärts sich krümmte und schliesslich nach innen gerollt eine geräumige Nasenkapsel bildete; hinter diesen Kapseln setzte sich der erwähnte Knorpelstiel in eine zweite Scheidewand nach oben fort, in die der Augenhöhlen, die mit den zwei hintern Drittheilen ihres obern Randes den schmalen, nach hinten etwas geneigten Boden des vordersten Theiles der Schädelhöhle bildete, und von da aus seitlich in zwei grössere, ziemlich hohe, knorpelige *Alae parvae* sich erhob. Diese gingen rückwärts in sehr niedrige knorpelige *Alae magnae* über, die dann mit den bedeutend entwickelten und weit vorspringenden Seitentheilen der Occipitalregion, den schon halb ossifizirten *Ossa petrosa*, *mastoidea* und *occipitalia lateralia* verbunden waren. Oben war der Primordialschädel nur durch häutige Theile geschlossen, mit Ausnahme der Occipitalgegend, wo die grosse, ebenfalls zum Theil ossifizirte Schuppe des Hinterhauptsbeines einen Verschluss bildete und abwärts mit den *occipitalia lateralia, mastoidea* und *petrosa*, sowie mit den kleinen *Alae magnae* durch Knorpel zusammenhing. Knorpelig waren ausser diesen Theilen noch das Gelenkstück des Unterkiefers *(Processus Meckelii)*, das sich zwischen den andern Theilen desselben nach vorn erstreckte und mit dem der andern Seite zusammenhing; ferner das *Quadratum* und die *Columella*, die letztern beiden jedoch schon halb ossifizirt. Alle anderen, noch nicht erwähnten Knochen gehörten dem *Primordialcranium* nicht an und waren, wo sie demselben äusserlich auflagen, durch *Perichondrium* von ihm geschieden; dieselben zeigten keine Spur von Knorpeln an

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

ihren Rändern und Flächen, dagegen deutliche Kennzeichen ihrer Bildung aus häutigen Theilen und sind demnach Deckknochen zu nennen. Unmittelbar auf knorpeligen oder knöchernen Theilen des *Primordialcranium* lagen: die *Ossa nasi* (*Frontalia anteriora* der Autoren)*), *Frontalia*, *Parietalia* (der lange, absteigende Fortsatz dieser Knochen lag aussen an der knorpeligen *Ala parva* [dem hintersten Theile derselben] und der *Ala magna*), der *Vomer*, die *Squamae Ossium temporum*, die *Quadrato-jugalia*, *Maxillaria superiora*, *Intermaxillaria*, *Palatina* und die knöchernen Unterkiefertheile, zwischen anderen Deckknochen fanden sich ohne Berührung mit dem Primordialschädel die *Zygomatica* und die sogenannten *Frontalia posteriora*, die ebenfalls nicht dem ebenso genannten Knochen der Fische, einem primären Knochen, entsprechen. Ob das *Pterygoideum* ein Deckknochen ist, konnte ich nicht ermitteln. Ein Körper des vordern Keilbeins, als Deckknochen, wie ihn die Schlangen und Vögel besitzen, fehlte durchaus. — Nach diesen Erfahrungen wird es nun wohl auch erlaubt sein, Rathke's Beobachtungen an der Natter im Sinne der Primordialschädeltheorie zu deuten, und alle Knochen dieses Thieres, die aus der Belegungsmasse der *Chorda* entspringen, dem Primordialschädel zuzurechnen, die anderen aber als Belegknochen zu betrachten. Demnach wären primäre Knochen bei den Schlangen: die Stücke des Hinterhauptsbeines, die *Alae magnae*, *Alae parvae*, der hintere Theil des *Sphenoidale basilare* = einem hintern Keilbeinkörper, das *Quadratum* und das Gelenkstück des Unterkiefers, Deckknochen: die *Ossa nasi*, Pflugscharbeine, *Frontalia anteriora* und *posteriora*, der fälschlich so genannte Körper des vordern Keilbeins, die *Intermaxillaria*, die *Maxillaria superiora*, *Palatina*, *Pterygoidea* (?), *Squamae Ossium temporum* (der Autoren) und die übrigen Unterkieferstücke; *Parietalia* und *Frontalia* würden gänzlich fehlen, denn wie schon Rathke angiebt, sind die Knochen, die mit diesem Namen bezeichnet werden, nichts als ungewöhnlich entwickelte *Alae magnae* und *Alae parvae*.

Von nackten Amphibien habe ich besonders den Frosch und Axolotl (ausgewachsene Thiere und Larven, deren die zootomische Sammlung viele besitzt) untersucht, und kann für beide mit Bestimmtheit die Existenz von Belegknochen aussprechen, die eine um so grössere Rolle spielen, da der Primordialschädel nur wenig verknöchert und mit vielen seiner Theile noch bei erwachsenen Thieren als Knorpel zu finden ist. (Siehe Taf. II. Fig. IV, V, VI.) Aus dem Primordialschädel in eben der Weise, wie oben geschildert wurde, hervorgehende Knochen sind nur folgende: die *Occipitalia lateralia*, *Petrosa*, *Alae parvae* (*os en ceinture Cuv.. ethmoideum Dugès*), die Nasenknöchelchen (*cornets Dugès*) der Frösche; die *Quadrata* sammt den *Columellae*. Aus häutigen Theilen entstehen: die *Parietalia*, *Frontalia*, *Nasalia*, *Intermaxillaria*, *Maxillaria superiora*, *Palatina*, die Pflugscharknochen (der Autoren) des Frosches, die ich als *Palatina anteriora* ansehe, die *Pterygoidea*, *Tympanica*, das *Sphenoidale basilare* und die einzelnen Stücke der *Maxilla inferior*. Im Knorpelzustande endlich verharren: das *Occipitale basilare* und *superius*, die *Alae magnae*, das *Ethmoideum*, die Nasengegend, und der Meckel'sche Knorpel, der das Unterkiefergelenk bildet.

C. Fische.

Bei dieser Klasse stellt sich die Frage etwas anders als bei den übrigen Klassen, indem hier weniger zu zeigen ist, dass am Schädel Deckknochen vorkommen, als nachzuweisen, dass diese Deckkno-

---

*) Die *Frontalia anteriora* des Fischschädels sind Theile des Primordialcranium und keine Deck-

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

chen keine Hautknochen sind. Zuerst ist zu fragen: ob alle Knochenfische in Bezug auf ihren Schädelbau sich so verhalten wie der Hecht, die Forelle, der Karpfen. Reichert hat diese Frage verneint und die Ansicht aufgestellt, dass mehrere Fische, wie die Gattungen *Anguilla, Diodon, Tetraodon* an ihrem Schädeldache keine Deckknochen besitzen, sondern gerade so sich verhalten, wie nach seiner Ansicht die höhern Wirbelthierklassen (l. c. pag. 214, 215, 217). Eine solche Behauptung muss schon *a priori* als sehr unwahrscheinlich vorkommen, wenn man bedenkt, wie gross die Aehnlichkeit der Schädeldecke der einen Fische mit der der andern ist, und kann für uns, die wir jetzt wissen, dass auch Scheitel-, Stirn-, Nasenbeine der höhern Wirbelthiere Deckknochen sind, noch viel weniger Geltung haben. Der Hauptgrund, den Reichert für seine Ansicht anführt, ist der, dass bei Aalen von 6″ Länge, bei ausgewachsenen *Diodon* und *Tetraodon* kein knorpeliges Schädeldach unter dem knöchernen vorhanden sei, wie beim Hecht. Kann aber dasselbe nicht geschwunden sein? Reichert selbst weiss ja, dass es auch da, wo es sich findet, lange nicht überall gleich auftritt, beim Karpfen, den *Cyprinen* schon bedeutend spärlicher als beim Hecht, ebenso bei den Forellen. Warum sollte dasselbe nicht auch ganz fehlen können, entweder ursprünglich oder in Folge späterer Resorption, wofür die nackten Amphibien, z. B. die Larven des Axolotl und höhere Wirbelthiere genug Belege darbieten? Uebrigens findet sich selbst bei einem *Diodon ign. spec.*, den ich eben von Hrn. Professor Kraus in Stuttgart erhielt, unter dem Stirnbein jederseits ein ziemlich starker Knorpelstreif, der gerade wie bei der Forelle vom *Frontale anterius* zum *posterius* zieht, was wenigstens für diese Gattung mit Bestimmtheit die Unrichtigkeit der Reichert'schen Annahme beweist. Und so wird es auch bei jungen Schädeln von Aalen sein. Dass bei den Fischen, wo die knorpelige Schädeldecke im Erwachsenen fehlt, die Knochen derselben durch wahre Nähte verbunden sind, ist auch kein Grund gegen ihre Deutung als Deckknochen, denn das findet sich überall, wo das *Primordialcranium* nicht persistirt und die Deckknochen daher sehr entwickelt sind (Säugethiere, Vögel, Schildkröten).

Somit würden meiner Ueberzeugung nach alle Knochenfische in Bezug auf die Entwickelung ihres Schädels im Wesentlichen sich ebenso verhalten, wie der Hecht, und es würde sich nur fragen, ob gewisse der Deckknochen dieser Fische Haut- oder Schleimhautknochen sind, wie Reichert meint, oder Belegknochen, entsprechend denen der höhern Wirbelthiere und als solche integrirende Theile des Schädels. Ich bin unbedingt für die letzte Ansicht und glaube, dass alle Knochen des Schädels der Knochenfische, die aus häutigen Theilen entstehen, mit Ausnahme der Schleimröhrenknochen, vollkommen den Belegknochen der Säugethiere, Vögel u. s. w. entsprechen. Die Beweise für diese Ansicht sind einfach folgende: 1) Die genannten Knochen haben ganz dieselbe Lage, dieselbe Entstehungsweise, dasselbe Verhältniss zum *Primordialcranium*, wie die gleichgenannten Knochen der höheren Thiere. 2) Keiner dieser Knochen liegt in der Haut, sondern alle unter derselben. Wenn sie auch in einigen Fällen sehr oberflächlich gelagert sind, so fehlt ihnen doch der Hautüberzug nicht (von nackt hervorragenden Stacheln, Dornen, Zacken ist natürlich hier ganz abzusehen); in den meisten Fällen haben sie aber eine ganz deutliche, oft sehr dicke Bedeckung von Haut, welche selbst, so z. B. bei den Gattungen *Brama, Sciaena, Chaetodon, Holacanthus, Diodon* und vielen anderen Schuppen und Stacheln enthält. Wer könnte in einem solchen Falle, wo ein Stirnbein, das ganz bestimmt Belegknochen ist, von einer, mit

---

knochen; die sogenannten *Frontalia anteriora* der Schildkröten aber Deckknochen, also, da sie den Nasenkapseln anliegen, Nasenbeine.

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

gewöhnlichen Schuppen versehenen Haut überzogen erscheint, noch daran denken, dasselbe für einen Hautknochen, für eine Art Schuppe des Schädels, wie sie die Störe allerdings besitzen, zu halten? 3) Die Aehnlichkeit der Scheitel-, Stirn- und Nasenbeine mit den Schleimröhrenknochen beweist nicht im Geringsten, dass dieselben Hautknochen sind, denn auch die Schleimröhrenknochen sind keine Hautknochen, liegen vielmehr unter der Haut*), und sind nicht blos am Rumpfe, sondern oft selbst auch am Schädel von wahren Schuppen bedeckt (*Chaetodon*, *Holacanthus*, *Sciaena*, *Lepidoleprus* u. s. w.); 4) endlich befindet sich das *Sphenoidale basilare* der Störe durchaus nicht in der Mundhöhlenschleimhaut, sondern nach aussen von derselben in inniger Verbindung mit der Schädelbasis, und kann daher nicht als Schleimhautknochen betrachtet werden. — Ich komme demnach zu demselben Ergebniss, das schon Müller, Agassiz, Owen u. A. vor mir ausgesprochen haben, dass die Schädeldachknochen der Fische keine Hautknochen sind, und es bleibt mir nur übrig, die Beleg- und Primordialknochen der Fische kurz aufzuzählen. Primäre Knochen sind: Die *Occipitalia lateralia*, *externa*, *superius* und *basilare*; die *Petrosa*, *Alae magnae* mit den *Frontalia posteriora*, *Alae parvae* mit den *Frontalia anteriora*, das *Ethmoideum*. *Palatinum*, *Transversum* (?), *Pterygoideum*, *Tympanicum* (?)**), *Quadratum*, *Symplecticum*, *Quadratojugale*, *Articulare Maxillae inferioris*. Belegknochen: die *Parietalia*, *Frontalia*, *Nasalia*, *Intermaxillaria*, *Maxillaria superiora*, der *Vomer*, das *Sphenoidale basilare* (auch beim Stör), die Theile der *Maxilla inferior* mit Ausnahme des *Articulare*, das *Praeopercolum* und die übrigen Opercularknochen. Die Schleimröhrenknochen sind vielleicht genetisch von den Belegknochen nicht sehr verschieden, aber auf jeden Fall, wie Stannius richtig annimmt, keine integrirenden Schädelknochen.

Das Resultat, das aus allen mitgetheilten Thatsachen sich ergiebt, ist nicht zweifelhaft, es ist das, dass bei allen Wirbelthieren die Schädelknochen in zwei Kategorien zerfallen, in primäre Knochen und in secundäre, Beleg- oder Deckknochen, von denen die ersteren aus dem knorpeligen *Primordialcranium* hervorgehen und knorpelig präformirt sind, die anderen von der Aussenseite desselben zwischen ihm und der Haut aus weichem Blastem entstehen. Die beiderlei Knochen sind integrirende, wesentliche Theile des knöchernen Schädels und es können selbst die Deckknochen weder ihrer Entstehung, noch ihrer Bedeu-

---

*) Siehe auch Stannius l. c. pag. 49.

**) Der Gaumenapparat der Knochenfische scheint ganz aus Knorpeln hervorzugehen, wenigstens finde ich das bei Karpfen und Forellen. Wenn dem so ist, so können seine Knochen nicht mit den Knochen des Gaumenapparates der Amphibien, Vögel und Säugethiere verglichen werden, die alle Deckknochen sind. Das Verhältniss wäre dann das: Bei den Knochenfischen hätte man eine, mit drei oder vier Stücken ossifizirte, obere Abtheilung des ersten Visceralbogens, während bei den höheren Thieren dieselbe entweder knorpelig bleibt und Deckknochen an ihrer Aussenseite erzeugt, die sogenannte *Pterygoidea* und *Palatina* (*Rana*, *Siredon*), oder niemals knorpelig wird und ganz durch Deckknochen repräsentirt ist (beschuppte Amphibien, Vögel, Säugethiere). Die Knorpelfische hätten in diesem Falle keine, den Gaumen- und Flügelbeinen der höhern Wirbelthiere entsprechenden Theile, sondern nur solche, die denen der übrigen Fische entsprechen; so wäre z. B. der Oberkiefer der *Plagiostomen* = einem Gaumenbeine der Knochenfische oder noch besser = der obern Abtheilung des ersten Visceralfortsatzes.

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

tung nach mit den bei vielen Thieren (Gürtelthiere, Saurier, Störe, *Diodon*, *Chaetodon* u. s. w.) in der Haut des Kopfes befindlichen festeren oder selbst knöchernen Bildungen (Schuppen, Stacheln, Platten u. s.w.) zusammengestellt werden, sowie sie auch von den Schleimröhrenknochen wohl zu unterscheiden sind. Diess in Kürze der Schluss, zu dem ich nicht blos für die Säugethiere, sondern für alle Vertebraten gelange. Die Einzelnheiten will ich nicht wiederholen, sondern verweise auf das oben für die Säugethiere Bemerkte, das auch auf die anderen Klassen Anwendung findet; dagegen möchte ich hier noch andeuten, von welchem Einflusse die gewonnene Einsicht auf die vergleichende Anatomie ist. Besonders zwei Punkte sind es, die durch dieselbe in einem neuen Lichte erscheinen, einmal die Stellung des Schädels gegenüber der Wirbelsäule und dann die vergleichende Anatomie des Schädels überhaupt. Das Erste anbelangend, so wird es jetzt Niemandem mehr einfallen können, den ganzen Schädel als nach dem Wirbeltypus gebaut anzusehen. Nur die Primordialknochen desselben, die wie die Wirbel aus Knorpel und noch früher aus der Belegungsmasse der *Chorda* entstehen, werden in eine solche Vergleichung gezogen werden können, nicht aber die Deckknochen, für die gar kein Analogon an der Wirbelsäule sich findet, und so stellt sich denn heraus, dass der knöcherne Schädel zwei, drei oder vier, zum Theil nur rudimentäre oder eigenthümlich modificirte Wirbel enthält, das Hinterhauptsbein, hintere und vordere Keilbein und Siebbein, und dass derselbe auch einige Knochen besitzt, die als modificirte Stücke der untern Bogen anzusehen sind, nämlich die Gehörknöchelchen, das *Articulare maxillae inferioris* und das Zungenbein, ferner als Schaltstücke das *Os petrosum* und *mastoideum*. Alle übrigen Knochen gehören nicht zum Wirbeltypus; dieselben können zwar den einzelnen Schädelwirbeln beigerechnet werden, wie die *Parietalia* dem hintern Keilbein, die *Frontalia* dem vordern, die *Ossa nasi* und der *Vomer* dem Siebbein, der Unterkiefer dem *Articulare maxillae inferioris* u. s. w., welche Vertheilung selbst keineswegs willkürlich ist, sondern einem bestimmten Gesetze folgt, allein damit ist denn gerade auch mit eine der Hauptabweichungen des Schädels vom *Typus* der Wirbelsäule ausgesprochen.

Allein nicht blos für diese Frage, sondern auch für die Vergleichung der Schädel der verschiedenen Klassen und Ordnungen untereinander ist das nachgewiesene Gesetz von der höchsten Bedeutung. Jeder, der sich mit vergleichender Osteologie abgegeben hat, weiss, wie schwierig es ist, die Schädelknochen verschiedener Thiere zu deuten, wenn man sich, wie es bisher fast allgemein geschah, nur an die ausgebildeten Knochen hält und dieselben nach Lage, Gestalt, Function und Verbindung betrachtet und bestimmt. Jetzt, wo auch die Entwickelung derselben wird zu Hülfe genommen werden können, gestaltet sich die Sache viel leichter. Jetzt wird vor Allem gefragt werden müssen, ob ein Knochen ein primärer oder ein Belegknochen ist, und aus oder auf welchen Theilen des *Primordialcranium* er sich entwickelt. So scheiden sich die Knochen des Schädels gleich in zwei Gruppen und wird die nachherige Anwendung der anderen Criterien leichter und folgenreicher. Indem ich dieses sage, setze ich nämlich voraus und nehme ich an, dass einander entsprechende Knochen auch dieselbe Entwickelung haben, oder specieller gesagt, dass ein und derselbe Knochen nicht bei dem einen Thiere aus dem *Primordialcranium*, bei einem andern an der Aussenseite desselben entstehen kann, und diess ist auch meiner Ueberzeugung nach zu rechtfertigen, indem die oben auseinandergesetzten Thatsachen lehren, dass die Gestalt des Primordialschädels und seine Beziehung zum knöchernen eine äusserst constante ist. Allerdings darf nicht übersehen werden, dass Deckknochen in Folge von geringer Entwickelung des Primordialschädels eine Lage und Bedeutung erhalten können, die sie gewissen Knochen desselben ähnlich macht. So ist z. B. das *Sphenoidale basilare* der

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

Fische den wahren Keilbeinkörpern der Säugethiere ähnlich, das sogenannte vordere Keilbein der Schlangen einem wahren vordern Keilbein, der Gelenkkopf des Unterkiefers der Säugethiere dem *Articulare* der Vögel, Amphibien und Fische; allein darum werden diese Deckknochen nicht den primären Knochen, die sie vertreten, analog. Wo es sich von der anatomischen Bedeutung eines Knochens und nicht von seiner Verrichtung handelt, bleibt immer die Genese das oberste *Criterium,* und daher können in der vergleichenden Osteologie nur primäre Knochen mit primären, Deckknochen mit Deckknochen verglichen werden. — Schliesslich will ich endlich noch bemerken, dass in Folge der neuesten Arbeiten über die Entwickelung des Schädels nun auch, wie selbst schon Dugès und neulich Rathke und J. Müller es ausgesprochen, auch das Verhältniss des Schädels der Knorpelfische zu dem der Knochenfische und höheren Thiere deutlich geworden ist. Es ist jetzt einleuchtend, dass die Schädel derselben zum Theil nur *Primordialcranien* auf verschiedenen Entwickelungsstufen *(Cyclostomen, Plagiostomen, Chimären)* zum Theil *Primordialcranien* im ersten Beginne der Ossification und der Belegung mit Deckknochen sind (Störe, *Lepidosiren).* Auch die Knochen dieser Fische dürfen nicht anders als nach dem erwähnten Principe gedeutet werden, z. B. der Unterkiefer der *Plagiostomen* nicht als Unterkiefer der Säugethiere, sondern als knorpelig bleibendes *Articulare* der niedern Wirbelthiere, derjenige der Störe als ein knorpeliges *Articulare* mit zwei Belegknochen, des *Sphenoidale basilare* der Störe und von *Lepidosiren* als Belegknochen, der Oberkiefer der *Plagiostomen* nicht als Oberkiefer der Knochenfische, sondern als *Palatinum* u. s. w.

Auf diesem Wege allein kann und muss die vergleichende Osteologie des Schädels zu einem sichern Ziele kommen. Zwar ist noch Vieles zu thun, noch sind viele einzelne Forschungen anzustellen, um bei jeder Abtheilung, jeder Gattung eine klare Einsicht in die ganze Entwickelung des Schädels zu gewinnen, allein die Hauptsache ist vor Allem das Princip zu kennen und nachzuweisen, und dieses ist, wie ich glaube, entgegen den Reichert'- und A. Bidder'schen Ansichten, dagegen in Uebereinstimmung mit Dugès Rathke, Jacobson, J. Müller und Stannius geschehen. Möge die Zukunft nun auch recht bald die einzelnen Daten zur richtigen Anwendung und Durchführung desselben bringen.

Nachtrag.

Während des Druckes meines Berichtes erhalte ich die oben citirte Abhandlung von A. Bidder *(De cranii conformatione* u. s. w. *Dorpat* 1847) und beeile mich, meinem vorliegenden Aufsatze noch Einiges hinzuzufügen. Ohne auf A. Bidders Bemerkungen über die Entwickelung des knorpeligen Schädels, die Bedeutung der Schädelbalken Rathke's u. s. w. einzugehen, sage ich mit Bezug auf die von mir speciell behandelte Frage nur soviel, dass ich auch nach genauem Durchlesen von A. Bidder's Argumenten, von denen übrigens Valentin schon die wichtigsten in seinem Berichte hervorgehoben hat, mich nicht bewogen sehe, irgend etwas an dem oben Bemerkten zu ändern. A. Bidder und Reichert und ich sind und bleiben diametral verschiedener Ansicht. Sie glauben, dass der knorpelige Schädel der höheren Wirbelthiere eine ganz geschlossene Kapsel bildet; ich bin der Meinung, dass derselbe sehr grosse Fontanellen hat; sie nehmen an, dass bei denselben die Knochen der Schädeldecke aus dem ursprünglichen Knorpel entstehen und durch Knorpel wachsen; ich leugne dieses mit aller nur möglichen Bestimmtheit; ich leugne namentlich, dass z. B. in die Bildung der Scheitelbeine je ein Atom von Knorpelsubstanz eingeht, und dass in den Fontanellen des knöchernen Schädels und in den *Suturen* zwischen den Deckknochen Knorpel vorkommen, behaupte vielmehr, dass, wo Knorpel an Deckknochen stossen, dieselben entweder

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

durch *Perichondrium* von ihnen getrennt sind und mit ihnen nichts zu schaffen haben (Knorpel unter den Nasenbeinen, unter den Scheitelbeinen der Säuger u. s. w.), oder einem ächten Knochen angehören, der im Begriffe steht, mit einem Deckknochen zu verwachsen (oberer und unterer Theil der Schuppe des Hinterhauptsbeines beim Menschen, hinterer und vorderer Keilbeinkörper bei den Vögeln u. s. w.). Obschon ich demnach den Deckknochen eine ganz andere histiologische Entstehungsweise, nämlich aus häutigen, weichen Theilen zuschreibe, als den ächten Knochen, so nehme ich doch, wie A. Bidder, an, dass dieselben sehr frühe entstehen und wahre Schädelknochen sind; auch widerstreitet es meiner Ansicht nicht im Geringsten, wenn die Weichtheile, aus denen dieselben sich bilden, schon in der ersten häutigen Schädelanlage vorhanden sind, wie A. Bidder behauptet.

Noch mache ich darauf aufmerksam, dass A. Bidder zugiebt, dass der vermeintliche Knorpel, aus dem die Deckknochen sich bilden, von dem der übrigen Theile differire. Den erstern beschreibt er als „*subalbida* und *mollior*“ (pag. 19, 21, 22), oder als *Cartilago membranacea* (pag. 20), den letztern als „*crassior*, *hyalina et pellucida*“ (pag. 19, 27); dieser ist schon von blossem Auge zu sehen, jener nur durch das Microscop nachzuweisen (pag. 18) und auch histiologisch verschieden (pag. 28). In Folge dieser Bemerkungen A. Bidder's drängt sich die Vermuthung auf, sein Irrthum in Betreff der Bildungsweise der Deckknochen beruhe weniger auf unrichtigen Beobachtungen, als auf falscher Deutung des Gesehenen, in welchem Glauben man nur bestärkt wird, wenn man seine Abbildung der *Cartilago subalbida* und *membranacea* in Fig. 17 vergleicht, die jungem Bindegewebe viel ähnlicher sieht als einem Knorpel, und auf pag. 26 liest, dass an den Stellen, wo der Knorpel membranös ist, selbst zur Zeit der beginnenden Ossification, die Wandungen der Schädelkapsel in mehrere, meist drei Lagen sich zerfällen lassen, die alle aus wahrer Knorpelsubstanz bestehen, woraus geschlossen wird, dass *Dura mater* und *Pericranium* um diese Zeit noch nicht gebildet sind (*Huc accedit, quod iis imprimis locis, quibus cartilago capsulae cerebri membranacea est, etiam postea, ossificatione jam incipiente, materia in plura plerumque tria strata disjungi possit, quae adhibito microscopio ex vera materia cartilaginea constare videmus. Itaque ne temere de his rebus dijudicetur, duram matrem et pericranium, qua notione postea sumantur, hoc quidem tempore nondum exstare, existimandum mihi videtur*). In einem solchen Falle wäre es doch gewiss einfacher gewesen zu schliessen, es sei gar kein Knorpel da und die ganze Schädelkapsel an diesen Stellen häutig.

Die Gesichtsknochen werden von A. Bidder nicht besprochen und die Verhältnisse des Fischschädels im Reichert'schen Sinne nur angedeutet, so dass in Bezug auf diese Punkte dem Obigen nichts beizufügen ist.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Arbeiten aus dem Zoologisch-Zootomischen Institut in Würzburg

Jahr/Year: 1849

Band/Volume: 2_alt

Autor(en)/Author(s): Kölliker Albert von

Artikel/Article: Allgemeine Betrachtungen über die Entstehung des knöchernen Schädels der Wirbelthiere 35-52