Die fossilen Wirbel.

Morphologische Studien.

Von

C. Hasse.

(*Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.*)

Mit Tafel XII—XIV.

Die Cestracionten.

Die Ueberschrift dieses Capitels möchte vielleicht mit Bezug auf die Repräsentanten dieser Familie in früheren Erdperioden grössere Hoffnungen erwecken, als ich zu erfüllen im Stande bin, allein sollte man sich auch einigermassen enttäuscht abwenden, so glaube ich doch, dass die ausgiebige morphologische Untersuchung unseres jetzt lebenden Cestracion Philippi so viel des Interessanten darbietet, dass man die sparsamen Angaben über fossile Cestracionwirbel entschuldigen wird.

Das freundschaftliche Entgegenkommen meiner Herren Collegen v. Kölliker, Günther und Hubrecht hat es mir ermöglicht nicht allein den Bau, sondern auch die Entwicklungsweise der Wirbel unseres so überaus wichtigen Cestracion Philippi zu ergründen und erlaube ich mir ihnen meinen verbindlichsten Dank um so mehr abzustatten, weil mir das von ihnen zur Disposition gestellte Material wie bei anderen, so auch bei diesen Untersuchungen so recht eindringlich die Nothwendigkeit gepredigt hat, denselben nach der entwicklungsgeschichtlichen Seite hin die thunlichste Ausdehnung zu geben.
Die Beobachtungen, welche ich sowohl an Cestracion, wie an einer

Anzahl anderer Familien anzustellen Gelegenheit hatte, haben mir gezeigt, dass nur die sorgfältigsten Studien auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiet zur vollen Klarheit über den verwandtschaftlichen Zusammenhang der ausgestorbenen und lebenden Formen und damit zur Aufstellung eines natürlichen Systems führen, und dass es durchaus unthunlich ist, einzig und allein auf Grund der Untersuchung erwachsener Thiere die Zugehörigkeit eines fossilen Wirbels zu dieser oder jener Familie zu behaupten. Die Untersuchungen werden freilich schon wegen der ungemeinen Schwierigkeit der Erlangung geeigneten Materiales precär und zeitraubend, allein ich glaube sie gewinnen an Sicherheit der Resultate, und das ist ein Preis, der sich wohl selbst des grössten Opfers lohnt. Ich gehe dabei immer von der Ueberzeugung aus, dass die Wirbelsäule und der eigentliche Schädel, das um die Chorda entwickelte Achsenskelet und dessen Entwicklungsgeschichte für die Stellung des Thieres sowohl, wie der Thierfamilien und Classen ausschlaggebend ist, ein Satz, der mir um deswillen richtig erscheint, weil es kaum ein Organ des Körpers gibt, welches innerhalb der einzelnen Classen und Familien so wenigen Schwankungen in der Betheiligung der wesentlichen Elemente ausgesetzt ist, wie gerade dieses und ich hoffe, dass es mir in späteren Abhandlungen vollauf gelingen wird, die folgenden entwicklungsgeschichtlichen und stammesgeschichtlichen Erläuterungen im Speciellen zu erweisen und ins Einzelnste zu erweitern. Für mich ist es eine unhaltbare Annahme, dass bei Thieren, die in dieselbe Familie und zu derselben Classe gehören, wesentliche Schwankungen in der ersten Entwicklung der Grundelemente des Achsenskeletes, speciell der Wirbelsäule vorkommen können.

So alt nun auch die Familie Cestracion ist, so sparsam sind, abgesehen von den Zähnen, die sicher deutbaren, fossilen Ueberreste derselben. Acrodus (Cestracion) falcifer, dessen Untersuchung mir von meinem verehrten Herrn Collegen Zittel in der liberalsten Weise gestattet wurde, bietet das einzige Beispiel eines erhaltenen Skeletes. Immerhin kann ich diesem Funde einige wenige andere anreihen, und ich will dieselben gleich an die Spitze stellen. Sie entstammen alle dem Münchener Museum und habe ich aus dem mir sonst aus verschiedenen Ländern zugeflossenen Materiale an fossilen Wirbeln keine weiteren Repräsentanten zu verzeichnen.

Oberer Jura.
(Solenhofen.)
Acrodus (Cestracion) falcifer.
(Moernsheim.)
Ein Stück Wirbelsäule mit den beiden Flossenstacheln eines Acrodus.

Mittlere Kreide.
(Jerusalem.)
Ein Wirbel.

Mir ist der Mangel fossiler Cestracionten aus jüngeren Perioden höchst auffallend gewesen, wie auch der Mangel an Zahnfunden aus späteren Perioden zu denken gibt, und es hat mir nahe gelegen zu vermuthen, dass möglicherweise nach der Kreideperiode eine allmälige Aenderung in der geographischen Verbreitung dieser Thiere stattgefunden hat. Der Bau der Wirbel erklärt nicht allein das Fehlen in jüngeren Perioden, und so erscheint es mir nicht unwahrscheinlich, dass in Zukunft unter den paläontologischen Funden aussereuropäischer und namentlich tropischer und subtropischer Länder zahlreich Cestracionten auftauchen werden. Möglich auch, dass in den mir bisher nicht zugänglich gewesenen Sammlungen Englands, Frankreichs, Russlands und der Länder des Mittelmeeres Cestracionwirbel nicht selten gefunden werden. Unter den deutschen, holländischen, belgischen, österreichischen und schweizerischen Fossilien gehören sie, wie ich mich überzeugt, und wie aus der Liste hervorgeht, zu den grössten Seltenheiten oder fehlen durchaus.

Die Wirbel von

Cestracion Philippi,

zu deren Beschreibung ich mich zunächst wende, bieten in ihrem makroskopischen Verhalten einige Verschiedenheiten, die auch anderen Haien zukommen mögen, die mir aber bei diesem Thiere ganz besonders aufgefallen sind.

Meinem Collegen v. Kölliker verdanke ich nämlich ein Stück des äussersten Schwanzendes und zeigten sich die Wirbel desselben (Taf. XII Fig. 1) gegenüber denen anderer Stellen des Körpers (Taf. XII Fig. 2) so vollständig verschieden, dass ich, wenn nicht der Name des Gebers die Sicherheit der Diagnose verbürgte, und dieselbe sich nicht auch durch die Untersuchung des Integumentes über allen Zweifel erhaben hin-

stellte, zum Glauben hätte gebracht werden können, es handle sich um ein ganz anderes Thier. Die Wirbel (Taf. XII Fig. 1) waren doppelt so lang als sie es am Rumpfe und an der Schwanzwurzel (Taf. XII Fig. 2) zu sein pflegen. Immerhin sind auch dort Längendifferenzen bemerkbar. Einmal will es mir scheinen, als wenn bei demselben Individuum gegen das Schwanzende hin überhaupt die Länge der Wirbel zunimmt, wie aus dem Stück einer Cestracionwirbelsäule, welches ich der Güte meines Collegen Hubrecht in Leiden verdanke, hervorging und dann glaube ich, dass die Höhe der Wirbel auf Kosten der Länge mit dem Alter wächst, wie ich aus den Beobachtungen, die ich an älteren Cestracionwirbeln, welche Dr. Günther mir zu senden die Güte hatte, anstellte, abnahm. Es stimmt das auch mit dem Bau des Wirbels überein, der an den Seitenflächen früher und ausgiebiger verkalkt (Taf. XII Fig. 8) und dort somit eher seine Wachsthumsgrenze erreicht, als das oben und unten, im Bereiche des Spinal- und Hämalcanales der Fall ist. Das gilt zum Mindesten für die Wirbel aus der Basis des Schwanzes.

Die hinteren Schwanzwirbel ähneln, und das scheint mir nicht ganz uninteressant und unwichtig, in ihrer Gestalt (Taf. XII Fig. 1) am meisten denen von Mustelus. Sie sind lang und entsprechend den Ansätzen der Neur- und Hämapophysen in der Mitte stundenglasförmig eingezogen, mit leicht aufgeworfenen vorderen und hinteren Rändern, während sie dagegen an der Basis des Schwanzes (Taf. XII Fig. 2) bei älteren Exemplaren immer mehr an Höhe zunehmen und bei der Betrachtung von der Seite fast ein quadratisches Aussehen annehmen. Einer Zeichnung nach zu urtheilen, die mein verehrter College Hubrecht auf meine Bitte den ausgewachsenen Exemplaren des leidener Museum entnahm, erscheint der Höhendurchmesser der Schwanzwirbel so bedeutend, dass dieselben seitlich betrachtet die Form eines stehenden Rechtecks darbieten. An den vorderen Schwanzwirbeln der von mir untersuchten Thiere fehlen die aufgeworfenen, vorderen und hinteren Ränder vollständig und statt der mittleren Einziehung findet sich sogar eine leichte Vorwölbung (Taf. XII Fig. 2), während nach einer Mittheilung Hubrecht's, die ich vor kurzem durch eigene Anschauung zu bestätigen Gelegenheit hatte, erstere wieder den erwachsenen Exemplaren zukommen. Auch die letztere fehlt nicht. Der Grund der Verschiedenheit liegt aber darin, dass es sich bei den Skeleten in Leiden um trocken aufbewahrte Exemplare handelt, bei denen alle knorpligen Partien einsinken. Die bei jüngeren Thieren noch deutlich nachweisbare Grenze der oberen und unteren Bogenbasen

schwindet bei älteren immer mehr (Taf. XII Fig. 2). Die Wirbel schliessen ziemlich dicht auf einander (Taf. XII Fig. 1, 2), so dass das Intervertebralgewebe, namentlich an den Rändern, verhältnissmässig wenig entwickelt erscheint. Die Körper der von mir untersuchten, basalen Schwanzwirbel zeigten, wie früher bereits angedeutet, auf den Seitenflächen Kalkablagerungen, die jedoch selbst bei älteren Exemplaren (Taf. XII Fig. 2) durchaus nicht so dick waren, dass nicht die centralen Theile des Wirbelkörpers undeutlich durchschimmerten. Bei vollständig Erwachsenen scheint allerdings die Oberflächenverkalkung so beträchtlich zu sein, dass von einem Durchschimmern tiefer gelegener Theile nicht mehr die Rede ist. Die hinteren Schwanzwirbel bieten bei der Betrachtung von der Seite durchaus nichts Bemerkenswerthes dar.

Das Bild der aus der Tiefe hervorschimmernden Theile (Taf. XII Fig. 2) ist ein so characteristisches und bietet so viele Aehnlichkeit mit dem, was ich in folgenden Abschnitten von Cheiloscyllium, Crossorhinus und Ginglymostoma schildern werde und erscheint ferner mit Bezug auf die Beurtheilung fossiler Wirbel so bemerkenswerth, dass ich nicht versäumen möchte dasselbe gleich anfangs zu schildern. Es machen sich zwei weisse, in der Mitte schmälere und an den Enden vorn und hinten verbreiterte Leisten geltend, welche in gleicher Entfernung von den Basen der oberen und unteren Wirbelbogen, der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend ein dunkleres, ovales Feld zwischen sich fassen, während sie oben und unten ein halbmondförmiges Feld begrenzen (Taf. XII Fig. 2*a*), dessen Grenze an den Bogenbasen, namentlich an jüngeren Wirbeln durch eine undeutlicher durchschimmernde, also tiefer gelegene weisse Kante gebildet wird.

Die allgemeine Form der Wirbelkörper tritt besonders bei der Betrachtung der Wirbelhöhlung (Taf. XII Fig. 3) deutlich zu Tage. Am hintersten Schwanzende vollkommen rund, erscheinen sie an der Schwanzbasis, namentlich älterer Thiere, oval, mit grösserem Breiten- und geringerem Höhendurchmesser. Die Chorda ragt stets aus der Mitte der Wirbelhöhlung zapfenartig vor (Taf. XII Fig. 3 *b*), ein Beweis für die grössere Derbheit und Resistenz des Gewebes derselben an dieser Stelle. Im Uebrigen zeigen sich mehr oder minder deutlich concentrische Ringe. Die Peripherie der Höhlung bietet wie bei Squatina ein schmales, abgeplattetes Feld für den Ansatz der zwischen den Wirbeln gegen die Mitte vorspringenden Intervertebralgewebe (Taf. XII Fig. 3*a*).

Die oberen und unteren Bogen erheben sich continuirlich aus dem

Wirbelkörper und nur dann, wenn, wie bei jüngeren Exemplaren, die tiefer gelegenen Theile des Wirbels durchschimmern, lassen sich die Grenzen der Basen derselben und des Wirbelkörpers erkennen. Die Verkalkung an der Oberfläche der Basen (Taf. XII Fig. 8 *c*) hält gleichen Schritt mit der der Wirbelkörperfläche. An den hinteren Schwanzwirbeln erscheinen die Neurapophysen (Taf. XII Fig. 1 *c*) trapezförmig, mit über die ganze Länge des Wirbelkörpers sich ausdehnender Basis. Zwischen ihnen befinden sich mit der Spitze abwärts gekehrte, dreieckige Schaltstücke. Ueber beiden erheben sich die übergebogenen Stützknorpel der Schwanzflosse (Taf. XII Fig. 1 *a*). Der untere Nervencanal durchbricht excentrisch die Neurapophyse, während das Schaltstück mehr central von dem oberen durchbrochen wird. An den vorderen Schwanzwirbeln erscheinen die Neurapophysen (Taf. XII Fig. 2*d*) schmäler und oberhalb der breit aufsitzenden Basis stark eingeschnürt und an den Enden kolbenförmig abgerundet. Die zwischengeschobenen Schaltstücke sind je nach der Breite der oberen Bogen schmälere oder breitere, mit der Spitze abwärts gekehrte Ellipsen (Taf. XII Fig. 2 *e*). Die Nervencanäle durchsetzen hier meistens die verbindenden Bindegewebsmassen.

Die unteren Bogen der hinteren Schwanzwirbel (Taf. XII Fig. 1 *d*) sind durch breitere, mit Bindegewebsmassen erfüllte Zwischenräume getrennt. Es sind vierseitige, in der Mittellinie zusammenschliessende und etwas nach hinten gerichtete Platten, die sich wie die oberen mit ihren Basen über die ganze Länge der Unterfläche des Wirbelkörpers erstrecken. Dasselbe ist auch mit denen der vorderen Schwanzwirbel (Taf. XII Fig. 2) der Fall, jedoch sind dieselben wahrscheinlich mittelst spinae haemales in der ventralen Mittellinie geschlossen. Es sind dreieckige an der Basis und Spitze eingeschnürte, einwärts gekrümmte, niedrige Platten, zwischen deren Basen, den Intervertebralräumen entsprechend, kleine, elliptische Schaltstückchen (Taf. XII Fig. 2 *f*) eingelagert sind, welche ihre Spitze nach oben kehren.

Was den inneren Bau der Wirbel anbetrifft, so hat bereits Köl-liker[1]) in seiner bekannten Abhandlung das Wesentliche, mit blossem Auge Sichtbare richtig hervorgehoben. Leider fehlen entsprechende Abbildungen. Auf einem Frontalschnitt durch die Mitte des Wirbels (Taf. XII Fig. 4) zeigt sich eine achtstrahlige Sternfigur, deren Achse durch den centralen Doppelkegel gebildet wird, welcher wie bei

[1]) Abhandlungen der Senkenberg'schen naturforschenden Gesellschaft. Bd. V. 1864—65.

den anderen Haifamilien und wie die Strahlen des Sternes aus verkalktem Knorpel besteht. Bei den von mir untersuchten, vorderen Schwanzwirbeln erreichte kein Kalkstrahl die Oberfläche des Wirbelkörpers und an den hinteren Schwanzwirbeln waren dieselben mit blossem Auge gesehen überhaupt nicht ausgebildet, so dass also diese Wirbel, und das bedingt ihren ungemeinen morphologischen Werth, auf einer niederen Entwicklungsstufe standen. Auch bei den von Hubrecht auf meine Veranlassung bereitwilligst untersuchten Wirbeln erwachsener Thiere erreichten die Strahlen die Oberfläche nicht. Dabei wurde gleichzeitig von ihm bemerkt, dass von den angegebenen acht Strahlen nur sechs vorhanden waren, von denen dann einer regelmässig abgebrochen schien. Weitere Untersuchungen seinerseits haben aber die Regelmässigkeit der acht Strahlen für die Rumpfwirbel Erwachsener bestätigt, dagegen erscheint ihm brieflicher Mittheilung zufolge an den Schwanzwirbeln diese Regel zweifelhaft. Da ich nun durch seine Güte selbst in den Stand gesetzt bin den Sachverhalt zu prüfen, so hat mir eine nähere Untersuchung ergeben, dass wenn auch zwei ventrale Strahlen kurz am Doppelkegel abgebrochen erscheinen, Spuren derselben sich dennoch an den trockenen leidener Exemplaren finden, so dass die acht Strahlen für alle Körperregionen typisch sind. Die Anordnung der Strahlen, sowie ihre verschiedene Stärke ist eine ganz bemerkenswerthe. Sie sind nicht in regelmässigen Abständen um den centralen Doppelkegel angeordnet (Taf. XII Fig. 4), sondern erscheinen in eine obere und untere Gruppe getheilt. Die seitlichen Strahlen sind weiter von einander, als von den oberen resp. unteren entfernt (Taf. XII Fig. 4, 8), ferner sind erstere nicht unerheblich stärker, als letztere und darauf beruht das Brechen namentlich der beiden ventralen Strahlen beim Durchschneiden trockener Wirbel. Die seitlichen Strahlen erscheinen besonders bei älteren Individuen (Taf. XII Fig. 4 *a*) an dem keulenförmig verdickten Ende durch eine seichte Einbiegung gablig getheilt. Ferner sind sie immer so angeordnet, dass sie den Rändern der Basen der oberen und unteren Bogen entsprechen, diese also gleichsam zwischen sich fassen.

Den feineren Bau der Wirbel habe ich in der gewöhnlichen Weise mittelst Quer- und Längsschnitten untersucht. Kölliker[1]) hebt hervor, dass dieselben im Wesentlichen dem Typus derer von Heptanchus folgen. »Der Wirbelkörper besteht nach ihm aus einem

[1]) l. c.

hohlen Doppelkegel, der innen Faserknochen, aussen Knorpelknochen zeigt und an seiner äusseren Seite acht niedrige Kanten trägt. An der Querseite des Doppelkegels liegt im Centrum des Wirbels echter hyaliner Knorpel, der die eigentliche Chorda bis auf eine unkenntliche Spur verdrängt und ebenso wird die Aussenseite des knöchernen Wirbels von hyalinem Knorpel umgeben, der sich dann unmittelbar in den der Bogen fortzusetzen scheint. Die sehr deutlichen Reste der elastica externa der Chordascheide zeigen jedoch bestimmt an, dass das Meiste dieses Knorpels der ursprünglichen Chorda angehört. Von diesen Resten der elastica externa bemerkt er, dass dieselben wie bei allen anderen Selachiern, wo sie noch kenntlich sind, nicht einfach in einer Kreislinie angeordnet sich zeigen, vielmehr eher eine Art rautenförmiger Figur begrenzen, indem sie oben und unten, rechts und links wie flügel- oder warzenförmig vortreten, in welchen Gegenden die innen an dieselben angrenzenden Theile der Chordascheide auch häufig ganz homogen erscheinen. Die Bogen vereinen sich auf das Genaueste mit dem chordalen Wirbelkörper, lassen denselben jedoch seitlich, da wo die elastica vorspringt, unbedeckt. Eine leichte Knorpelverkalkung, die seitlich an jedem Wirbelkörper ihre Lage hat, liegt zum Theil oberflächlich in dem von den Bogen abstammenden Knorpel, zum Theil innen in dem vortretenden Theile der elastica externa und gehört somit dem chordalen Wirbelkörper an, doch ist die letztere Verkalkung schwach und ziemlich im Niveau mit der den Bogentheilen angehörenden.«

Dieser Schilderung Kölliker's kann ich mich, soweit es sich nicht um die feineren Einzelheiten handelt, im grossen Ganzen anschliessen. Die Rückensaite ist im Centrum des Wirbels allerdings ganz ausserordentlich eingeschnürt (Taf. XII Fig. 4) jedoch immer noch deutlich nachweisbar. Damit mag wohl eine Texturänderung zusammenhängen, die namentlich bei der Untersuchung der hinteren Schwanzwirbel deutlich zu Tage tritt, dagegen bei den vorderen Wirbeln weniger in die Augen springt. Die Chordazellen sind im Centrum zu dicht gedrängten Faserzellen ausgewachsen, die sich als ein Strang, wenn auch etwas aufgelockert, durch die Mitte des Intervertebralraumes hindurchziehen (Taf. XII Fig. 5 *a*). Erst allmälig verliert sich derselbe peripher in das grosse Zellgewebe, welches schon so oft beschrieben worden ist. Es ist auf diese Weise erklärlich, dass sich die Chorda am längsten im Centrum des Wirbelkörpers erhält und dort als ein kleiner Zapfen (Taf. XII Fig. 3 *b*) selbst dann hervorragt, wenn in der Höhlung des Wirbels keine Spur des Chordagewebes mehr

zu erkennen ist. Das Bild der sternförmigen Einschnürung der Chorda (Taf. XII Fig. 7) im Centrum des Wirbels habe auch ich gefunden, allein es ist daran, wie wir alsbald sehen werden, die Rückensaite weniger, als die centrale Schicht des Wirbelkörpers betheiligt.

Die elastica interna ist nur in der Wirbelhöhlung, nicht dagegen im Centrum vorhanden und scheint hier schon zu einer sehr frühen Periode zu verschwinden, da ich selbst an den wenig entwickelten, hinteren Schwanzwirbeln keine Spur derselben mehr nachweisen konnte. Das bei den übrigen Haien so deutlich sich zeigende Chordaepithel vermochte ich nicht zu entdecken. Entweder fehlt dasselbe, was ich nicht glaube, oder es fällt ausserordentlich leicht ab. Wo die elastica vorhanden ist, stellt sie eine ziemlich starke Basalmembran dar (Taf. XII Fig. 5), die stärker erscheint als bei Squatina und an einzelnen Stellen sogar eine Schichtung erkennen lässt. Es will mir scheinen, als sei sie am Rande der Wirbelhöhlung, im Bereiche der Zwischenwirbelgewebe stärker, als in der Tiefe. Die elastica verliert sich, wie Quer- und Längsschnitte zeigen, im Wirbelcentrum ganz allmälig in der gleich zu beschreibenden, die Chorda einschnürenden Faserknorpelmasse. Sie ist durch die Wucherung der Wirbelkörperelemente an dieser Stelle durchbrochen und durch die Verbindung derselben mit den Faserelementen der Chorda umwachsen.

Die der elastica interna folgende Lage ist wie bei Squatina und anderen Haien eine Knorpelschicht (Taf. XII Fig. 5 *b*), die den centralen Doppelkegel innen bedeckt. Die Structur derselben ist mir um deswillen interessant gewesen, als dadurch wieder einmal der Beweis geliefert werden kann, dass Cestracion einer derjenigen Haie ist, welche der Stammform näher stehen, als die meisten der übrigen jetzt lebenden. Das ist ja auch seit Langem auf Grund der Untersuchungen an anderen Körpertheilen und Organen und der paläontologischen Funde an Zähnen mit Recht behauptet. Es zeigt sich dabei, dass die Wirbelsäule der Haie von Wirbelsäulen abzuleiten ist, die wie bei den Notidaniden echten Hyalinknorpel entweder gar nicht, oder nur höchst sparsam besassen, dagegen als wesentlichen Bestandtheil Bindegewebsknorpel resp. Bindegewebe, also die histologisch niederen Gewebsformen zeigten.

Die Hauptmasse der Schicht ist Faserknorpel und nur im Centrum des Wirbels befindet sich eine Anhäufung hyalinen Knorpels (Taf. XII Fig. 5 *b*,, der an der Peripherie allmälig in Bindegewebsknorpel

übergeht. Der Uebergang dieser centralen Schicht in die auf niederer Entwicklungstufe stehen gebliebenen faserigen Bindegewebsmassen des Intervertebralraumes ist auch ein ganz allmäliger. Die Fasern des Zwischenwirbelgewebes, deren zahlreiche, dicht gedrängte Zellen bedeutend mehr Protoplasma als die gewöhnlichen Bindegewebszellen besitzen und daher grösser und rundlicher erscheinen, strahlen von der Oberfläche gegen das Centrum hin radienartig (Taf. XII Fig. 5 *c*) in die centrale Schicht des Wirbelkörpers ein und verlieren sich in demselben Maasse, als die Zellen, die ihre rundliche Form verlieren und spindelförmig mit langen, das Licht stark brechenden Ausläufern werden, hyaline Zwischensubstanz um sich herum absondern und das Gewebe zu einem hyalinen Knorpel mit Spindelzellen umwandeln, dem dann im Centrum der gewöhnliche Hyalinknorpel mit mehr runden Knorpelzellen folgt. Dennoch sehe ich auch hier (Taf. XII Fig. 9 *b*, Taf. XIII Fig. 10 *c*) immer noch zwischen den gewöhnlichen Knorpelzellen, wenn auch sparsam, spindelförmige, mit längeren, stark lichtbrechenden und in die hyaline Intercellularsubstanz hineinragenden Fortsätzen versehene Zellen gelagert.

Aus allen dem schliesse ich, da das Zwischenwirbelgewebe bei der Differenzirung der Wirbelsäule zu einzelnen Wirbeln jedenfalls dem primären Gewebe histiogenetisch am nächsten steht und somit morphologisch auf einer niederen Stufe stehen bleibt, dass der Hyalinknorpel sich secundär gebildet hat und dass der Faserknorpel nicht durch nachträgliche Zerklüftung der hyalinen Intercellularsubstanz entstanden ist. Die Ausstrahlung des Zwischenwirbelgewebes gegen das Wirbelcentrum findet namentlich innen, längs der elastica interna statt, so dass also der Hyalinknorpel vorzugsweise an den centralen Doppelkegel angesetzt ist, in desto grösserer Ausdehnung, je mehr man sich der Mitte des Wirbels nähert. Darin liegt für mich die Erklärung für die eigenthümliche Umwandlung, die die hyaline Knorpelmasse im Wirbelcentrum durchmacht. Dadurch, dass sich unmittelbar an der elastica der Rückensaite die bindegewebige Grundlage des Wirbels länger erhält, als an der Peripherie gegen den centralen Doppelkegel hin, wo sie ja dem Hyalinknorpel Platz macht, in den jedoch ihre Elemente immer noch reichlich hineindringen, ist das Hineindringen der Ernährungsflüssigkeit mittelst der im Bindegewebe vorhandenen offenen Saftbahnen in die der elastica interna näheren Elemente des hyalinen Knorpels leichter möglich, als zu den dem Doppelkegel näher gelegenen, welche nach meiner Ueberzeugung wie der echte Hyalinknorpel über-

haupt nur auf dem Wege einer die Knorpelkapseln verbindenden, imbibitionsfähigen Kittsubstanz ernährt werden. Somit kann es nicht überraschen, wenn wir sehen, dass die Zellen des Hyalinknorpels, die meistens einzeln liegen, sich in der Nähe der elastica durch einen lebhaften Theilungsprocess vermehren. Dadurch werden Hand in Hand mit einer Erweichung der Zwischensubstanz, wie bei der Ossification, die Knorpelhöhlen eröffnet, die Intercellularsubstanz wird theilweise aufgelöst, die elastica durchbrochen und so gewinnt der Hyalinknorpel das ausgefranste Ansehen (Taf. XII Fig. 9 *a*), welches die Sternfigur bedingt. Die freigewordenen Zellen sind selbstverständlich an den Enden der Fransen am zahlreichsten (Taf. XII Fig. 9, Taf. XIII Fig. 10). Sie sind klein, spindelförmig und mittelst Fortsätze mit den centralen Fasern der Chorda verbunden. Vielleicht betheiligt sich auch das Chordaepithel durch Theilung an dieser Vermehrung.

Eine eigenthümliche Thatsache ist ferner die, dass die Fortsätze der Zellen des bindegewebigen Antheils der Schicht desto länger und stärker lichtbrechend werden, je mehr Hyalinknorpel zwischen ihnen auftritt und dass sie ganz den optischen Character elastischer Fasern annehmen. Ich werde versuchen bei der späteren Schilderung eine Erklärung dieser Erscheinung zu geben, die mir gerade nicht als eine unberechtigte erscheint. Mag dieselbe sich nun in Zukunft als richtig erweisen oder nicht, so glaube ich doch, dass, will man sich ein klares Bild von der Ernährungsweise des Knorpels machen, man mehr als bisher den Knorpel der Plagiostomen ins Auge fassen und den Weg der vergleichenden Histologie und Entwicklungsgeschichte einschlagen muss.

Ich wende mich jetzt zur Schilderung des centralen Doppelkegels, welcher auf dem Längsschnitt (Taf. XII Fig. 5 *e*) flacher und somit mit weiterer, centraler Höhlung als bei Squatina erscheint, sonst aber im grossen Ganzen eine Gestalt wie bei diesen Thieren zeigt. An der Stelle, wo die stark entwickelte, centrale Knorpelschicht die Chorda einschnürt, erscheint namentlich an den vorderen Schwanzwirbeln eine leichte Abflachung, die ähnlich wie bei Squatina, nur nicht so stark ausgeprägt und wenig eingezogen erscheint, so dass die Ränder nur schwach vorspringen. Gegen den Wirbelrand hin erscheint der Doppelkegel auf dem Längsschnitt (Taf. XII Fig. 5) ebenfalls keulenförmig verdickt, mit einer dem Intervertebralraum zugekehrten Abflachung, die das bereits beschriebene Feld am Rande der

Wirbelhöhlung bildet. Wie Kölliker[1] bereits hervorgehoben besteht derselbe aus zwei Lagen und zwar einer inneren, verkalkten Spindelknorpellage (Taf. XII Fig. 9 *c*), die aussen einer verkalkten Schicht gewöhnlichen hyalinen Knorpels (Taf. XII Fig 9 *d*) Platz macht. Eine weitläufige Beschreibung möchte nicht nöthig sein, weil ähnliche Gewebsformen bereits ausführlich in dem Capitel über Squatina beschrieben wurden. Die verkalkte Intercellularsubstanz der inneren Lage, welche gegen die Wirbelränder hin am stärksten erscheint, bildet abgeplattete, spindelförmige Maschen, in denen die ebenfalls abgeplatteten Knorpelzellen liegen. Sie finden sich in concentrischen Lagen um das Wirbelcentrum geordnet. Bemerken möchte ich hierbei gleichzeitig, dass diese Schicht nach der Entkalkung mittelst Picrinsäure und darauf folgender Färbung mit Carminammoniak Färbungsunterschiede zeigt, die vielleicht auf ein differentes Imbibitionsvermögen während des Lebens zurückzuführen sein möchten. Die centralen Lagen der verkalkten Intercellularsubstanz färbten sich stets schön roth, während die peripheren kaum einen röthlichen Schimmer zeigten. Die zweite, oberflächliche Schicht des centralen Doppelkegels, die ebenfalls nach der Entkalkung leicht von der Carminflüssigkeit durchtränkt wird und dem entsprechend auf der Zeichnung (Taf. XII Fig. 4 *d*) dunkler erscheint, zeigt in der verkalkten Grundsubstanz rundliche oder polygonale Knorpelhöhlen, in denen die Knorpelzellen, welche die gewöhnliche Gestalt besitzen, selten einzeln, dagegen meistens in Gruppen zusammen liegen.

Als letzte Schicht des eigentlichen oder chordalen Wirbelkörpers, der durch die Masse der elastica externa von der mit den Wirbelfortsätzen zusammenhängenden, skeletogenen Schicht getrennt ist, folgt Knorpel, in dessen Innerem, im Anschluss an den centralen Doppelkegel die Kalkstrahlen sich differenziren, welche den Wirbeln von Cestracion auf dem Querschnitt ein so bezeichnendes Aussehen verleihen. Sie ist dadurch ausgezeichnet, dass die Knorpelzellen, wie an den Gelenkenden der Röhrenknochen, säulenartig aufgereiht sind (Taf. XII Fig. 9 *h*) und zwar sind diese Reihen radienartig gegen den centralen Doppelkegel hin gerichtet. Eine Faserung, wie ich sie alsbald aus der skeletogenen Schicht beschreiben werde, ist im Inneren dieser Lage nicht vorhanden, höchstens dringt sie an der Peripherie sparsam von der elastica externa her ein.

[1] l. c.

Von hervorragender Bedeutung in morphologischer sowohl, wie stammesgeschichtlicher Beziehung erscheinen die acht Kalkstrahlen, die sich, wie bereits erwähnt, in dieser Schicht entwickeln und werde ich in dem Abschnitt über die Scyllien, Lamnae etc. noch oft Gelegenheit haben darauf zurück zu kommen. Dieselben sind stets im Zusammenhange mit dem centralen Doppelkegel und haben im Gegensatze zu ähnlichen Bildungen bei anderen Familien, namentlich Scyllium, nichts mit der Peripherie des Wirbelkörpers, sei es des chordalen Wirbelcentrums, sei es der skeletogenen Schicht, zu thun. Eine andere Frage ist dann freilich, sind diese Strahlen einfach als Auswüchse des centralen Doppelkegels in die hyaline Knorpelschicht hinein anzusehen oder erscheinen sie diesem gegenüber in einer gewissen Selbständigkeit und sind dieselben nur in directem Anschluss an die Peripherie, demselben apponirt, entstanden. Ich gestehe, dass ich mich am meisten der letzten Alternative zuneige. Dafür spricht vor allem der Umstand, den ich den in der Entwicklung gerade dieser Theile noch wenig vorgeschrittenen hintersten Schwanzwirbeln entnehme, dass sich hier sowohl, wie an den vorderen, weiter entwickelten, eine über die ganze Fläche des Doppelkegels ausgebreitete dünne Verkalkungsschicht (Taf. XII Fig. 9 *e*) befindet, die einen anderen Character trägt. Die concentrische Anordnung der beiden Lagen des Doppelkegels um die Chorda ist in derselben nicht mehr nachweisbar und sie imbibirt sich nach der Entkalkung nur schwach mit Carmin. Erstere Erscheinung ist am augenfälligsten, denn selbst die periphere Lage des Doppelkegels, deren Knorpelhöhlen viel rundlicher sind, als im Centrum, zeigt die Knorpelzellen niemals über einander, sondern stets neben einander gereiht, während ersteres gerade bei dieser Schicht der Fall ist. Die Zellen sind also wie in der übrigen hyalinen Korpellage radiär (Taf. XII Fig. 9, 10) angeordnet, nur die Verkalkung der Intercellularsubstanz ist in dünner Schicht rings um den centralen Doppelkegel vor sich gegangen. Freilich müssten hier zur Erledigung der Frage ausgedehntere, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, als ich vermochte, angestellt werden. Mag aber die Entscheidung fallen, wie sie wolle, so ändert das Nichts an der stammesgeschichtlich wichtigen Thatsache des centralen Auftretens dieser Lage und der damit genetisch zusammenhängenden Strahlen. Allerdings würde, wenn die Frage in meinem Sinne, zu Gunsten der Selbständigkeit, entschieden würde, damit, wie ich glaube, und wie ich später ausführlich zu erörtern Gelegenheit haben werde, ein gewisses Licht auf den verwandtschaftlichen Zusammen-

hang, namentlich der Pristiophoridae mit den Cestracionten, geworfen werden.

Die von dieser Ringschicht ausgehenden Strahlen, deren allgemeine Formverhältnisse und Grössenunterschiede ich bereits beschrieben habe, zeigen als Ausdruck ihres Wachsthums eine deutliche Schichtung (Taf. XII Fig. 8, 9). Das zeigt sich ganz besonders schön nach der Entkalkung an mit Carmin inbibirten Präparaten. Schmale, dunkelroth gefärbte Zonen wechseln mit breiteren, hellen ab. Im grossen Ganzen genommen ist die radiäre Anordnung der Zellen in der verkalkten Grundsubstanz beibehalten, allein in den dunkler gefärbten Zonen erscheinen auch neben einander gereihte Gruppen. Dadurch ist es bedingt, dass die verkalkte Grundsubstanz nicht aus radiären Strahlen mit kurzen, queren Verbindungszweigen besteht, sondern dass sich über einander gethürmte Verkalkungsterritorien geltend machen, und es somit erklärlich erscheinen lassen, dass die Strahlen des Sternes immer in der Querrichtung brechen. Da ferner innerhalb der hellen Zonen die säulenartig aufgereihten Zellen nicht einzeln liegen, sondern immer in Gruppen zu 2—4 angeordnet sind, so umschliesst die verkalkte Masse grössere oder kleinere, unregelmässig gestaltete und ausgebuchtete Höhlen (Taf. XII Fig. 9). Ich mache ganz besonders auf diesen Umstand aufmerksam, weil darin ein gewisses Kriterium für die Entwicklung von Kalkstrahlen oder Zapfen von innen nach aussen, gegenüber den von aussen nach innen sich entwickelnden liegt. Ferner will ich hervorheben, dass ich stets, aber nur auf einer Seite, ausser den acht Hauptstrahlen noch zwei kleine Nebenstrahlen (Taf. XII Fig. 8 c) von gleichem Bau, wie die übrigen fand. Es wäre wohl wichtig über das weitere Schicksal derselben etwas zu erfahren. Spuren derselben glaube ich auch an den mir von Hubrecht gütigst gesandten, trocknen Wirbeln gefunden zu haben, allein wie weit dieselben bei erwachsenen Thieren auswachsen und in welchem Grade sie vielleicht mit den benachbarten Strahlen verschmelzen, muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben. Mit Bezug auf die Beurtheilung fossiler Wirbel ist das ein Punct von nicht zu unterschätzender Wichtigkeit, wie überhaupt die Erforschung der Entwicklung dieser Verkalkungen noch mehr interessante Fragen zu lösen verspricht, deren Lösung ich leider wegen Mangels an ausreichendem Material nicht zu bieten vermag.

Ich habe nur das erste Auftreten dieser Strahlen an den hinteren Schwanzwirbeln zu eruiren vermocht (Taf. XII Fig. 10 c) und da zeigt

sich, dass sich hier ein dorsaler und ventraler breiter Strahl zuerst anlegt und zwar immer in der Mitte des Wirbels, während gegen die Ränder hin, am Doppelkegel noch keine Spur derselben zu sehen ist. Diese beiden Strahlen nehmen nahezu die ganze Breite der dorsalen und ventralen Fläche desselben ein Taf. XII Fig. 10 *e*. Zu beiden Seiten des ventralen Strahles zeigen sich zwei kleine Höckerchen, während ich an der Seite des dorsalen nur einen einzigen zu entdecken vermochte (Taf. XII Fig. 7). Ventralwärts, der Lage der grösseren Blutbahnen entsprechend, tritt die Verkalkung also früher ein, als an der dorsalen Seite. Wie sich nun diese Radien im Laufe der Entwicklung weiter verhalten, ob oben und unten eine Theilung stattfindet und zwar durch Resorption der in der Mitte befindlichen Kalksalze, ob am äussersten Schwanzende die Zahl der Strahlen überhaupt eine beschränktere bleibt und wo und zu welchem Zeitpunct, wenn es nicht der Fall, die übrigen entstehen, das ist noch eine offene Frage, die namentlich mit Bezug auf weitere paläontologische und stammesgeschichtliche Fragen gelöst werden muss, eine Frage, die in meinen Augen erhebliche Wichtigkeit besitzt. Ist die Verkalkung bis zur elastica externa vorgeschritten, so macht sich auf dieselbe ein eigenthümlicher Einfluss geltend, der meiner Ansicht nach beweist, dass nach aussen geringere Wachsthumswiderstände vorhanden sind. Geht die elastica an den hinteren Schwanzwirbeln einfach ringförmig (Taf. XII Fig. 6. 7 *a*) über die in den chordalen Wirbelkörper hineinschiessenden Strahlen weg, so wird dieselbe in dem Augenblicke, wo die Spitze sie erreicht, vorgebuckelt (Taf. XII Fig. 8, 9). Die keulenförmige, auf Breitenwachsthum beruhende Verdickung der Spitze wird dann darin ihren Grund haben, dass die festen oder festgewordenen Gewebstheile der elastica einen Druck auf dieselben ausüben. Jedenfalls ist die elastica so widerstandsfähig, dass eine Durchbrechnng derselben von Seiten der Strahlen selbst bei älteren Thieren nicht stattfindet. Kölliker hat ja bereits den unregelmässigen Verlauf der elastica hervorgehoben.

Was nun diese betrifft, so muss ich gestehen, dass mich ihr Verhalten nicht allein bei den Cestracionten, sondern auch bei Pristiophorus und anderen alten Formen im höchsten Grade überrascht hat und ich glaube, dass es die höchste Zeit ist in noch ausgiebigerer Weise, als es bisher durch mich geschehen konnte, die specielle Entwicklungsgeschichte derselben zu erforschen. So reichliches Material an älteren und jungen Thieren meinem bisherigen Assistenten Herrn Dr. Stöhr in Würzburg, der sich auf meine Ver-

anlassung mit der Entwicklungsgeschichte der äusseren elastischen Haut der Haie beschäftigte, und mir zur Disposition stand, so fehlten uns doch bislang zusammenhängende Entwicklungsreihen um alle einschlagenden Fragen zur definitiven Lösung zu bringen. Immerhin sind meine bisherigen über alle Haifamilien ausgedehnten Beobachtungen, die ich in der jüngsten Zeit unter der thätigen Beihülfe meines vortrefflichen Schülers und Assistenten Herrn Dr. Strasser, dem ich zu innigem Danke und herzlicher Anerkennung für den Eifer und die Sorgfalt, mit der er mich bei Anfertigung von Präparaten unterstützte, verpflichtet bin, anstellte, so weit gediehen, dass über das Allgemeine in der Entstehung der elastica kein Zweifel mehr existiren kann. Die Frage, ob alle, oder nur ein Theil der Elemente, die bei der Zusammensetzung derselben concurriren, in allen Familien in gleicher Weise zur Bildung beitragen, ist nicht endgültig gelöst worden, allein dieser Mangel kann durchaus nicht das Wesentliche in der späteren allgemeinen Schilderung des Aufbaues der Wirbelsäule bei den Fischen und die sich daran knüpfenden stammesgeschichtlichen Folgerungen erschüttern, und ich darf hoffen, dass die hoch interessanten Nebenfragen durch weitere ausgedehnte Untersuchungen des Herrn Dr. Stöhr bald zum Austrag gelangen. Da nun aber der Bau der äusseren elastischen Haut sich nicht ohne Schilderung der skeletogenen oder fortsatzbildenden Schicht verstehen lässt, so will ich diese zunächst erörtern.

Die skeletogene Lage umgreift nach meiner Ansicht, entgegen den Anschauungen Kölliker's, vollständig den chordalen Wirbelkörper (Taf. XII Fig. 6, 7, 8), wenn auch die seitlichen Massen lange nicht so entwickelt sind, wie die dorsal und ventral liegenden (Taf. XII Fig. 8). Die Differenzirung der skeletogenen Schicht findet also im Gegensatz zu Squatina schneller und früher dorsal und ventral, als seitlich statt. Allerdings ist der Irrthum Kölliker's, dass der chordale Wirbelkörper seitlich zwischen den Bogen bis an die Oberfläche vorragt, verzeihlich, da nur an den hintersten Wirbeln die elastica externa ringsherum nachweisbar ist, während sie an den vorderen nur an der Seite, wo die beiden kleinen Kalkstrahlen vorhanden sind, deutlich erscheint, auf der anderen Seite dagegen gänzlich fehlt (Taf. XII Fig. 8 *d*).

Sie besteht aus hyalinem, stellenweise verkalktem Knorpel, dessen Inneres von einem eigenthümlichen, theilweise mit der elastica (Taf. XII Fig. 8 *h*, 9 *g*) externa, theilweise mit dem Perioste des Wirbels und

des Rückenmarks sowohl wie des Blutgefässcanales (Taf. XII Fig. 9 *bc*) zusammenhängenden Faserwerke durchsetzt ist. Die Hämapophysen (Taf. XII Fig. 6 *b*) der hinteren Schwanzwirbel sind besonders unten, wo sie zur spina haemalis verschmelzen, transversal, an der Spitze mehr longitudinal von unter einander anastomosirenden Fasern durchsetzt, die sich bis an die Oberfläche ausdehnen und hier mit dem Perichondrium verschmelzen. An den Basen (Taf. XII Fig. 6 *b*) zeigt sich die von dem Perichondrium der Oberfläche bis zum Perichondrium des Hämalcanals sich erstreckende Fasermasse besonders an der einen Seite ausgedehnt. Die Fasern umspinnen Inseln hyaliner Knorpelsubstanz, zeigen aber hier wie an anderen Stellen (Taf. XII Fig. 8 *h*) Zellen mit sparsamem Protoplasma und hellem ovalen Kern, so dass wir es also mit einem System fibroplastischer Zellen, mit Kernfasern, zu thun haben. Sie erscheinen ganz besonders zahlreich und dichtgedrängt dort, wo die Verkalkung des Knorpels ihren Anfang nimmt (Taf. XII Fig. 6 *c*, 7) und es scheint mir das ein Fingerzeig für die functionelle Bedeutung dieses Zellfasernetzes zu sein, nämlich die als Leiter der Ernährungsflüssigkeit, die für die Aufnahme der Kalksalze nothwendige physikalische Umänderung der hyalinen Intercellularsubstanz einzuleiten. Sie liegen meiner Ansicht nach in Räumen der hyalinen Zwischenzellsubstanz des Knorpels. Mögen die Wandungen noch so dicht der Faseroberfläche sich anschmiegen, immerhin wird sich dort eine capillare Flüssigkeitsschicht befinden. Die Fasern lassen sich auf Strecken isoliren. Ich betrachte diese Räume demnach als Saftcanälchen, die mit denen des gefässreichen Perichondrium sowohl des Hämalcanals, als der Oberfläche, in offener Verbindung stehen. Ich kann dabei auch nicht unterlassen darauf aufmerksam zu machen, dass gerade dort, wo die Fasern in grossen Mengen ihren Ursprung nehmen, an der Wand des Hämalcanals, die in demselben liegenden Gefässe von einem ausgedehnten, bindegewebigen Maschennetz umgeben sind, deren Räume ich wohl nicht zu gewagt als den Lymphbahnen zugehörig betrachte, um so mehr, weil das gleiche als epispinales, respective als epicerebrales Gewebe Gehirn und Rückenmark umhüllt und wohl kaum einer nach den neuesten Untersuchungen von Key und Retzius daran zweifeln möchte, dass wir es hier mit lacunären Lymphbahnen zu thun haben.

Ein weiteres Fasersystem geht an den hinteren Schwanzwirbeln von der dorsalen Wand des unteren Bogencanals aus (Taf. XII Fig. 7 *b*, *c*) und strahlt fächerartig gegen die elastica externa aus. Die mittle-

ren Fasern biegen in dieselbe ein und verlieren sich darin, während die äusseren seitlich abbiegen und in dem Perichondrium der Seitenfläche des Wirbelkörpers, an den Bogenbasen ihr Ende finden. Auch der an der Seitenfläche des chordalen Wirbelkörpers oder der Chordascheide gelegene Theil der skeletogenen Schicht wird von nach innen ausstrahlenden, wenn auch sparsam auftretenden Kernfasern durchsetzt, die ebenfalls in die elastica externa einstrahlen. Ein fächerartig angeordnetes Bündel netzförmig anastomosirender und theilweise in die elastica, theilweise auch in das Perichondrium der Bogenbasen einstrahlender Fasern, die sich wie die am Hämalcanal verhalten, geht von der unteren Wand des Rückenmarkcanals aus (Taf. XII Fig. 7 *c*). Aehnliche Bündel (Taf. XII Fig. 7) verlassen die Mitte der oberen Wand und die verkalkten Partien der Seitenwände und strahlen fächerartig gegen das Oberflächenperichondrium. Es ist entwicklungsgeschichtlich im höchsten Grade bemerkenswerth, wie durch den Verlauf der Hauptbündel die Anlage der oberen und unteren Bogenhälften ihren Ausdruck findet (Taf. XII Fig. 6, 7).

An den vorderen Schwanzwirbeln treten die Fasern weniger zahlreich auf und umgrenzen namentlich die Bogenbasen (Taf. XII Fig. 8 *ef*). Das von der oberen Wand des Hämal- der unteren des Spinalcanals ausgehende, starke Faserbündel (Taf. XII Fig. 8 *ef*) ist hier in zwei um die Bogenbasen gekrümmt nach aussen verlaufende getheilt. Dieselben sind durch eine hyaline Knorpelmasse getrennt, welche nur am Gefässcanal, und auch das scheint mir bezüglich der Beziehung zur Ernährung interessant, von sparsamen Kernfasern durchzogen wird. Immerhin strahlen auch diese Faserbündel mit ihren inneren Fasern in die elastica externa ein, während die äusseren sich theilweise in dem Perichondrium der Oberfläche, an den Bogenbasen, theilweise aber auch über die Spitzen der seitlichen Kalkstrahlen verlaufend in die dort besonders starke elastica verlieren.

Was die Verkalkung betrifft, so war dieselbe weder an den vorderen, noch an den hinteren Schwanzwirbeln sonderlich weit vorgeschritten. An den vorderen fand sich dieselbe im Inneren der Wand des oberen und unteren Canals (Taf. XII Fig. 8) den Bogenbasen entsprechend, und ausserdem auf dieselben übergreifend im Inneren der seitlichen Masse der skeletogenen Schicht. An den von mir untersuchten hinteren Schwanzwirbeln fand sich eine Verkalkung jederseits in dem oberen Theil der Seitenwand des Rückenmarkscanals, wie auch in der des canalis haemalis (Taf. XII Fig. 6, 7), ausserdem aber zeigten

sich an einer Seite stärker entwickelt als an der anderen, zerstreute, schwache Verkalkungsherde in der Wirbelseitenfläche resp. in der Peripherie der Hämapophysen (Taf. XII Fig. 6, 7). Allen diesen Verkalkungen ist auch an den Wirbeln der erwachsenen leidener Thiere eine Knorpelschicht aufgelagert, die in der Anordnung ihrer Knorpelzellen andere eigenartige Verhältnisse zeigte und mir daher den Gedanken nahe legte, dass sie möglicherweise nachträglich durch Umwandlung der Periostzellen, als secundäre Ablagerung, als eine Art osteoplastischer Schicht entstanden sei. Die Knorpelzellen zeigten sich abgeplattet, mit ihren Längsachsen parallel der Oberfläche. Möglich jedoch, dass die Knorpelzellen früher rund und vor der Verkalkung gebildet waren und erst durch den Druck des Oberflächenperichondrium, das ja im Laufe der Entwicklung fester wird, bei frühzeitigem expansivem Wachsthum des Wirbels abgeplattet wurden, nachdem unter ihnen gleichsam als festes Widerlager die Verkalkungsschicht entstanden ist. Für letzteren Umstand spricht mir die Erscheinung, dass die Zellen dort nicht abgeplattet erscheinen, wo die Verkalkung im Gewebe noch nicht erschienen ist. Immerhin dürfte es sich aber empfehlen beim Studium der Entwicklung des Cestracionwirbels, das ich nicht dringend genug günstig situirten Forschern anrathen kann, auf diesen Punct zu achten. Bei älteren Schwanzwirbeln ist die Verkalkung seitlich am Wirbel continuirlich und steht im Inneren der Bogenbasen mit der ringsum gehenden Verkalkung in der Wand des Rückenmarkcanals in Verbindung.

Die elastica externa, zu deren Beschreibung ich mich jetzt wende, ist an den hinteren Schwanzwirbeln des von mir untersuchten Exemplars weniger, als an den vorderen entwickelt (Taf. XII Fig. 8). Sie besteht aber hier wie dort aus zwei Bestandtheilen, aus den Kernfasern (Taf. XII Fig. 6, 7, 8, 9), die von der Peripherie, namentlich von dem canalis spinalis und haemalis kommend umbiegen und in mehreren Lagen unter einander anastomosirend um den Chordacanal verlaufen, und aus einer in Carmin sich dunkel färbenden Zone von Knorpelsubstanz (Taf. XII Fig. 9 *g*), die sich peripherisch auffasert und mittelst dieser Fasern mit den Kernfasern der skeletogenen Schicht continuirlich zusammenhängt. Eine scharfe Abgrenzung der sogenannten elastica existirt nirgends, auch nicht gegenüber dem chordalen Wirbelkörper, in den, wenn auch sparsam, derselben angehörende Fasern einstrahlen. Wir haben es also durchaus nicht mit einer sei es unterbrochenen, sei es continuirlichen Cuticularmembran zu thun und diese Erscheinung ist mir nicht allein bei diesen Thieren, sondern unter anderen

auch bei den Musteli im höchsten Grade aufgefallen und glaube ich, da das Material an letzteren verhältnissmässig leicht zu beschaffen ist, dass bei ihnen die speciellen Fragen der Entwicklung der elastica am leichtesten gelöst werden könnten.

An der dorsalen und ventralen Fläche erscheint die elastica deutlicher faserig und schärfer abgesetzt (Taf. XII Fig. 8) als an den Seiten. Im übrigen geht sie an den hinteren Schwanzwirbeln (Taf. XII Fig. 6) ringförmig um den centralen Doppelkegel und strahlt vorn, hinten und an der Peripherie der Wirbelhöhlungen (Taf. XII Fig. 5 und schem. Zeichnung des Längsschnittes 10 Taf. XIV) in die Fasermassen des Perichondriums aus. Was die vorderen Schwanzwirbel betrifft, so zeichnet sich die elastica externa überall dort, wo die Strahlen des centralen Doppelkegels sich geltend machen (Taf. XII Fig. 8) durch eine besondere Stärke und Deutlichkeit aus. Ich habe bereits erwähnt, dass sie seitlich am schwächsten entwickelt ist und selbst da nur auf der Seite der beiden kleinen Nebenstrahlen (Taf. XII Fig. 8 *cd*). Hier, an der Innenfläche der verkalkten Seitentheile der skeletogenen Schicht besteht sie aus sparsamen Fasern. Zwischen den beiden dorsalen und ventralen Strahlen besteht sie (Taf. XII Fig. 8, 9) wie an den hinteren Wirbeln aus übereinander liegenden, netzförmig anastomosirenden Kernfasern, zwischen diesen jedoch und den stärker entwickelten Seitenstrahlen und ganz besonders über dem kolbenförmig verdickten Ende der letzteren (Taf. XII Fig. 9 *g*) aus einem in Carmin stark sich färbenden Streifen hyalinen Knorpels mit mehrschichtigen, von der Peripherie gegen das Centrum hin deutlich abgeplatteten Knorpelzellen. Der Streif ist namentlich scharf gegen den chordalen Wirbelkörper abgesetzt, während von der skeletogenen Schicht her die das Licht stark brechenden Fasern derselben in die gefärbte Intercellularsubstanz des Knorpelstreifens der elastica einbiegen oder in derselben sich verlieren. Die abgeplatteten Knorpelzellen zeigen hier und da Fortsätze, die an der Basis protoplasmatisch, gegen die Spitze hin als stark lichtbrechende, kurze Fasern erscheinen, die sich ebenfalls in der Intercellularsubstanz verlieren. Zwischen den Strahlen des centralen Doppelkegels erscheint die Masse der elastica eingebuchtet (Taf. XII Fig. 8, 9) über die Enden derselben aber vorgewölbt (Taf. XII Fig. 8, 9). Somit bietet sie auf dem Querschnitt nicht das Bild eines Kreises, sondern eines Oktogons (Taf. XII Fig. 8).

Es ist mir unzweifelhaft, dass die Vorbuchtungen derselben auf rein mechanischem Wege dadurch hervorgebracht sind, dass die ex-

centrisch wachsenden Kalkstrahlen dieselben vor sich hertreiben, ein Vorgang, der durch ein etwaiges concentrisches Wachsthum der skeletogenen Schicht nicht behindert wird. Es muss demnach das Wachsthum von innen nach aussen an der Stelle, wo die Kalkstrahlen sich geltend machen, das Wachsthum von aussen nach innen, das man auf Grund der Einbiegung zwischen den Strahlen innerhalb mässiger Grenzen anzunehmen genöthigt ist, übertreffen. Wo die Kalkstrahlen wie an den hintern Wirbeln noch nicht, oder kaum entwickelt sind, fehlt daher der wellenförmige Verlauf. Bei diesen Wachsthumsverhältnissen der skeletogenen Masse und des eigentlichen Wirbelkörpers muss nun selbstverständlich die elastica gedrückt und gedehnt werden und dadurch werden einmal die Ausläufer der Kernfasern in die Länge gezogen, zweitens aber mit Schwund der zwischenliegenden Inseln hyalinen Knorpels zusammengedrängt. Dieser Vorgang lässt sich deutlich an den vorderen Schwanzwirbeln nachweisen, bei denen die Maschen zwischen den Fasern enger sind. Zugleich muss aber durch das Wachsthum der Bogen von aussen nach innen, bei dem gleichzeitig stattfindenden excentrischen Wachsthum des eigentlichen Wirbelkörpers eine grössere Menge der in der fortsatzbildenden Schicht verlaufenden Fasern zur Bildung der elastica beitragen. Dieselbe wird somit an den vorderen Schwanzwirbeln stärker, und so erklärt sich, da jede Bogenhälfte in der embryonalen Bildungsmasse für sich entsteht und ihr eigenes, aber immer gegen die Achse des Wirbels gerichtetes Wachsthum besitzt, mit Leichtigkeit der bogenförmige, mit der Concavität nach aussen gekehrte Verlauf der Fasern in dem Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht und das Einbiegen in die Masse der elastica, das an den weiter entwickelten vorderen Schwanzwirbeln so ganz besonders deutlich zu Tage tritt. Ein gleicher Druck muss auch auf den knorpligen Theil der elastica externa ausgeübt werden und liegt der Beweis in der regelmässigen Abplattung der Zellen von aussen nach innen. Der Grad der Abplattung, die im Centrum am stärksten ist, beweist dann weiter das Ueberwiegen des Druckes beim expansiven Wachsthum des chordalen Wirbelkörpers. Der Druck und die Dehnung, welche die Elemente nothwendig erfahren müssen, wird nun selbstverständlich nicht ohne Einfluss auf die physikalische Beschaffenheit derselben sein. Wie ein beständiger oder oft und lange wirkender Druck an der Hautoberfläche die Verhornung der Epidermiszellen befördert, so wird meiner Ansicht nach der hier wirkende Druck und die Dehnung der Intercellularsubstanz

den Zellausläufern des knorpeligen Theiles der elastica, sowie den Ausläufern der Faserzellen immer mehr den Character des elastischen Gewebes aufprägen. Derselbe manifestirt sich unter Anderem auch in der immer mehr zunehmenden Fähigkeit das Licht stark zu brechen, ein Vermögen, das an der elastica der hinteren Schwanzwirbel lange nicht in dem Maasse zu Tage tritt.

An diese immer schärfere Ausprägung des elastischen Characters des Gewebes muss sich aber noch eine weitere Folge knüpfen. Die Festigkeit der elastica muss auch ihren Einfluss auf die von aussen nach innen wachsenden Kalkstrahlen ausüben. Das Längenwachsthum muss in dem Augenblicke, wo die elastica erreicht wird, ein Hemmniss erfahren, und das zeigt sich meiner Ansicht nach einmal an der kolbenförmigen Verdickung oder in der Gabelung der Enden der Kalkstrahlen, gleichzeitig aber darin, dass die Verkalkung des Gewebes nicht der Wachsthumsrichtung entsprechend radiär von innen nach aussen, sondern transversal vor sich geht. Die Strahlen bieten ja das Bild lamellöser Schichtung dar. Dass es nun Verhältnisse geben kann, wo der Widerstandsdruck nicht mehr dem Wachsthumsdruck von innen nach aussen die Waage hält, ist leicht begreiflich und findet seinen Ausdruck in der Durchbrechung der elastica von innen nach aussen, wie wir es in den folgenden Abhandlungen bei anderen Familien der Plagiostomen sehen werden. Es lässt sich dabei auch leicht a priori sagen, wo die elastica am längsten continuirlich bleiben muss, wenn die Durchbrechung derselben von innen nach aussen stattfindet. Selbstverständlich an den Basen der Bogen, wo in Folge der Massenentwicklung der skeletogenen Schicht dem expansiven Wachsthum der eigentlichen Chordascheide der grösste Widerstand geleistet wird. Daher auch die querovale Gestalt des Wirbelkörpers.

Es muss aber nun noch eine wichtige Frage aufgeworfen werden. Warum verschwindet bei Cestracion die elastica auf der einen Seite und warum wird ferner die elastica, wie sich nicht läugnen lässt, an den in der Entwicklung vorgeschrittenen, vorderen Schwanzwirbeln, bei dem stärkeren Druck und der stärkeren Dehnung, die dieselbe hier erfahren muss, nicht dünner, sondern sogar bis zu einem gewissen Grade, der, wie ich annehmen muss, sein Ende mit dem Verschwinden der Zellen und Zellreste in derselben findet, stärker? Diese beiden Fragen erscheinen mir äusserst wichtig und

hängen mit der Frage nach den Ernährungsbahnen dieser eigenthümlichen, von Kernfasern durchsetzten Knorpelform zusammen.

Ich habe bereits früher erwähnt, dass nach meinen Beobachtungen die Kernfasern nicht mit der Intercellularsubstanz des Knorpels verwachsen, sondern durch eine, wenn auch noch so minimale Flüssigkeit oder Kittsubstanz getrennt sind, und dass sich somit längs der Kernfasern von der Peripherie bis in das Wirbelcentrum Ernährungswege, Saftbahnen begeben, die sich durch den Connex der Fasern mit der Masse der elastica mit dieser fortsetzen. Ich denke der schematische Längsschnitt einiger Wirbel (Taf. XIV Fig. 10), an dem die Ernährungsbahnen auch des Perichondriums roth gehalten sind, versinnlicht dieses Verhältniss ganz gut und erklärt uns einmal die Ausgiebigkeit des excentrischen Wachsthums des eigentlichen Wirbelkörpers, sowie die Möglichkeit des concentrischen Wachsthums der skeletogenen Schicht, dann aber vor allen Dingen auch das Längen- und Höhenwachsthum des centralen Doppelkegels an den Wirbelrändern und die Wucherung der an der Innenfläche des centralen Doppelkegels gelegenen Knorpelschicht gegen den Chordacanal. So lange nun den Ernährungsflüssigkeiten nicht die Möglichkeit benommen ist, sei es auf dem Wege der Imbibition einer Kittsubstanz, wie ich anzunehmen geneigt bin, sei es durch die Kapillarattraction in Safträumen getrieben, sich längs den Kernfasern und der elastica zu bewegen, werden die Zellen resp. die Zellreste ernährt werden und somit im Stande sein durch fortdauernde Umwandlung des Protoplasma oder durch Abscheidung einer Intercellularsubstanz die Fasern und die elastica wachsen zu lassen. Sowie freilich der Wachsthumsdruck so gross geworden ist, dass die Imbibition resp. Capillarattraction durch Compression der Wege resp. Verschwinden der Kittsubstanz unmöglich wird, so wird selbstverständlich die Ernährung der Zellen aufhören, dieselben werden verschwinden und es hört damit auch die Möglichkeit des Wachsthums der elastica auf. Dieselbe wird bei fortdauerndem Wachsthumsdruck zu einer dünnen, elastischen Platte (Spinax) gedrückt, gedehnt, schliesslich auch zerrissen. Ich habe das in den schematischen Figuren der Selachierwirbel durch rothe resp. grüne Farbe (Zellen- und zellenlose elastica) ausgedrückt. Bei excessivem Wachsthumsdruck wird selbst die elastische Substanz zum Verschwinden gebracht werden können. Jedenfalls finden alle diese Processe erst nahe vor dem Abschluss des Wirbelwachsthums ihr Ende.

Ich halte ferner dafür, dass die Ernährungsmöglichkeit des Ge-

webes der elastica und somit die Persistenz desselben bei einseitigem Wachsthumsdruck eine viel grössere ist, als wenn sich der Wachsthumsdruck auf beiden Seiten das Gleichgewicht hält, die Compression also allseitig gleichmässig geschieht. Damit stimmt ganz gut die Beibehaltung eines Restes der elastica auf der einen Seite des Cestracionwirbels, während sie an den vorderen Schwanzwirbeln an der andern Seite verschwunden ist. Der einseitige Wachsthumsdruck an der einen Seite wird meiner Ansicht nach vollkommen gut durch das Auftreten der beiden kleinen, asymmetrischen Nebenstrahlen illustrirt und es stimmt damit ferner die Thatsache, dass bei allen Haifamilien, wie Scymnus, Spinax etc., bei denen sich keine Wachsthumsunterschiede an verschiedenen Stellen, sei es der skeletogenen Schicht, sei es des eigentlichen Wirbelkörpers, nachweisen lassen, die elastica sich gleichmässig verdünnt und gleichmässig verschwindet.

Ich glaube alle diese Ausführungen sind wohl geeignet der elastica externa ein erhöhtes Interesse zuzuwenden, und es sei mir zum Schluss derselben gestattet folgenden morphologisch wichtigen Satz besonders hervorzuheben.

Die elastica externa ist keine ursprüngliche Cuticularbildung, sondern besteht aus Zellelementen (Kernfasern, resp. aus Knorpel. Sie ist jedenfalls nicht durch einen Secretionsprocess hervorgerufen, sondern durch allmälige Umwandlung von Zellen allein, oder von diesen in Verbindung mit einer ursprünglich vorhandenen Intercellularsubstanz, oder was auch bei einzelnen Familien nicht ausgeschlossen sein möchte durch Umwandlung von letzterer allein in elastische Fasern oder Platten.

Die in Aussicht gestellten entwicklungsgeschichtlichen, weiteren Untersuchungen, für die, wie bereits erwähnt, die leicht zu beschaffenden Embryonen von Mustelus und Acanthias Ausschlag gebend sein werden, werden über die letzten Puncte Entscheidung bringen.

Die elastica sowohl, wie die im Bereiche der Bogen und der anderen Theile der skeletogenen Schicht auftretenden Kernfasern sind hervorgerufen durch den Wachsthumsdruck der um diese Zellen resp. Intercellularsubstanzen liegenden Gewebe.

Fragen wir ferner nach dem Ursprung der Bildungszellen dieser Gewebe, so lautet darauf die Antwort einfach, sie sind aus irgend welchem Grunde früher oder

später in der Entwicklung zurückgebliebene Zellen des ursprünglichen Bildungsgewebes (Embryonal-Zellen der Urwirbelplatten, die um die Chorda und das Centralnervensystem (membrana reuniens superior und inferior gelagert bei allen Wirbelthieren neben der Chorda und deren cuticular abgesonderten Scheide. der elastica interna, die einheitliche Grundlage des Achsenskeletes darstellen.

Ich werde alsbald die Puncte, die mir zu diesem Stehenbleiben einer Anzahl von Zellen im Inneren der Bildungsmasse des Achsenskeletes in Beziehung zu stehen scheinen, hervorheben, freilich mit dem Bewusstsein, dass damit keine Erklärung des Vorganges gegeben ist. Hoffentlich werden sie zu weiterem Nachdenken und Forschen Veranlassung geben.

Bevor ich nun darauf und auf die aus meinen bisherigen Untersuchungen des Baues der Wirbelsäule und deren Entwicklung sich ergebenden, stammesgeschichtlichen Resultate eingehe, die so recht eigentlich durch meine Erfahrungen über Bau und Entwicklungsgeschichte der elastica externa ihre Basis gefunden haben, will ich zuvor die Verhältnisse der wenigen fossilen Repräsentanten der Familie, die ich zu untersuchen Gelegenheit hatte und unzweifelhaft als Cestracionten diagnosticiren konnte, schildern.

Von den von mir am Anfange erwähnten Thieren kann ich nur die aus dem oberen Jura als unzweifelhafte Cestracionten hinstellen. Der Wirbel aus der mittleren Kreide ist mir trotz seiner äusseren Aehnlichkeit mit einem Cestracionwirbel noch zweifelhaft, und es wäre möglich, dass er einem Repräsentanten der Familie Scyllium angehörte. Ich werde das, was für einen Cestracionwirbel spricht, nach Schilderung der Wirbel aus dem oberen Jura vorbringen.

Es wäre mir auch nicht mit Sicherheit gelungen das Stück einer Wirbelsäule aus den Solenhofener Schiefern (Moernsheim) zu bestimmen, wenn mir nicht die Wirbel von Acrodus (Cestracion falcifer) zur Vergleichung gedient hätten und wenn ich nicht im Stande gewesen wäre die Placoidschuppen zu untersuchen. Bevor das der Fall war habe ich lange geschwankt, ob ich es nicht mit einem Repräsentanten der Familie Spinax zu thun habe. Selbst die beiden gerade gestreckten Hautstacheln (Taf. XIII Fig. 11, 12) gaben mir keine sicheren Anhaltspuncte für Cestracion. Die Placoidschuppen der Familie Cestracion in ihren fossilen Repräsentanten sind jedoch so characteristisch, dass ich ihre Beschreibung an die Spitze stellen

möchte. Ich kenne aus den übrigen Haifamilien keine ihnen in der Form ähnelnden, und so bieten sie ein wichtiges diagnostisches Merkmal, auf das unter allen Umständen Werth zu legen ist.

Die Placoidschuppen des lebenden Cestracion (Taf. XIII Fig. 13), die ich den hinteren Schwanzwirbeln entnommen habe, zeichnen sich durch die ungemein grosse, im Ganzen die Form des Stachels der eigentlichen Schuppe wiederholende, rhomboidale Fussplatte aus. Dieselbe erscheint verhältnissmässig zart, die scharfen Ränder erscheinen unregelmässig gezackt (Taf. XIII Fig. 13 *a*) und sind von einem breiten, in radiärer Richtung gestreiften Saume begrenzt, mit dem sie in das Cutisgewebe eingelassen sind. Die Oberfläche des kegelartig gegen den Stachel sich erhebenden Haupttheils, der den vier Winkeln entsprechend gratartig vorspringende und gegen den Stachel verlaufende Leisten, mit zwischen liegenden, flachen Aushöhlungen besitzt, zeigt eine musivische Felderung (Taf. XIII Fig. 13'), die wie bei andern Haien ihren Grund in den aufgelagerten, basalen Theilen der Epidermiszellen hat. Die eigentliche Schuppe, deren histologische Verhältnisse ebenso, wie die der Fussplatte, durch die ausgezeichneten Untersuchungen Hertwig's[1] in ausgiebiger Weise bei anderen Haien festgestellt sind, und keine Besonderheiten darbieten, zeigt einen schräg aufgerichteten, spitz auslaufenden Stachel (Taf. XIII Fig. 13 *b*), ein vorspringendes, abgerundetes Knie, zwei stumpfe, abgerundete Seitenflügel (Taf. XIII Fig. 13 *cd*) und einfach radiär gegen diese austrahlende Dentinröhren. Die Pulpahöhle ist rund. Auf der Mitte der Schuppenoberfläche erhebt sich ein Kamm (Taf. XIII Fig. 13), der am Knie am höchsten ist und an der Basis am breitesten erscheint, gegen die Spitze des Stachels hin aber allmälig niedriger und schmäler werdend sich verliert.

Was die Placoidschuppen der beiden fossilen Cestracionten des oberen Jura betrifft, so habe ich auf dem Längsschnitt (Taf. XIII Fig. 16) bei dem Moernsheimer Exemplar nur Theile der Fussplatte gesehen und hat es dabei fast den Anschein, als sei dieselbe weniger ausgedehnt gewesen, als bei dem jetzt lebenden Cestracion. Ebenso scheint den ausgestorbenen Cestracionten der Kamm auf der Oberfläche der Schuppe gefehlt zu haben, während die Neigung des Stachels dieselbe geblieben ist (Taf. XIII Fig. 16). Die Form der Schuppe ist dagegen eine viel ausgeprägtere, und gerade dadurch

[1] Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und der Zähne der Selachier. Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaften Bd. VIII.

ist es mir möglich gewesen das Moernsheimer Exemplar unzweifelhaft als Acrodus zu bestimmen. Es ist mir sogar nicht unwahrscheinlich, dass dasselbe ein falcifer ist und dass die Unterschiede in der Form der Schuppenplatte daher rühren, dass dieselben differenten Stellen des Körpers entstammen. Das Knie (Taf. XIII Fig. 14, 15) ist bei beiden Thieren stark vorspringend, die Flügel namentlich auf der einen Seite hakenförmig gebogen, spitz auslaufend und der Stachel besonders bei dem Cestracion aus Moernsheim wie ein javanischer Kris geflammt und gekrümmt. Die Form ist so characteristisch (Taf. XIII Fig. 15), dass ich nicht glaube, dass sich bei Untersuchung von Fossilien ein Zweifel erheben kann, ob der Wirbel Cestracion angehört oder nicht, wenn die etwa vorhandenen Placoidschuppen eine Form wie die abgebildeten zeigen.

Unendlich viel schwieriger ist die Bestimmung der Wirbel, und desshalb bin ich auch mit Bezug auf den Wirbel aus der mittleren Kreide von Jerusalem, trotz der so in die Augen fallenden Aehnlichkeiten (Taf. XIII Fig. 19, 20), nicht vollkommen sicher, ob er einem Cestracion angehört. Eine mikroskopische Analyse würde, da der Wirbel defect war, keine genügenden Anhaltspuncte gegeben haben, und wenn ich auch an die Zugehörigkeit zur Familie glaube, so würden doch erst die weiter ausgedehnten Untersuchungen an grösserem Material sicheren Entscheid bringen.

Ich beginne zuerst mit der Schilderung der Wirbel des Acrodus falcifer (Taf. XIII Fig. 17). Das Aeussere bietet ausserordentlich wenig Characteristisches. Der Wirbel ist dorsoventral stärker entwickelt, als von vorn nach hinten. Er besitzt leicht aufgeworfene, schmale, vordere und hintere Ränder, die Enden des centralen Doppelkegels. Zwischen denselben erscheint die Wirbelseitenfläche vertieft. Die dem Wirbel anhaftenden oberen und unteren Massen enthalten ausser den Placoidschuppen von Bogenresten, wie ich gleich hier einschalten will, keine Spur.

Schärfer ausgeprägt, allein in derselben allgemeinen Form, erscheinen die Wirbel aus Moernsheim. Das Stück der Wirbelsäule gehört vorzugsweise dem Schwanze an. Die in der dorsoventralen Richtung entwickelten, mit schmalen, aufgeworfenen Rändern versehenen Wirbel (Taf. XIII Fig. 18) zeigen sich auch hier seitlich ziemlich stark vertieft und bemerkt man an den am besten erhaltenen, wie bei dem lebenden Cestracion, an der ausgehöhlten Seitenfläche zwei breite, ungetheilte Leisten mit drei flachen Vertiefungen (Taf. XIII Fig. 18 *a*) an der Grenze derselben. Diese Erscheinung,

die sich auch an dem Wirbel aus der mittleren Kreide (Jerusalem) geltend macht, an dem die Vertiefungen Gruben darstellen, die bis zum Wirbelcentrum reichen, weil die den im Leben vorhandenen Hyalinknorpel ersetzende Kreidemasse herausgefallen ist, in Verbindung mit der Thatsache, dass auch hier, die Wirbelseitenfläche ausgehöhlt und der vordere und hintere Rand wie bei Acrodus schmal und aufgeworfen (Taf. XIII Fig. 19) erscheint, sowie die ovale Form der Höhlung (Taf. XIII Fig. 20), die in ihrer Gestalt und Sculptur durchaus der Wirbelhöhlung des Cestracion Philippi entspricht, haben mich zur Annahme geleitet, dass wir es mit einem Cestracionwirbel zu thun haben. Dafür spricht auch die stärkere Entwicklung des Wirbels in dorsoventraler Richtung.

Die mikroskopische Analyse des mir zu Gebote stehenden Materials wäre im höchsten Grade unbefriedigend gewesen, wenn ich nicht den Acrodus falcifer als sichere Grundlage gehabt hätte. Lege ich nun nicht diesen, sondern den Acrodus von Moernsheim meiner Schilderung zu Grunde, so geschieht das deshalb, weil der Acrodus falcifer in den fossilisirten Theilen der Wirbel durchaus keine abweichenden Verhältnisse darbietet und dann, weil das Moernsheimer Bruchstück der Wirbelsäule besser conservirte Bestandtheile zeigt. Von allen Elementen des Wirbels ist bei Acrodus nur die Masse des eigentlichen Wirbelcentrums, welches die Kalkstrahlen abschickt, mit Andeutungen der Strahlen selber (Taf. XIII Fig. 23) vorhanden. Bei dem Moernsheimer Exemplar sieht man sogar noch Reste des centralen Doppelkegels (Taf. XIII Fig. 23 *a*), ja selbst Ueberbleibsel der verkalkten Seitentheile der skeletogenen Schicht (Taf. XIII Fig. 23 *b*). Sowohl die Chorda, wie die an der Innenseite des Doppelkegels liegende, hyaline und faserknorplige Schicht, selbst Theile des Doppelkegels, ausserdem der zwischen den Strahlen liegende Knorpel, ja die Strahlen selber, oder Abschnitte derselben können verschwunden sein, und von den Bogen und der skeletogenen Schicht sind nur ganz unbedeutende Reste vorhanden.

Die Erscheinung ist bedauerlich und erschwert die Diagnose der Wirbel ganz ausserordentlich, aber sie ist im höchsten Grade interessant und wirft meiner Ansicht nach ein helles Licht auf die Richtigkeit der Darlegungen über den Bau und die Ernährungsverhältnisse der Wirbel der Cestracionten überhaupt. Die Wirbelsäule von Cestracion zeigt so ausgedehnte Verkalkung, dass man von vornherein glauben sollte, dass die Conservirung derselben im fossilen Zustande keinen Schwierigkeiten unterliegen könnte und dass sie prachtvoll

erhalten sein müssten, um so mehr, weil gerade die Wirbel, die im lithographischen Schiefer eingebettet sind und nicht mehr feste Theile zeigen einen so ausgezeichneten Erhaltungszustand zeigen. Dennoch ist das nicht der Fall. Die meisten Bestandtheile sind ausgefault. Das deutet auf eine geringe Solidität, die dadurch bedingt sein möchte, dass den auflösenden Flüssigkeiten ein leichterer Zugang zu den einzelnen Wirbelelementen ermöglicht ist, als es bei anderen Haifamilien z. B. Squatina der Fall. Meiner Ansicht nach liegt der Grund in der verhältnissmässig geringen Verbreitung wahrer hyaliner Knorpelmassen und der grossen Ausdehnung der Elemente der elastica sowohl, wie der von Kernfasern durchsetzten Knorpelsubstanz. Die differenten, den Knorpel zusammensetzenden Gewebe bedingen eine grössere Permeabilität desselben, um so mehr, wenn meine Annahme, dass die darin gelagerten Fasern zugleich die Ernährungs-, die Saftbahnen des Knorpels andeuten richtig ist. Die zerstörende Flüssigkeit muss sich dann dort leicht ausbreiten, wo dieselben reichlich vorhanden sind und darin liegt für mich einzig und allein die Erklärung, warum gerade die von den Fasern durchsetzten Partien und die ihnen benachbarten, verkalkten Massen vorzugsweise gelitten haben, ja ganz verschwunden sein können. Ich meine wir haben damit ein schlagendes Beispiel, wie die mikroskopische Forschung auf paläontologischem Gebiet auch werthvoll ist für die Erkenntniss der Structurverhältnisse lebender Gewebe.

Statt der Chorda und der hyalinen Knorpelschicht finden sich Kalkspathplatten (Taf. XIII Fig. 22 *d*), während diese im Inneren mit von aussen eindringenden, amorphen Schiefermassen (Taf. XIII Fig. 22 *c*) abwechseln. Es möchte nicht sehr schwer fallen den eigenthümlichen Unterschied in der Zusammensetzung der ausfüllenden und die weichen Gewebe ersetzenden Gesteinsmassen zu erklären, nachdem ich durch meinen verehrten Collegen Römer über die allgemeinen Bedingungen, unter denen Kalkspath innerhalb eines Gesteins auftritt, aufgeklärt worden bin. Die Erklärung bezieht sich nicht blos auf Cestracion, sondern auch auf die zusammenhängenden Wirbel von Squatina acanthoderma (Oberer Jura, Nusplingen). Bei der Einbettung des todten Thieres, oder der Wirbelsäule desselben werden zunächst die am leichtesten vergänglichen und ausfaulenden Gewebe, wie die Chorda und die centralen, bindegewebigen Massen der Intervertebralsubstanzen von der Flüssigkeit der Einbettungsmasse durchtränkt, sei es, dass dieselbe bei gebrochenem Achsenskelet direct in die Gewebe eintritt, sei es, dass sie bei vollkommen

erhaltenen Thieren auf dem Wege der Endosmose durch das festere Perichondrium hineindringt und dieselben zerstört, während Knorpel und Perichondrium langen Widerstand leisten, bis unter dem einwirkenden hohen Druck und der Concentration der eindringenden Flüssigkeit das Herauskrystallisiren der Platten vor sich geht. Die langsam nachdringenden, amorphen Gesteinsmassen werden dann in Folge des später eintretenden Ausfaulens der hyalinknorpligen Massen an deren Stelle zwischen den ausdauernden, verkalkten und fossilisirenden Knorpel gepresst.

Die Reste des centralen Doppelkegels Taf. XIII Fig. 21, 23*a* sind auch im fossilen Zustande durch die mit amorphen Gesteinsmassen erfüllten, abgeplatteten Knorpelhöhlen kenntlich. Die Reste des Doppelkegels sowohl, wie der darauf liegenden Masse verkalkten Knorpels, der die Strahlen aussendet, characterisirt sich auf dem Längsschliff (Taf. XIII Fig. 22 gegenüber den Doppelkegeln der Spinaces, die ich bei der Untersuchung auch vorzugsweise ins Auge gefasst hatte, durch die flache Krümmung, und ich glaube damit ein recht wichtiges, unterscheidendes Merkmal angegeben zu haben. Ein unterscheidendes Merkmal von Acrodus gegenüber dem Cestracion Philippi besteht in der grossen Ausdehnung, die die den Doppelkegel bedeckende, die Kalkstrahlen aussendende, verkalkte Knorpelschicht erfährt (Taf. XIII Fig. 21 *b*, 22 *a*). Es wäre wohl wichtig den jetzt lebenden, californischen Cestracion zu untersuchen. Vielleicht zeigt derselbe Verhältnisse, welche auf diese Massenentwicklung bei den fossilen Cestracionten hinweisen. Namentlich erscheint dieselbe an den Seiten stärker entwickelt, als oben und unten (Taf. XIII Fig. 21). Die Structur verkalkten Hyalinknorpels ist auch im fossilen Zustande nicht zu verkennen.

Was die Kalkstrahlen betrifft, so habe ich dieselben nur an den am besten erhaltenen Wirbeln auf dem Querschnitte nachweisen können (Taf. XIII Fig. 23,. Bei einigen glaubte ich Andeutungen der acht Hauptstrahlen zu sehen, allein es liess sich nicht mit voller Sicherheit entscheiden, ob wirklich alle während des Lebens vorhanden waren, ferner auch nicht, in welcher Anordnung. Am regelmässigsten fand ich vier starke Strahlen. Uebrigens ist es ja denkbar, dass die Zahl der Strahlen bei den verschiedenen Cestracionten schwankt. Es wäre das ausserordentlich wichtig zu constatiren, wie auch, ob Differenzen in der Zahl während verschiedener Altersperioden vorhanden sind. Ich kann diesen Punct nicht genug der Beachtung empfehlen und mache in dieser Beziehung

auch hier wieder auf die Untersuchung des Cestracion Francisci aufmerksam, um so mehr, weil diese Verhältnisse bezüglich der Stammesgeschichte einer ganzen Anzahl von Haifamilien, wie der Musteli etc., bei denen ebenfalls in früher Entwicklungsperiode von dem centralen Doppelkegel Kalkstrahlen ausgehen, von fundamentaler Bedeutung sind. Es sind, wie ich mich überzeugt habe, und wie ich in kommenden Abhandlungen nachzuweisen hoffe, von den Vorfahren ererbte, characteristische Gebilde, die einen eigenen Entwicklungstypus bedingen, im Gegensatz zu einer anderen Reihe, die ihre Vertreter in der Familie Scyllium hat.

Im Anschlusse an diese Untersuchungen über Cestracion und ganz besonders an den Bau der elastica externa erlaube ich mir bereits an dieser Stelle meine Erfahrungen über die Entwicklung der in der Classe der Elasmobranchier eine so wichtige Rolle spielenden elastica darzulegen, andererseits aber auch meine Vorstellungen über die Stammesgeschichte der niederen Wirbel- speciell Schädelthierelassen vorzutragen, um daran in kommenden Abhandlungen die specielle Stammesgeschichte der einzelnen Classen knüpfen zu können. Ich halte mich für berechtigt diese generelle Stammesgeschichte besonders mit Bezug auf den Bau und die Entwicklung der Wirbelsäule schon jetzt zu geben, und in den kommenden Abhandlungen die Detailbeweise für diese Grundanschauungen vorzubringen und die specielle Stammesgeschichte namentlich der Haie, Reptilien und Amphibien folgen zu lassen, weil meine Untersuchungen soweit gediehen sind, dass sie mich zu einem bestimmten Urtheil und zu einer festen Ansicht in dieser Richtung zwingen, und weil ich damit den folgenden Abhandlungen eine feste Basis und die leitenden Gesichtspuncte gebe. Die Summe meiner Erfahrungen, die ich im Kommenden entwickeln will, nehmen dabei auch ganz besonders Rücksicht auf die Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus meines ausgezeichneten Collegen und Freundes Gegenbaur, sowie auf seine und anderer vergleichenden Anatomen Schriften allgemeinen morphologischen Inhalts, und wenn ich in der allgemeinen Schilderung Autoren kaum nenne, so wird in den folgenden Abhandlungen desto mehr Gelegenheit sein auf die speciellen Verdienste meiner Vorgänger zurückzukommen.

Meine Anschauungen sind, wie ich gleich rechtfertigend vorausschicken will, gewonnen durch genaue Untersuchungen des Baues, theilweise auch der Entwicklung der überwiegenden Mehrzahl der jetzt

lebenden Hai- und Rochenfamilien nicht allein, sondern auch der einzelnen Gattungen und Individuen innerhalb derselben, ferner der Cyclostomen, der Ganoiden mit Ausnahme des Calamoichthys und des Polypterus, eines Theils der Teleostier, beider Dipnoi und beinahe aller Perennibranchiaten und Derotremen, ganz abgesehen von den von mir und meinen Schülern[1]) bereits in früheren Jahren untersuchten Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern. Somit mögen die folgenden Deductionen wohl als discussionsfähig erscheinen. Stützend zur Seite standen mir dabei die vielen Abbildungen in den Abhandlungen verschiedener Autoren über die erste Entwicklung des Wirbelthierleibes und die ersten Organanlagen aus den verschiedensten Classen. Ich hebe dabei hervor, dass der von mir gegebene Stammbaum (Taf. XIV Fig. 24) als Unterlage Bau und Entwicklung der Wirbelsäule hat, allein dabei sind die übrigen Organe keineswegs ausser Acht gelassen und ich glaube man wird selten finden, dass bekannte und anerkannte Organisationsverhältnisse keine Berücksichtigung erfahren haben und mit dem Stammbaum in schreiendem Widerspruch stehen. Ich glaube demselben einen um so grösseren Werth beimessen zu dürfen, weil er einmal nicht mit den paläontologischen Erfahrungen in Widerspruch steht und weil zweitens die Wirbelsäule neben dem Schädel, genug das ganze Achsenskelet, eine Bildung ist, die, wie es wohl von keinem bezweifelt werden möchte, in ihrem Bau und ihrer Entwicklung für die Stammesgeschichte der Wirbelthiere am meisten ausschlaggebend ist, um so mehr, weil dasselbe sich aus verhältnissmässig einfachen Grundelementen, die innerhalb enger Grenzen variiren, aufbaut. Was ferner für die Zulässigkeit der vorzubringenden, stammesgeschichtlichen Folgerungen spricht, ist der Umstand, dass der von mir aufgestellte Stammbaum nur unbedeutend von den bis dahin expressis oder impressis verbis von anderen dargelegten Ansichten über den verwandtschaftlichen Zusammenhang der niederen Wirbelthiere vorgebracht wurde.

Was die Bildung der elastica externa und der Kernfasern der Selachierwirbel überhaupt anbetrifft, so habe ich bereits früher mit kurzen Worten hervorgehoben, welche Theile der Bildung derselben zu Grunde liegen. Es sind grössere oder geringere Mengen der ursprünglichen embryonalen Zellen der um die Chorda, das Rückenmark und die grossen Gefässe aus den Urwirbelplatten differenzirten Belegschicht, von denen ein Theil ringförmig um die Chorda gela-

[1]) Anatomische Studien. Bd. I.

gert ist, mehr dem Bezirke des eigentlichen Wirbelkörpers angehört (elastica externa), während ein anderer Theil in den Bereich der sich differenzirenden Bogen, respective der spina haemalis und neuralis fällt (Kernfasern der skeletogenen Schicht). Gegenüber der Mehrzahl der übrigen um die Chorda und deren elastica gelagerten Zellen und den meisten, welche den Rückenmarkscanal und das Visceralrohr umgeben und sich zu den festen Skelettheilen, Hyalinknorpel, verkalkter Knorpel fortbilden, bleiben sie in der Entwicklung zurück, wenigstens erreichen die aus ihnen hervorgehenden Gewebe keine so hohe Entwicklungsstufe. Sie können, soweit sie die elastica zu bilden bestimmt sind, wie ich bei jungen Musteli gesehen, bis zu Hyalinknorpel sich fortbilden, allein ihre Intercellularsubstanz ist dann sparsamer und besitzt, wie man an dem starken Lichtbrechungsvermögen erkennt, eine andere physikalische Beschaffenheit. Die Zellen sind dabei statt rundlich abgeplattet, Bindegewebszellen ähnlicher als Knorpelzellen. Die anderen nicht zur elastica sich umbildenden, in der Entwicklung zurückbleibenden Zellen der Chordascheide sowohl, wie der skeletogenen Schicht werden, wie bereits erwähnt, zu Kernfasern. Die Umwandlung dieser Zellen zu den verschiedenen Gestalten, in denen namentlich die elastica auftritt, als Kernfasermasse, elastische Fasern, respective als eigenartiger Hyalinknorpel, bedarf noch der näheren Feststellung und ist es mir sehr wahrscheinlich, dass bei verschiedenen Thieren und Thierfamilien darin wesentliche Verschiedenheiten herrschen, immer aber ist diese Umwandlung der Zellen resp. der von ihnen gebildeten Intercellularsubstanzen abhängig von dem Wachsthumsdruck der Umgebung. Was die elastica externa betrifft, so beruht deren Bildung auf dem expansiven, excentrischen Wachsthum der ringförmig um die Chorda liegenden Chordascheide und dem concentrischen Wachsthum der fortsatzbildenden Schicht, sei es der Bogen allein, oder dieser in Verbindung mit dem Perichondrium, letzteres in dem Falle, wenn sich die Bogen nicht rings um den eigentlichen Wirbelkörper aus der skeletogenen Schicht differenziren. Die Kernfasern des eigentlichen Wirbelkörpers und der skeletogenen Schicht finden einmal ihre Erklärung in dem symmetrischen Auftreten der beiden Bogenpaare und in dem durch ihr concentrisches Wachsthum bedingten Druck, ein Wachsthum, welches ja schliesslich zur Vereinigung der Bogen Anlass gibt (daraus erklärt sich das dorsale und ventrale Faserbündel des Wirbelkörpers von Cestracion etc.) und ferner in dem bei der Bogenbildung sich geltend machenden, zerstreuten Auftreten des

Hyalinknorpels, der durch sein Wachsthum die zwischenliegenden Zellen comprimirt (Kernfasern im Inneren des chordalen Wirbelkörpers, Kernfasern im Inneren der Neura- und Hämapophysen und der spina haemalis sowohl wie neuralis). Ist der Wachsthumsdruck gering (Familie Notidanus, Cestracion, Squalorajidae, siehe Taf. XIV die schematischen Figuren 5, 7, 8, 9, 11), so wird die elastica aus Zellen resp. aus Zellen und Intercellularsubstanz bestehen, ist derselbe bedeutend (jüngere Haie, Rochen, Holocephalen und Dipnoi, siehe Taf. XIV schem. Fig. 12, 13), so werden unter Schwund der Zellen elastische Fasern resp. Membranen auftreten, je nachdem sie von Kernfasern oder knorpligen Massen gebildet wurde, ja der übermässige Wachsthumsdruck wird ein Zersprengen (Spinaces etc.) und eine Auflösung zur Folge haben können. Was dann die die Bogen bildende, skeletogene Lage betrifft, so wird dieselbe in dem Augenblicke, wo die Knorpelinseln nicht auswachsen, oder sich einander bedeutend nähern, resp. mit einander verschmelzen, mehr oder minder ausgeprägt (Notidanidae, Holocephalen) den Character eines Faserknorpels tragen und dasselbe wird unter gleichen Verhältnissen mit dem innerhalb der elastica externa gelegenen eigentlichen Wirbelkörper der Fall sein (Holocephalen, Dipnoi, Notidanidae). Ich glaube die schematischen Figuren Taf. XIV Fig. 5, 6, 7, 8, 18, 19 illustriren den Bildungsmodus und die Umwandlung deutlich.

Es fragt sich nun aber vor allen Dingen, was ist der eigentliche Grund, dass eine bestimmte Anzahl von Zellen im Inneren der um die Chorda gelagerten Bildungsmasse des Skeletes eine eigene Entwicklung durchmacht, während sich die Umgebung zu den characteristischen Bestandtheilen der Wirbelsäule umwandelt? Ich glaube auch darauf möchte die Antwort nicht allzu schwer zu geben sein, wenn man die concurrirenden Factoren genügend in Betracht zieht und sich die Grundthatsachen der ersten Entwicklung der aus den Urwirbelplatten sich differenzirenden Bestandtheile des Achsenskeletes klar macht.

Der Grund liegt meines Erachtens in der relativ bedeutenden Masse, zu der sich in der Classe der Elasmobranchier die um die Chorda gelagerte Belegmasse binnen kurzer Frist gegenüber der der Tectobranchier, wie ich sie nennen will (Ganoiden, Teleostier, Perennibranchiaten), in der gleichen Periode entwickelt. Meine eigenen in früheren Jahren angestellten Beobachtungen bei Kno-

chenfischen und Amphibien, sowie die Abbildungen namentlich von Balfour[1]) sprechen auf das Entschiedenste dafür.

Dieser Unterschied in der Massenentwicklung bedingt meiner Ansicht nach bei weiter fortschreitender Entwicklung eine besondere Anordnung der Ernährungsbahnen im weitesten Sinne des Wortes.

Ich muss dabei vorausschicken, dass ich im Folgenden von dem wohl kaum anzuzweifelnden Satze ausgehe, dass die Wachsthumsrichtung eines Organs oder Organtheiles abhängig ist von der Richtung des Ernährungsstromes (Blutstrom, Saftstrom), dass also die Wachsthumsrichtung ohne Weiteres die Hauptrichtung des ernährenden Stromes angibt.

Von diesem Satze ausgehend, glaube ich, müssen wir, entsprechend der Thatsache, dass die Chorda mit ihrer elastica ursprünglich ein einfaches expansives, excentrisches Wachsthum zu einem einfachen, immer stärker werdenden, cylindrischen Stabe zeigt, bis früher oder später die Wachsthumsgrenze erreicht wird, dass ferner die Wachsthumsrichtung der von den Urplatten herstammenden Belegmasse der Chorda vorzugsweise in dorsaler und ventraler Richtung, dabei aber gleichzeitig auch medianwärts, also schräg von aussen unten, resp. aussen oben, nach oben innen resp. nach unten innen geht, zwei Richtungen des Ernährungsstromes annehmen, von denen die eine, wie durch die schem. Fig. 1 Taf. XIV erläutert wird, der Richtung der Bogen entsprechend dorsal und ventral nach innen geht, während die andere gegen den Boden des Neural- und Haemalcanals verlaufend die Chorda und die elastica umkreist.

In dem Augenblicke nun, wo im Bereiche der Seitenfläche der Chorda (siehe die schem. Fig. 2 Taf. XIV) die Belegschicht keine besondere Stärke besitzt, werden bei der leichten Durchgängigkeit des embryonalen Zellgewebes beide Ströme in einen dorsal und ventral gerichteten zusammenfallen können, der sich erst in der Höhe der das Rückenmark und die Gefässe umgreifenden Massen der Dicke der Gewebe entsprechend in einen gegen den Boden der Canäle um die Chorda verlaufenden centralen und einen peripheren mit den Bogen ziehenden, theilt. Es wird so das Wachsthum sowohl der Chorda, als der Belegschicht kein Hinderniss erfahren. In dem Augenblicke jedoch, wo die Belegschicht sich seit-

[1]) Journal of anatomy and physiology.

lich aus irgend welchen Gründen stärker entwickelt, muss man meiner Ansicht nach, der schem. Fig. 2 Taf. XIV entsprechend, annehmen, weil die Chorda und ihre elastica gleichmässig wachsen, weil ferner bei der Differenzirung des Gewebes um die Chorda herum an allen Puncten der Oberfläche und im Inneren zunächst gleiches Wachsthum stattfindet (der chordale Wirbelkörper bietet anfänglich überall die gleiche Dicke), dass getrennte Ernährungsströme oder ein von den Ernährungsströmen oder dem Ernährungsstrome der Bogen abgesonderter Strom in gleichem Abstande von der Chorda um dieselbe fliesst. Anfänglich wird dieser Strom auch die Theile am Boden des Rückenmarks- und Blutcanals versorgen und somit gleichmässig in der Entwicklung fördern können, allein, sowie das Ernährungsgebiet der beiden Stromrichtungen ein zu grosses wird, muss ein Theil der Bildungszellen unter ungünstigere Ernährungsbedingungen gestellt einen eigenen Entwicklungsgang durchmachen (Kernfasern) und es muss sich vor allem zwischen den beiden Strömen eine gewissermassen neutrale Zellzone geltend machen. Diese, die sich wie aus der schem. Zeichnung 2 Taf. XIV erhellt, über die Seitenfläche des Wirbelkörpers und in der Höhe der beiden Canäle unter die Basen, der umschliessenden Bogen erstrecken muss, ist die Grundlage der elastica externa. Sie fällt weder ganz in die Ernähr- also Wachsthumsrichtung des concentrisch um die Chorda sich differenzirenden, eigentlichen Wirbelkörpers, noch in die des Bogenantheils der Belegschicht und wird somit ihren eigenen, selbstverständlich von der Umgebung beeinflussten Entwickelungsgang durchmachen. Sie wird in dem Augenblicke eine passive Rolle zu spielen anfangen, wo das Wachsthum der von den beiden Hauptströmungen abhängigen Gewebe das Eigenwachsthum der neutralen Zone übertrifft. Dann fällt sie der regressiven Metamorphose anheim, und ich nehme keinen Anstand die Umwandlung in elastisches Gewebe, die Hervorbildung des elastischen Gewebes überhaupt, als ein Resultat regressiver Metamorphose zelliger Elemente anzunehmen, wie ich das bereits bei der Schilderung der Entwicklung der membrana basilaris der Gehörschnecke seiner Zeit[1] ausgesprochen habe.

Es fragt sich nun ferner, durch welche Thatsachen diese Annahme weiter gestützt wird und da glaube ich als wichtiges Moment den Umstand ins Feld führen zu können, dass eine elastica externa resp. dass Kernfasern innerhalb des Knorpels sich niemals dort bil-

[1] Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie. Bd. XVII.

den, wo vor der Differenzirung zu den verschiedenen Geweben des Achsenskeletes die aus den Urwirbelplatten stammende Belegschicht geringere Massenentwicklung zeigt. Sie fehlt den Cyclostomen, Ganoiden, Teleostiern, Perennibranchiaten und Urodelen, kommt dagegen den Elasmobranchiern ohne Ausnahme entweder als bleibende Bildung, oder mindestens für eine lange Periode ihres Lebens zu. Sie ist ferner vorhanden bei den Dipnoi und kommt mindestens zu einer bestimmten Lebensperiode als unmittelbar um den dens epistrophei oder den eigentlichen Atlaskörper gelagerte, bei den Säugethieren später sich verflüssigende Masse [1]) den höheren Wirbelthierclassen, deren vorderste Halswirbel sich besonders ausbilden, zu. Das kann auch nicht anders sein, denn hat die Belegschicht kurz nach ihrem Entstehen die Grenze überschritten, bei der die zusammenhängenden Ernährungsströme gleichmässig Bogen und Wirbelkörperantheil (s. Taf. XIV schem. Fig. 1) versorgen können, so muss eine neutrale Zone, die Grundlage der elastica, auftreten. Diese entwickelt sich dann bei den Dipnoi (Taf. XIV Fig. 18, 19) zu einer elastischen Lamelle oder wie beim Altlas und epistropheus eines Rinds-Embryo [2]) zu einer den chordalen Wirbelkörper des Atlas umgebenden, lockeren Zellschicht. Ich will dabei aber zugleich an dieser Stelle hervorheben, dass das Homologon der elastica externa auch nicht den übrigen Wirbeln der drei höheren Thierclassen fehlt, und dass ich an meinen früher geäusserten Ansichten in Betreff des chordalen Wirbelkörpers und der skeletogenen Schicht der Wirbel höherer Wirbelthiere festhalte. Sie erscheint hier als eine nur kurze Zeit bestehende und allmälig in das Gewebe der Umgebung aufgehende Knorpellage, deren Intercellularsubstanz sich in Carminammoniak stärker färbt (siehe Anatomische Studien Bd. I Taf. IV Fig. 3 u. 4) und rings um das helle Wirbelcentrum gelagert ist. In welcher Form sie schliesslich erscheint ist gleichgültig und wesentlich von dem Wachsthum der Umgebung abhängig. Sehen wir sie doch auch bei den Elasmobranchiern auf die allerverschiedenste Weise zusammengesetzt.

Die elastica externa in ihren mannigfaltigen Formen entbehrt also eines morphologischen Werthes in sofern, als ihr Vorhandensein lediglich der Ausdruck der frühzeitigen Massenentwicklung des um die Chorda und deren elastica gelagerten Gewebes ist, und es ist nicht zulässig zu sagen, dass diejenigen Thiere, welche sie besitzen,

[1]) Entwicklung des atlas und epistropheus. Anatomische Studien. Bd. I.
[2]) Anatomische Studien Bd. I Taf. XXV Fig. 3 *e*, 7 *f*.

unter einander näher verwandt sind, als mit denen, denen sie fehlt, es müssten sonst die Anuren, Reptilien, Vögel, Säuger und die Dipnoi von den Elasmobranchiern hergeleitet werden. Es ist sehr wohl denkbar, dass Thiere, welche eine besondere Entwicklung der um die Rückensaite sich bildenden Massen und somit in irgend welcher Form eine elastica besitzen, von Thieren herstammen, welche wegen geringer Massenentwicklung der Belegschicht die elastica und deren Grundlage nicht haben. Ein Fingerzeig dafür liegt in dem Umstande, dass die höheren Thierclassen die Gewebszone zwischen Bogen und Wirbelkörperantheil durchgängig besitzen, während sie ihren Stammformen, die sich den Perennibranchiaten angeschlossen haben müssen, vollkommen fehlten.

Das morphologisch, stammesgeschichtlich Wichtige liegt also nicht in dem Vorhandensein der elastica, es liegt in einem früheren, in der ersten Anlage der Wirbelsäule zu Tage tretenden Stadium, der differenten Massenentwicklung der den Urwirbelplatten entstammenden Belegschicht der Chorda, die die ältesten mit einem Schädel versehenen Wirbelthiere, wie jetzt ihre Nachkommen, gezeigt haben müssen. Selbstverständlich lassen sich nur zwei von einem gemeinsamen, ich möchte sagen indifferenten Urtypus ableitbare Typen unterscheiden, von denen der eine wie es der Stammbaum (Taf. XIV Fig. 24) ausdrückt die

Elasmobranchii
(Plagiostomen, Holocephalen)

umfasst, während der andere die

Tectobranchii
(Ganoiden, Teleostier, Dipnoi, Perennibranchiaten, Pulmonaten)

in sich begreift.

Der erste Typus ist ausgezeichnet durch eine ursprünglich stark angelegte Belegschicht, während der zweite dieselbe ursprünglich in geringer Entwicklung zeigt, und das findet vor allem seinen Ausdruck in den Seitentheilen des Achsenskeletes.

Bei den Tectobranchiern wird der Mangel der durch die Belegschicht mit bedingten Festigkeit des Achsenskeletes compensirt durch eine grössere Dicke der elastica der Rückensaite (siehe schem. Figur 4 Taf. XIV), bei den Elasmobranchiern bleibt sie dagegen der stärkeren

Belegschicht halber auf einer niederen Stufe der Entwicklung. Die elastica ist bei ihnen schwach (s. schem. Fig. 15 Taf. XIV). Die Tectobranchier halte ich für den älteren Zweig am Stammbaum der Wirbelthiere, da die Chorda, das Chordaepithel und die elastica interna das Primäre, die Entwicklung der Belegschicht das Secundäre beim Aufbau des Achsenskeletes darstellt.

Letzterem Satz scheinen mir auch die paläontologischen Befunde nicht zu widersprechen. Bei gering entwickelter Belegschicht muss übrigens nothwendigerweise eine bedeutende Massenzunahme der elastica interna, also eine erhöhte Thätigkeit der Zellen des Chordaepithels, die sie absondern, stattfinden, weil abgesehen von den geringeren, durch die Belegschicht hervorgerufenen Wachsthumswiderständen die Zufuhr von Ernährmaterial durch letztere hindurch leichter möglich ist. Bei dem Mangel eigener Gefässbahnen wird die Chorda nur auf dem Wege der Endosmose durch die innere elastische Membran, also durch einen auf ihrer Oberfläche befindlichen Nahrungsstrom ernährt und dieser wird bei dünner Belegschicht, immer vorausgesetzt, dass diese, wie es in der ersten Entwicklung der Fall, aus embryonalen Zellen besteht, leichter bis zur elastica interna durchdringen. Bei stärkerer Belegschicht, wie bei den Elasmobranchiern, wird meiner Ansicht nach die Zufuhr schwieriger und es resultiren für das expansive excentrische Wachsthum der Elemente der Rückensaite selbstverständlich grössere Wachsthumswiderstände, die zunächst die elastica interna treffen.

Frägt man nun aber, was ist die eigentliche wirkende Ursache für die typischen Unterschiede in der Massenentwicklung der Belegschicht in früher Lebensperiode und bei den Stammformen, so vermag ich darauf keine Antwort zu geben. Vielleicht bringen speciell auf die embryonalen Ernährungsverhältnisse resp. auf die Entwicklung benachbarter Anlagen gerichtete, ausgedehnte Untersuchungen darüber geeignete Aufklärung.

Eine weitere nicht uninteressante Erscheinung, durch die sich die beiden Typen auszeichnen und die sich am leichtesten bei den ältesten Repräsentanten derselben, unter den Elasmobranchiern, bei den Familien Notidanus und Cestracion (Taf. XIV Fig. 7, 8), unter den Tectobranchiern, bei den Ganoiden (Taf. XIV Fig. 20, 21) nachweisen lässt, besteht darin, dass bei ausgedehnter Belegschicht (Notidanus Cestracion) nicht überall dort, wo sich aus der embryonalen Zellmasse Knorpel differenzirt auch

wirklich ausschliesslich Hyalinknorpel entsteht (für eine homogene Gewebsentwicklung scheint das Bildungsmaterial zu reichlich zu sein), sondern es bildet sich ein gemischter Knorpel (Knorpel und Bindegewebe in verschiedener Vertheilung), ein Faserknorpel, der meiner Ansicht nach histogenetisch unter den Hyalinknorpel zu stellen ist. Bei den Teetobranchiern (Ganoiden, Teleostier) dagegen wird da, wo sich Knorpel bildet, und das gilt vor allen Dingen von den Bogen, nur Hyalinknorpel differenzirt. Es findet überhaupt eine homogene Gewebsentwicklung statt.

Ich hebe dabei noch einmal ausdrücklich hervor, dass das Auftreten gemischten Knorpels bei den Elasmobranchiern nur eine den ältesten Formen zukommende Erscheinung ist, bei den jüngeren ist aus Gründen, die ich einstweilen nicht zu übersehen vermag, die Möglichkeit zur Hervorbringung homogener Knorpelmassen gegeben.

Weiter ist als typischer Unterschied anzugeben, dass die Festigkeit des Skeletes bei den Elasmobranchiern primär niemals durch aufgelagerte Knochen oder verkalkte Knorpel- oder Bindegewebsmassen, sondern durch Ablagerung der Kalksalze ins Innere der Knorpelzwischensubstanz zu Stande kommt (Taf. XIV Fig. 6, 8, 9, 11, 12, 13). Belegknochen sind eine Eigenthümlichkeit der Teetobranchier (Taf. XIV Fig. 17, 19, 21).

Hervorzuheben brauche ich wohl kaum, dass die Bildung einer Kiemenhöhle mit oder ohne äussere Kiemen eine durchstehende Eigenthümlichkeit bei den Teetobranchiern, dagegen eine Ausnahme bei den Elasmobranchiern (Holocephalen) ist.

Die von Dr. Strasser wieder aufgenommenen Untersuchungen über die Sinnesorgane, speciell über das Gehörorgan werden, glaube ich, ebenfalls zeigen, dass typische Unterschiede herrschen, wie sie sich ja auch unter Anderem in der integumentalen Bekleidung geltend machen. Bei dem einen Typus Stachel, bei dem anderen Plattschuppen die Regel, Stachelschuppen die Ausnahme, ferner bei dem einen Typus Entwicklung der Zähne ausschliesslich im Umkreise der Mundöffnung, bei dem anderen im ganzen Bereich der primitiven Mundhöhle und davon abhängige Bildung von Belegknochen im Umfange derselben und an der Schädelbasis. Ferner ent-

wickelte Schwimmblasen und Lungen im Tectobranchiertypus, keine oder unbedeutende Anklänge an dieselben bei den Elasmobranchiern.

Gibt man mir nun die Richtigkeit der Aufstellung dieser beiden Grundtypen zu, so leuchtet von selber ein, um wie viel wichtiger für das Verständniss der höheren Thierformen im Allgemeinen das Studium des Baues und der Entwicklung der Ganoiden, als das der Elasmobranchier ist, und dass es nothwendig ist einen Stammtypus aufzustellen, aus dem sich die beiden entwickelt haben. Ferner müssen wir dann annehmen, dass sich als selbständiger, in vielen Puncten reducirter Zweig der Urform die Marsipobranchier, die aber meiner Ansicht nach immer noch mehr nach der Seite des ältesten Hauptzweiges, der Tectobranchier neigen, entwickelt haben und daraus ergibt sich die ausserordentlich hohe morphologische und stammesgeschichtliche Bedeutung, welche in meinen Augen die Beutelkiemer besitzen, deren Studium namentlich auch in stammes- und entwicklungsgeschichtlicher Beziehung wohl aufmerksamer und eifriger betrieben werden müsste, als es bisher, wenige Ausnahmen abgerechnet, im Allgemeinen der Fall gewesen ist.

Die Cyclostomen, die Elasmobranchier und die Tectobranchier sind meiner Ansicht nach ausgegangen von freilebenden, nakthäutigen, mit geschichteter Epidermis (epidermis und rete Malpighi) versehenen Fischen, deren Wirbelsäule keine Spur von Gliederung zeigend mit einer nicht eingeschnürten, von starker elastica umgebenen Chorda versehen war. Um diese lag die mässig entwickelte, den Urwirbelplatten entstammende, bindegewebige Belegschicht, welche dorsal und ventral wachsend das Neural- und Visceralrohr bildete. Dabei fanden sich gleichmässig entwickelte, mit starren bindegewebigen Flossenträgern versehene Schwanzflossen. Die Fische waren diphycerk. Der Schädel zerfiel in einen chordalen und praechordalen Antheil. Der chordale Schädel war vom Gehirn vollständig überlagert und zeigte eine hyalinknorplige pars basilaris und ein häutiges Schädeldach. Die knorplige Gehörkapsel war an der Schädelseitenfläche gegen die Schädelhöhle hin offen. Das Gehörbläschen ein einfacher geschlossener Sack mit ductus und saccus endolymphaticus, einer vorderen und hinteren Ausbuchtung (Ampulle), in jeder eine crista acustica mit membranae tectoriae und am Boden des Säckchens eine einfache macula vestibuli. Vor der Gehörkapsel ein mit dem Schädel fest verbundenes, das entwickelte Auge umschliessendes palatoquadratum (Skelet des ersten Kiemenbogens). Sieben gesonderte Kiemengänge, mit getrennten äusseren und inne-

ren Mundhöhlenöffnungen. Zwischen ihnen ventralwärts verbundene Kiemenbogen. Spritzloch (erste Kiemenspalte) hinter den Augen. Auf dem praechordalen Theil des Schädels (pars ethmoidalis) die paarigen, dicht zusammenstehenden Nasengruben (Riechgruben), vielleicht in einem einfachen, mit dem Rachen communicirenden und auf der dorsalen Kopffläche sich öffnenden Nasensack vor dem Gehirne verborgen. Ein Tentakelkranz am vorderen Ende der pars ethmoidalis, rings um die ventralwärts sehende, runde Mundöffnung. An der Wand der cylindrischen primitiven Mundhöhle Hornzähne und zwei obere seitliche und ein unterer seitlicher Labialknorpel. Das schlauchförmige, einkammerige Herz hinter dem Kiemenapparat. Aortenbulbus vielleicht mit mehreren Klappenreihen. Am Vorderdarm eine unbedeutende, unpaare Schwimmblasenausstülpung, Spiralklappe. Extremitäten, wenn vorhanden, ausser Verbindung mit dem Achsenskelet, mit Becken und Schultergürtel und biserialem Archipterygium.

Von einem solchen Urtypus leite ich also auch den Bau der Marsipobranchier ab. Die nur bei Petromyzon durch schwache obere und untere hyalinknorplige Bogen ausgezeichnete Wirbelsäule erhält bei gering entwickelter, bindegewebiger Belegschicht (s. schem. Fig. 4 Taf. XIV) wesentlich ihre Festigkeit durch die mässig stark entwickelte elastica interna, die eigentliche Chordascheide. Der Schädel der Myxine namentlich erscheint den besonderen Verhältnissen angepasst, besonders was die starke Entwicklung des Copularapparates des Visceralskeletes, die mangelhafte Ausbildung der Augen und die damit theilweise zusammenhängende Reduction des palatoquadratum betrifft, während der praechordale Schädel als Stütze der primitiven Mundhöhle und vor allem des Nasengaumenganges und des Tentakelkranzes starke Entwicklung zeigt. Als Anpassung, abhängig von der Ausbildung des Saugapparates möchte auch der Mangel von Labialknorpeln anzusehen sein. Ebenso erscheinen die Kiemengänge abgeleitet und der äussere Kiemengang möchte wohl der secundären Kiemenhöhle des Amphioxus (Rolph) gleich zu erachten sein. Entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen werden hierüber Auskunft geben. Jedenfalls ist es mir unter anderem bei Petromyzon unzweifelhaft, dass die ungemeine Ausbildung der Labialknorpel einmal eine Ausbildung des der Myxine eigenthümlichen Copularapparates und zweitens des Tentakelkranzes hindert, den meiner Ansicht nach die Vorfahren, wie der Amphioxus und die Myxine, besessen haben. Der nicht muskulöse Bulbus mit der einfachen Klappenreihe möchte vielleicht als eine Reduction aufzufassen sein, doch wäre es wohl

wichtig, entwicklungsgeschichtlich festzustellen, ob nicht doch die Klappenreihen aus einer einfachen Reihe ableitbar sind und ob nicht in der Mehrzahl der Fälle in Folge der Reduction des Visceralskeletes von hinten nach vorn dieselben secundär durch das bedeutende Auswachsen des Bulbus entstanden zu denken sind. Ich gestehe, mich eher der letzten Ansicht zuzuneigen, wenn es auch über jeden Zweifel erhaben ist, dass die bei den höheren Thieren sich findende, einfache Klappenreihe von dem vielreihigen Typus abzuleiten ist.

Der zweite Zweig wird dann also nach meiner Ansicht durch die Elasmobranchier repräsentirt, bei denen das Achsenskelet durch die erhebliche frühzeitige Entwicklung der Belegschicht der Chorda, weniger durch die Stärke der elastica interna ausgezeichnet ist (siehe schematische Figur 5 Taf. XIV).

Wir haben uns darunter Fische mit diphycerkem Schwanz zu denken, dessen Flosse knorplige Flossenträger zeigte. Die Chorda, wie bei den Marsipobranchiern als gleichmässiger Stab durch das Achsenskelet gehend, mit schwacher elastica wie bei Petromyzon, allein bis an das hintere Schwanzende reichend, und als erste Andeutung des Auftretens von Primärwirbeln, an der Wand des Canalis spinalis und visceralis aus der Belegmasse sich differenzirende Häm- und Neurapophysen, die jedoch nicht durchaus hyalinknorplig waren, sondern zu Faserzellen entwickelte Zellelemente umschlossen (Taf. XIV Fig. 5). In dem um die Chorda gelagerten Theil fand sich ferner im Centrum sparsame Knorpelmasse zwischen faserigem Bindegewebe und an der Peripherie der centralen Masse eine ausgedehnte, bindegewebige Lage, die elastica externa, die vielleicht gegenüber dem Perichondrium elastische Substanz hervorbildete. Der Schädel besass dann, durch das Wachsthum des Gehirnes verbreitert, einen ebenfalls breiten und ausgedehnten praechordalen Schädel (rostrum) und in Folge des Breitenwachsthums sowohl seitwärts gestellte Riechgruben, als auch in die Breite entwickelte primitive Mundhöhle und Mundhöhlenöffnung. Der Tentakelkranz fehlte, dagegen waren die 3 Labialknorpel, zugleich aber auch ein vom palatoquadratum getragener und mit den Labialknorpeln die Mundöffnung umgrenzender Unterkiefer vorhanden. Das palatoquadratum war fest mit dem Schädel verbunden. Dahinter folgten dann die ventral verbundenen, quer gegliederten Kiemenbogen, von denen der vorderste eine specielle Verbindung mit dem palatoquadratum (erster Kiemenbogen) einging. Ausser den sieben, mit getrennten äusseren und inneren Oeffnungen versehenen Kiemenspalten waren hinter den Augen grosse Spritzlöcher vorhanden. Die

Haut war wohl grösstentheils nackt, vielleicht mit Organen der Seitenlinie versehen, daneben dann Placoidstachel. Die Gehörkapsel war an der Schädelhöhlenwand offen. Der Ductus endolymphaticus mit dem Sack ragte durch das knorpelige Schädeldach bis unter die Haut. Die vordere Ampulle der Gehörblase war in eine äussere und innere getheilt, ausserdem Bogengänge (3) und Commissur entwickelt, wie sich auch die macula vestibuli in macula utriculi, sacculi und cochleae getheilt zeigte. Rings um die quere Mundöffnung Reihen von Schmelzzähnen. Die Augen ohne Nickhaut. Ausserdem war ein loser Schulter- und Beckengürtel aus Knorpel bestehend mit uniserialem Archipterygium, aber Resten der zweiten Radienreihe vorhanden.

Davon ausgehend haben wir einerseits die Plagiostomen mit gelöstem palatoquadratum, mit Placoidschuppen und bleibenden, getrennt mündenden Kiemenspalten, andererseits die Holocephalen mit Beibehaltung des festen palatoquadratum, aber mit nackter Haut und Ausbildung einer Kiemenhöhle. Letztere zeigen im Inneren der von Knorpelmassen durchsetzten Chordascheide (siehe schemat. Figur 6 Taf. XIV) die ringförmigen Bindegewebsverkalkungen, ohne dass es dadurch zu regelmässigen Einschnürungen der Chorda kommt. Die elastica externa derselben hat sich zu einer wirklichen elastischen, an den Basen der Bogen durchbrochenen Haut ausgebildet. Es findet sich aber keine Spur von dem Perichondrium entstammenden, verkalkten oder verknöcherten Belegmassen, wie es im zweiten Typus, bei den Dipnoi, der Fall ist.

Die Bogen erscheinen hier, wie bei allen der Stammform näher stehenden Thierfamilien dem Achsenskelet gleichsam aufgesetzt, und da nun bei den Holocephalen, wie bei den Familien Notidanus, Cestracion, Squatina und Squaloraja (Taf. XIV Fig. 7, 8, 9) der um die Chorda entwickelte Antheil der ursprünglichen Belegschicht, abgesehen von elastica und perichondrium allein den Achsentheil des Skeletes zusammensetzt, so betrachte ich unter den Elasmobranchiern diese Familien, bei denen die elastica externa sich in weitem Abstande von der Chordaoberfläche bildet, als die älteren. Diese Ausdehnung des chordalen Wirbelkörpers weist darauf hin, dass das von der elastica externa eingeschlossene Gewebe länger auf einer niederen Entwicklungsstufe verharrt, leichter von der Ernährungsflüssigkeit durchströmt werden kann, mit anderen Worten weit länger den

Character einer Bindesubstanz bewahrt, bevor es den des Knorpels annimmt. Als jüngere, abgeleitete Formen erscheinen dann die, welche wie die eigentlichen Rajae, die Musteli, die Galeiden, Carchariden etc. bei einer wenig entwickelten um die Chorda gelagerten Wirbelkörpermasse eine elastica externa besitzen, die der Chorda näher ist, und bei denen die ausserhalb der elastica gelegene Masse der skeletogenen Schicht einen überwiegenden Antheil an dem Aufbau der Wirbelsäule bekommt.

Diese Thiere besitzen dann auch, wie wir sehen werden, ausgedehnte Verkalkungen, erscheinen ausserdem überwiegend heterocerk und ihre Wirbelsäule zeigt meistens keinen Faserknorpel oder Kernfasern, sondern stets Hyalinknorpel.

Dass die Entwicklung des centralen Doppelkegels bei den Plagiostomen, wie dessen Andeutung bei den Holocephalen ein secundärer Zustand und mit der durch die Bogen hervorgerufenen Gliederung in Zusammenhang steht, brauche ich wohl nicht erst zu erörtern, wie es hier auch nicht der Ort ist um sich ausführlich über die specielle Stammesgeschichte der Plagiostomen zu verbreiten. Die kommenden Abhandlungen werden die Darstellung derselben in ausgiebiger Weise vorbereiten. Bezüglich der Plagiostomen will ich nur bemerken, dass die histologische Structur und Ausdehnung der elastica externa unmittelbar einen Anhaltspunct für die specielle Verwandtschaft und Stellung in der Classe darbietet, da die Thiere mit zelliger elastica den ältesten Formen angehören, während die mit unterbrochener und wirklicher, elastischer Substanz versehenen jüngere Formen darstellen. Gilt dies nun auch nicht allgemein, so doch wenigstens für die zusammengehörenden Formen. Was die Verkalkung betrifft, so sind diejenigen Thiere älter, bei denen die Verkalkung von innen nach aussen fortschreitet, während diejenigen, bei denen das Umgekehrte der Fall ist, als die jüngeren anzusehen sind.

Alles dieses sind Erscheinungen, die in der Beschreibung des Baues und der Entwicklung der Wirbel der lebenden und ausgestorbenen Plagiostomen fernerhin eine grosse Rolle spielen werden.

Wenden wir uns nun zur Betrachtung des letzten, lebenskräftigsten und wichtigsten Zweiges, welcher bereits in paläozoischer Periode zahlreiche Repräsentanten im fossilen Zustande aufweist und

primär durch die starke Entwicklung der elastica interna, dagegen, wie bei den Marsipobranchiern, durch schwächere Ausbildung der Belegschicht im embryonalen Zustand bei allen Repräsentanten, sowie bleibend bei den ältesten Stammformen ausgezeichnet ist, so wird man sich die ältesten Repräsentanten (siehe schemat. Fig. 14 Taf. XIV), die Vorläufer der zu verschiedenen Formen sich entfaltenden Knorpelganoiden folgendermassen zu denken haben.

Es waren homocerke, freilebende, mit Kiemenhöhle und ventral entfaltetem Kiemenskelet versehene Fische. Das palatoquadratum derselben war mit dem Schädel verwachsen und der dorsale Abschnitt des zweiten Kiemenbogens (hyomandibulare-symplecticum) mit demselben verbunden. Ausserdem waren diese Thiere in dem Besitz von Spritzlöchern. Der Schädel wird vielleicht auch ein knorpeliges Schädeldach, jedoch ohne Durchbohrung von Seiten des ductus endolymphaticus besessen haben. Ausserdem werden Reste von Labialknorpeln vorhanden gewesen sein, allein die beiden Riechgruben blieben der relativen Schmalheit des Schädels entsprechend mehr auf der dorsalen Seite der pars ethmoidalis und praechordalis. Vielleicht waren sie in einer gemeinsamen Vertiefung, einem Nasensack (Cephalaspidae?) gelagert. In der Cutis zeigten sich ferner discret am Rumpfe, dagegen zusammenhängend am Schädel, an den Labialknorpeln resp. an der vorhandenen mandibula Belegknochen, im übrigen jedoch aus der geschichteten Epidermis entwickelte Seitenorgane (Organe des sechsten Sinnes). Der Darm war mit einer Spiralklappe versehen und am Vorderdarm fand sich eine zur Schwimmblase entwickelte Ausstülpung. Ein knorpliger Schulter- und Beckengürtel war vorhanden, ersterer aber nicht frei, sondern mittelst Belegknochen resp. mittelst eigener Masse mit dem Occipitaltheil des Schädels verbunden, ein Umstand, der darin seine Erklärung findet, dass der hinter den Kiemenspalten sich entwickelnde Aufhängetheil mit der Reduction des Kiemenskeletes von hinten nach vorn, nach vorn dem Schädel zuwandern muss. Ferner war ein vollkommenes, biseriales Archipterygium vorhanden.

Was die Wirbelsäule betrifft, so haben wir uns die Chorda als gleichmässig entwickelten, cylindrischen Strang durch das Achsenskelet gehend zu denken, mit stark entwickelter, geschichteter elastica interna (s. die schem. Fig. 14 Taf. XIV). Die um die Chorda mässig entwickelte Belegschicht der Urwirbelplatten wird bis an das äusserste Schwanzende aus Bindegewebe, vielleicht mit sparsam eingestreuten Knorpelzellen bestanden haben, während sich an der

Wand der animalen und visceralen Röhre nur aus Hyalinknorpel bestehende obere und untere Bogen in regelmässiger Segmentirung entwickelten.

Die Cephalaspidae werden diesen Fischen wohl am nächsten gestanden haben und von ihnen aus hat dann wohl die Entwicklung der Placodermi stattgehabt. Jedenfalls sind aus diesen Urknorpelganoiden drei Hauptzweige ableitbar, von denen der eine mit den Teleostiern abschliesst, während der zweite zu den Crossopterygiern, Lepidosteiden und Dipnoi führt und der dritte durch die Perennibranchiaten zu den höheren Thierformen sich entwickelt.

Der erste Zweig (siehe schem. Fig. 20, 21 Taf. XIV) zeichnet sich dadurch aus, dass die Hauptmasse der Wirbelsäule durch Knochenablagerungen (Belegknochen) von Seiten der um die Chorda gelagerten bindegewebigen Belegschicht gebildet wird, Knochenablagerungen, die entweder die differenzirten knorpligen Haem- und Neurapophysen gar nicht oder nur theilweise, oder auch ganz (Amia, Teleostei) in den Verknöcherungsprocess hineinziehen.

Der zweite Zweig (siehe schem. Figur 15, 16, 17, 18 Taf. XIV) zeigt dagegen als eine Wiederholung der bei den Elasmobranchiern vorkommenden Verhältnisse eine Umbildung des reichlicher um die Chorda entwickelten Theiles der Belegschicht zu ausgedehntem Faserknorpel resp. Hyalinknorpel und nachträglichem Auftreten von Belegknochen.

Im dritten Zweige bildet sich dann die Wirbelsäule dadurch heran (siehe schem. Fig. 22, 23 Taf. XIV, secundärer oder Intervertebralwirbel), dass die aus Hyalinknorpel bestehenden Haem- und Neurapophysen sich um die elastica interna herum differenziren, so dass also der Bildungsprocess in der primären Belegschicht der Chorda von den Bogen ausgehend, innerhalb derselben um die Chorda vorschreitet. Dabei kann die Masse der nicht zu Knorpel differenzirten Belegschicht sich zu einfachem Perichondrium oder zu Belegknochen entwickeln. Im letzteren Fall kann der Belegknochen gegenüber dem Knorpel geringer entwickelt sein oder

gar nicht mehr zur Ausbildung kommen jetzt lebende Amphibien, Reptilien, Vögel und Säuger), oder er übertrifft den Knorpel an Ausdehnung (Perennibranchiaten, Derotremen, Apoda) und letzterer wird erst in einer continuirlichen Entwicklungsreihe allmälig mit ersterem zu gleicher Masse ausgebildet (Enaliosaurii, Ornithoscelidae, Pterodactyli?) ausgebildet.

In dem ersten Zweige, der mit den Teleostiern abschliesst, löst sich das palatoquadratum, und die Verbindung mit dem hyomandibulare-symplecticum, wird eine innigere. Es bildet sich das Kiefersuspensorium. Dabei findet eine starke Reduction des biserialen Archipterygium statt, während bei den Crossopterygiern und Dipnoern die Beibehaltung des biserialen Archipterygium, sowie die feste Verbindung des palatoquadratum mit dem Schädel und die lockere Verbindung mit dem hyomandibulare-symplecticum (columella) häufig ist. Bei dem Ganoidenteleostiertypus wird das knorplige Schädeldach allmälig nicht mehr ausgebildet, sondern bleibt häutig und wird durch die Belegknochen ersetzt, dabei bleibt die Ohrkapsel offen, während es sich im zweiten (Dipnoi) regelmässig, trotz Belegknochen erhält und die Ohrkapsel offen oder geschlossen sein kann. Bei jenen sind die Cycloidschuppen die Regel, bei diesen die Ausnahme und Schmelzschuppen vorherrschend.

In dem dritten Zweige bei den Amphibien schwinden die Integumentalbildungen der Oberfläche (Schuppen), nachdem sich die aus demselben gebildeten Belegknochen durch Vererbung fixirt haben, nur das Mundhöhlenskelet entfaltet sich mehr wie bei den anderen (Hertwig). Das palatoquadratum bleibt in Verbindung mit dem Schädel. Das hyomandibulare-symplecticum dient als Gehörknochen (columella). Die Ohrkapsel ist regelmässig geschlossen und dabei ist die Beibehaltung äusserer Kiemen in den Stammformen die Regel. Die in allen drei Zweigen beibehaltene Schwimmblase erfährt weitere Entfaltung bei den Crossopterygiern und den Perennibranchiaten. Das biseriale Archipterygium reducirt sich bei den Amphibien zu Hand- und Fussskelet. Die Klappenreihen des Herzens, sowie die Spiralklappe des Darmes werden im Dipnoertypus beibehalten, während dagegen letztere bei den Amphibien und Teleostiern schwindet und an die Stelle der Klappenreihen die einfache Klappenreihe des Conus sich ausbildet. Es würde mich hier zu weit führen auf alle diese Verhältnisse einzugehen, weil sich dazu bei

der speciellen Darstellung der einzelnen Typen Gelegenheit genug findet. Handelt es sich doch dabei um längst bekannte Sachen.

Ich will mich darauf beschränken die auf die Entwicklung und auf den Bau der Wirbelsäule sich stützende Aufstellung des Dipnoertypus und die Herleitung desselben aus den Ganoiden näher zu begründen. Ich befinde mich dabei im schönsten Einverständniss mit GÜNTHER[1]), dem wir ja mit Bezug auf die Dipnoi so ungemein viel verdanken und vermag der Forderung HUXLEY's des Nachweises eines Dipnoerschädels bei einem Crossopterygier nicht den erheblichen Werth beizulegen, den er darauf zu legen geneigt ist.

Die ausgestorbenen Crossopterygier waren jedenfalls Knorpelganoiden mit ausserordentlich entwickeltem Dermalskelet. Dass Ersteres der Fall und auch der Schädel aus Knorpel zusammengesetzt war, scheint mir aus dem Erhaltungszustande derselben hervorzugehen. Sie erscheinen sämmtlich vollständig plattgedrückt und nur durch den Zusammenhang der Schuppen und Belegknochen in ihren allgemeinen Formverhältnissen bewahrt. Keine Spur irgend welcher centralen Theile und so glaube ich, dass wenn sich sonst der Ganoidentypus in den wesentlichsten Elementen nachweisen lässt, so ist der Mangel des Nachweises eines Dipnoerschädels, der jedenfalls bei den ausgestorbenen Crossopterygiern ausfaulte, gerade weil er aus Weichtheilen, aus Knorpel bestand, wie auch der Mangel einer Cloake unerheblich.

Man könnte ja allenfalls schwanken, ob man die Dipnoi wie die Holocephalen von den Elasmobranchiern herleiten soll, ob sie nicht vielleicht in innigeren Connex mit den Amphibien zu bringen seien. Weder das eine, noch das andere ist möglich. Sie sind eine den Amphibien parallel entwickelte Form. Dafür spricht der Bau ihrer Wirbelsäule auf das deutlichste (siehe schematische Figur 19 Taf. XIV), an der, ganz abgesehen von dem Mangel einer Segmentirung zu Wirbeln, die für den Amphibientypus characteristische Differenzirung der Bogen um die Chorda vollkommen fehlt, sowie die gegenüber den Amphibien ausserordentliche Entwicklung der faserknorpligen Belegschicht des eigentlichen Wirbelkörpers und das Vorhandensein einer elastica externa. Diesen letzteren Umstand könnte man mit Fug und Recht als einen Grund für die Zusammengehörigkeit der Dipnoi und Elasmobranchier und für die Nothwendigkeit der Ableitung dieser Thiere von den Holocephalen oder den

[1]) Description of Ceratodus. Proceedings of the zoological society 1871.

Urplagiostomen ins Feld führen, allein die Massenentwicklung der aus den Urwirbelplatten stammenden Chordascheide um die Rückensaite herum findet auch bei den jetzt lebenden Crossopterygiern statt, die kaum mit den Elasmobranchiern in directen Zusammenhang zu bringen sind, will man nicht überhaupt die Urganoiden von den Vorfahren der jetzt lebenden Plagiostomen herleiten. Dagegen spricht der Umstand, dass was bei keinem Elasmobranchier der Fall ist, während es bei den Ganoiden und den zu ihnen gehörenden Thierclassen die Regel, dass sich eine vom Perichondrium der Wirbelsäule gebildete Belegschicht findet, die nicht wie die Masse, welche bei Cestracion auf der peripheren Verkalkung lagert einfach ursprünglicher Knorpel, sondern secundäre Ablagerung ist. Ferner sprechen die Integumentalknochen des Schädels, die Ausbildung der Zähne im Bereiche des Basilartheils des Schädels, die niemals bei den Elasmobranchiern stattfindet, für die Zugehörigkeit zum Ganoidentypus. Schliesslich hebe ich dann noch hervor, dass, was bei den alten Plagiostomen nie der Fall, wo Faser- oder Kernfaserknorpel vorhanden ist, die Häm- und Neurapophysen aus einem Hyalinknorpel bestehen, dass die Bogen sich mit andern Worten wie im Ganoidentypus homogen entwickeln. Das Vorhandensein einer elastica externa bezeugt ja nur, dass die primäre Entwicklung der Belegschicht eine so grosse Ausdehnung erfuhr, dass zwei Ernährungscentren mit einer zwischenliegenden neutralen Zone sich bilden mussten. In Folge dieser Massenentwicklung erscheint dann auch die elastica interna selbstverständlich wie bei den Elasmobranchiern. Weitere Gründe für die Herleitung von Ganoiden liessen sich aus der Schwimmblase entnehmen. Dass die jetzt lebenden Crossopterygier nicht in directen Zusammenhang mit den Dipnoi zu bringen sind ist nach den Untersuchungen von Gegenbaur über die Wirbelsäule des Lepidosteus[1] ohne Weiteres einleuchtend, und es lässt sich demnach auch bei ihnen kein Dipnoerschädel nachweisen. Sie sind getrennte Zweige am gemeinsamen Stamm ausgestorbener Crossopterygier, von denen, wie ich in dem Capitel über Ganoiden näher nachzuweisen im Stande sein werde vor allem Holoptychius hervorzuheben wäre. Bei Lepidosteus und Polypterus kann es wegen der schnellen Entwicklung des Knorpels um die Chorda, namentlich aber wegen der auf diesen und auf die Bogen übergreifenden Verknöcherung von Seiten des Restes der Belegschicht nicht zur blei-

[1] l. c.

benden Ausbildung von Elasticaelementen kommen, wie bei den Dipnoi. Ob aber nicht entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen an jüngeren Exemplaren, als bisher Gegenstand der Forschung geworden sind, auch bei diesen Thieren die Grundlage für eine elastica, die neutrale Zellmasse, werden nachweisen können, erscheint mir wohl möglich und wäre es der Fall, dann ist noch ein weiterer wichtiger Beweis für die Zusammengehörigkeit der Crossopterygier mit den Dipnoi geliefert.

Breslau, Mai 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XII.

Fig. 1. Gr. $^3/_1$. Hintere Schwanzwirbel eines Cestracion Philippi von der Seite gesehen. *a* spinae neurales, *b* Schaltstück mit oberen, *c* Neurapophysen mit unterem Nervencanal, *d* Hämapophysen.

Fig. 2. Gr. $^3/_1$. Vordere Schwanzwirbel von der Seite. *a* untere, *b* mittlere Vertiefung, *c* obere Leiste, *d* Neurapophyse, *e* Schaltstück, *f* Schaltstück der Hämapophysen.

Fig. 3. Gr. $^3/_1$. Vorderer Schwanzwirbel von der Wirbelhöhlung gesehen. *a* Feld zum Ansatz der Zwischenwirbelgewebe, *c* Neurapophyse, *b* zapfenartig vorragende Chorda.

Fig. 4. Gr. $^3/_1$. Mittlerer Querschnitt durch einen vorderen Schwanzwirbel. *a* seitliche, *b* ventrale, *c* dorsale Kalkstrahlen.

Fig. 5. Gr. $^8/_1$. Mittlerer Längsschnitt durch die hinteren Schwanzwirbel. *a* centraler Fasertheil der Chorda, *b* centraler, hyaliner Knorpelbelag des Doppelkegels, *c* Intervertebralgewebe, *d* aufgelockerter Theil der Chorda, *e* centraler Doppelkegel, *f* elastica externa, *g* skeletogene Schicht.

Fig. 6. Gr. $^8/_1$. Peripherer Querschnitt durch einen hinteren Schwanzwirbel. *a* elastica externa, *b* Fasermasse der Hämapophyse, *c* Fasermasse der Neurapophyse.

Fig. 7. Gr. $^8/_1$. Mittlerer Querschnitt durch einen hinteren Schwanzwirbel. *a* elastica externa, *b* ventrales, *c* dorsales Faserbündel der skeletogenen Schicht.

Fig. 8. Gr. $^8/_1$. Mittlerer Querschnitt durch einen vorderen Schwanzwirbel. *a* periphere Verkalkung, *b* seitliche Kalkstrahlen, *c* seitliche Nebenstrahlen, *d* seitliche elastica externa.

Fig. 9. Gr. $^{120}/_1$. Theil des Querschnitts. *a* centrale Wucherung der Knor-

pelschicht, *b* Kernfasern innerhalb derselben, *c* innere dunkle, *d* äussere, dunkelgefärbte Schicht des centralen Doppelkegels, *e* die Kalkstrahlen aussendende Lage, *f* säulenartig angeordnete Knorpelzellen des chordalen Wirbelkörpers, *g* knorpliger Theil der elastica externa, *h* Kernfasern der skeletogenen Schicht, *i* Kalkstrahl.

Tafel XIII.

Fig. 10. Gr. $^{250}/_{1}$. Theil des Querschnitts durch den hinteren Schwanzwirbel. *a* gewucherter, die Chorda verdrängender, Centralknorpel, *b* die davon eingeschlossenen Reste der elastica interna, *c* Kernfasern der centralen Knorpellage, *d* centraler Doppelkegel, *e* erste Entstehung eines Kalkstrahles, *f* kernfaserige elastica externa, *g* Kernfasern der skeletogenen Schicht.

Fig. 11 u. 12. Natürl. Gr. Die Hautstacheln des Acrodus aus Moernsheim.

Fig. 13. Gr. $^{20}/_{1}$. Placoidschuppe von Cestracion Philippi von oben gesehen. *a* Fussplatte, *b* Stachel, *c* Knie mit der Basis des Kammes, *d* Seitenflügel.

Fig. 14. Gr. $^{20}/_{1}$. Placoidschuppe ohne Fussplatte von Acrodus falcifer.

Fig. 15. Gr. $^{20}/_{1}$. Placoidschuppe ohne Fussplatte von dem Acrodus aus Moernsheim.

Fig. 16. Gr. $^{20}/_{1}$. Querschnitt durch eine Placoidschuppe des Acrodus aus Moernsheim. *a* Fussplatte, *b* Schuppen-(Pulpa-)Höhle, *c* Dentin. *d* Schmelz.

Fig. 17. Gr. $^{2}/_{1}$. Wirbel des Acrodus falcifer von der Seite.

Fig. 18. Gr. $^{3}/_{1}$. Wirbel des Acrodus aus Moernsheim von der Seite. *a* Vertiefung, *b* Leiste.

Fig. 19. Gr. $^{4}/_{1}$. Wirbel eines Cestracion aus der mittleren Kreide (Jerusalem) von der Seite. *a* Leiste, *b* Grube der Seitenfläche. Untere Leiste theilweise abgebrochen.

Fig. 20. Gr. $^{4}/_{1}$. Derselbe Wirbel von der Höhlung gesehen.

Fig. 21. Gr. $^{8}/_{1}$. Querschliff durch einen Wirbel des Acrodus aus Moernsheim. *a* Reste des centralen Doppelkegels, *b* die die Kalkstrahlen aussendende Schicht.

Fig. 22. Gr. $^{8}/_{1}$. Längsschliff durch einen Wirbel des Acrodus aus Moernsheim. *a* die Kalkstrahlen aussendende Schicht, *b* Reste des centralen Doppelkegels, *c* amorphe Gesteinsmasse, *d* Kalkspathplatten.

Fig. 23. Querschliff durch einen anderen Wirbel des Acrodus aus Moernsheim. *a* Reste des centralen Doppelkegels, *b* Reste der peripheren Verkalkungszone der skeletogenen Schicht, *c* Kalkstrahl.

Tafel XIV. Schematische Figuren.

Allgemeine Farbenerklärung.

Roth punctirt. Einfach faseriges Bindegewebe.
Roth. Faserknorpel. Knorpel mit Kernfasern.
Gelb. Hyalinknorpel.
Blau. Bindegewebe.
Blaugelb. Bindegewebe mit eingesprengtem sparsamen Knorpel. Stammbaum.)

Rothgelb. Bindegewebe mit reichlichem Knorpel.
Grün. Elastisches Gewebe. Elastica interna und externa.
Schwarz. Centraler Doppelkegel oder Belegknochen.
Gelbschwarz punctirt. Centrale Verkalkungen oder Verknöcherungen.
Blauschwarz punctirt. Faserknorpel mit überwiegendem Bindegewebe.

Fig. 1. Typus mit starker elastica interna, sparsamer Belegschicht und einfacher seitlicher Ernährungsbahn.

Fig. 2. Typus mit schwacher elastica interna und reichlicher Belegschicht. Neutrale Zone zwischen den beiden Ernährungsströmen. (Grundlage der elastica externa.)

Fig. 3. Wirbelsäulendurchschnitt eines Urfisches. Schwache elastica interna, schwache Belegschicht.

Fig. 4. Wirbelsäulenquerschnitt eines Marsipobranchiers. Elastica interna mittelstark, bindegewebige Belegschicht.

Fig. 5. Wirbelsäulenquerschnitt eines Urelasmobranchiers. Schwache elastica interna, faserknorpliger chordaler Wirbelkörper umgeben von der gleichmässig gehaltenen Grundlage der elastica externa (neutrale Zone), faserknorplige, aufgesetzte und getrennte Bogen.

Fig. 6. Wirbelsäulenquerschnitt eines Holocephalen. Schwache elastica interna, faserknorpliger chordaler Wirbelkörper mit centraler Verkalkung, elastica externa, aufgesetzten faserknorpligen Bogen.

Fig. 7. Wirbelsäulenquerschnitt eines Notidanus. Faserknorpliger, chordaler Wirbelkörper, zellige elastica externa, aufgesetzte knorplige Bogen mit Kernfasern.

Fig. 8. Wirbelsäulenquerschnitt eines Cestracion. Theilweise hyalinknorpliger, theilweise mit Kernfasern und mit verkalktem Doppelkegel versehener eigentlicher Wirbelkörper, knorplige herumgehende Bogen mit Kernfasern, zellige elastica externa.

Fig. 9. Wirbelsäulenquerschnitt eines Squalorajiden. Zellige elastica um den centralen Doppelkegel, aufgesetzte Bogen.

Fig. 10. Wirbelsäulenlängsschnitt eines Cestracion zur Versinnlichung der Haupternährungsbahnen (roth).

Fig. 11. Wirbelsäulenquerschnitt eines Selachiers mit herumgehenden Bogen, aber zelliger elastica externa.

Fig. 12. Wirbelsäulenquerschnitt eines Selachiers mit continuirlicher, als elastische Platte auftretender elastica externa.

Fig. 13. Wirbelsäulenquerschnitt eines solchen mit durchbrochener, zellenloser elastica externa.

Fig. 14. Wirbelsäulenquerschnitt eines Urtectobranchiers. Mittelstarke elastica externa. Hyalinknorplige aufgesetzte Bogen in der bindegewebigen Belegschicht.

Fig. 15. Wirbelsäulenquerschnitt eines Urcrossopterygiers. Mittelstarke elastica interna und stark entwickelte Belegschicht.

Fig. 16. Wirbelsäulenquerschnitt eines Crossopterygiers mit unmittelbar um die elastica interna sich entwickelnden zusammenhängenden Bogen, die aus Hyalinknorpel bestehen.

Fig. 17. Wirbelsäulenquerschnitt eines Crossopterygiers mit Belegknochen und Verkalkung resp. Verknöcherung des Bogenantheils der Wirbelsäule (Polypterus).

Fig. 18. Wirbelsäulenquerschnitt eines Dipnoi mit stark entwickelter faserknorpliger Belegschicht um die Chorda, aufgesetzten Bogen und gleichmässig blau gehaltener neutralen Zone (elastica).

Fig. 19. Weiteres Entwicklungsstadium mit vollendeter elastica und Belegknochen.

Fig. 20. Wirbelsäulenquerschnitt eines Knorpelganoiden. Excessiv entwickelte elastica interna. Schwache Belegschicht (Bindegewebe) mit hyalinknorpligen aufgesetzten Bogen.

Fig. 21. Wirbelsäulenquerschnitt einer Amia resp. eines Teleostiers. Reducirte elastica interna. Von Belegknochen umhüllte, hyalinknorplige Bogen.

Fig. 22 u. 23. Wirbelsäulenquerschnitt eines Perennibranchiaten und Längsschnitt desselben. Vom Intervertebralraum her eindringender um die elastica interna gelegter, hyalinknorpliger Bogenantheil des Wirbelkörpers.

Nachtrag.

Bei einer Durchsicht der münchener Sammlung im Herbste dieses Jahres, die mir mein verehrter College Prof. Zittel mit gewohnter Liebenswürdigkeit gestattete, fand ich unter den Bruchstücken und unbestimmten Fischüberresten eine mehrfach verletzte und unscheinbare Platte aus dem lithographischen Schiefer, bezeichnet 1875. XIV. 23, mit dem hinteren Schwanztheile eines Haies, dessen nähere Bestimmung im Augenblicke unthunlich war, weil weder die nur theilweise gut erhaltenen Wirbel, noch die Placoidschuppen irgend welche in die Augen fallenden Merkmale trugen. Auch aus der allgemeinen Form des Schwanzendes, welches stumpf abgerundet und leicht aufgebogen erscheint, lassen sich mit Bezug auf die systematische Stellung des Trägers keine sicheren Schlüsse ziehen, da ähnliche Formen sowohl in der Familie Scyllium, wie bei Cestracion vertreten sind. Die dreispitzige Form der Placoidschuppen hätte auch für einen Repräsentanten der Familie Scyllium, namentlich für Cheiloscyllium sprechen können.

Die in gewohnter Weise vorgenommene mikroskopische Analyse zweier ohne Beschädigung des Exemplares herausgenommener Wirbel zeigte nun aber mit überraschendster Klarheit, dass es sich um einen Cestracion handelt und übertrifft die Erhaltung der Gewebselemente der Wirbel dieser wichtigen Platte weit die der beiden anderen, die im Besitze der reichen münchener Sammlung sind, des Acrodus falcifer und des von mir bestimmten Exemplares aus Moerns-

heim. Bei der Zusammenfassung dieser Arbeiten werde ich nicht verfehlen die bezüglichen Abbildungen zu geben und begnüge mich daher für diesmal mit der Hervorhebung der wichtigsten Einzelheiten.

Der centrale Doppelkegel zeigt dieselben Lagen verkalkten Knorpels mit denselben Zellformen, wie ich sie von Cestracion Philippi beschrieben habe. Vor allen Dingen wichtig und für die Bestimmung entscheidend ist jedoch das Verhalten der um den Doppelkegel gelagerten verkalkten Knorpelmassen und der davon ausgehenden Strahlen. Die Verkalkung der Zwischenzellsubstanz, die Vertheilung der Zellen oder vielmehr der Höhlen, in denen dieselben lagen, bietet genau das in Taf. XII Fig. 8 u. 9 dargestellte Bild, wie sich auch die Schichtung der Strahlen auf das deutlichste erkennen lässt. Auch die Anordnung der letzteren ist die für Cestracion characteristische. Es finden sich zwei seitliche, durch eine Furche unvollkommen getheilte Strahlen und ausserdem je einer in der dorsalen und ventralen Mittellinie des Wirbels. Der einzige Unterschied gegenüber den Schwanzwirbeln des Cestracion Philippi ist das Fehlen der Asymmetrie der seitlichen Strahlen und der Mangel der Theilung des dorsalen und ventralen Strahles, ein Verhältniss, welches auch der Moernsheimer Cestracion zeigte. Ich gebe dabei jedoch Folgendes zu bedenken. Einmal haben die Untersuchungen der hintersten Schwanzwirbel eines Cestracion gezeigt, dass diese beiden Strahlen anfänglich ungetheilt sich entwickeln und dann wäre es wohl möglich, wie bereits hervorgehoben, dass die verschiedenen jetzt lebenden Cestracionten in dieser Beziehung Unterschiede darböten und dass ferner erwachsene Exemplare von Cestracion Philippi gegen das Ende ihres Schwanzes beständig nur einen dorsalen und ventralen Wirbelstrahl beibehalten. Meine Untersuchungen erstreckten sich ja nur auf die vordersten und hintersten Schwanzwirbel.

Was die peripheren Verkalkungen, namentlich der Haem- und Neurapophysen betrifft, so liessen sich an diesem fossilen Exemplare auch davon Spuren in Gestalt durch einandergeworfener, verkalkter Knorpelplättchen nachweisen.

Die Form der Placoidschuppen stimmt am meisten mit denen des Cestracion Philippi überein.

Breslau, December 1877.

Fig. 1.

Fig. 5.

Fig 2

Fig. 9.

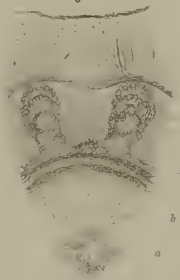


Fig. 4.

Fig. 3.

Fig. 6.

Fig. 8.

Fig. 7.

Fig. 13.

Fig 14.

Fig 15.

Fig 11.

Fig. 12.

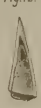


Fig. 10.

Fig 20

Fig. 18.

Fig 19

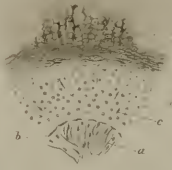


Fig. 21.

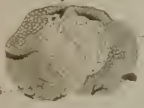


Fig. 16

Fig. 17.

Fig. 22.

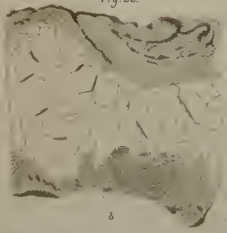
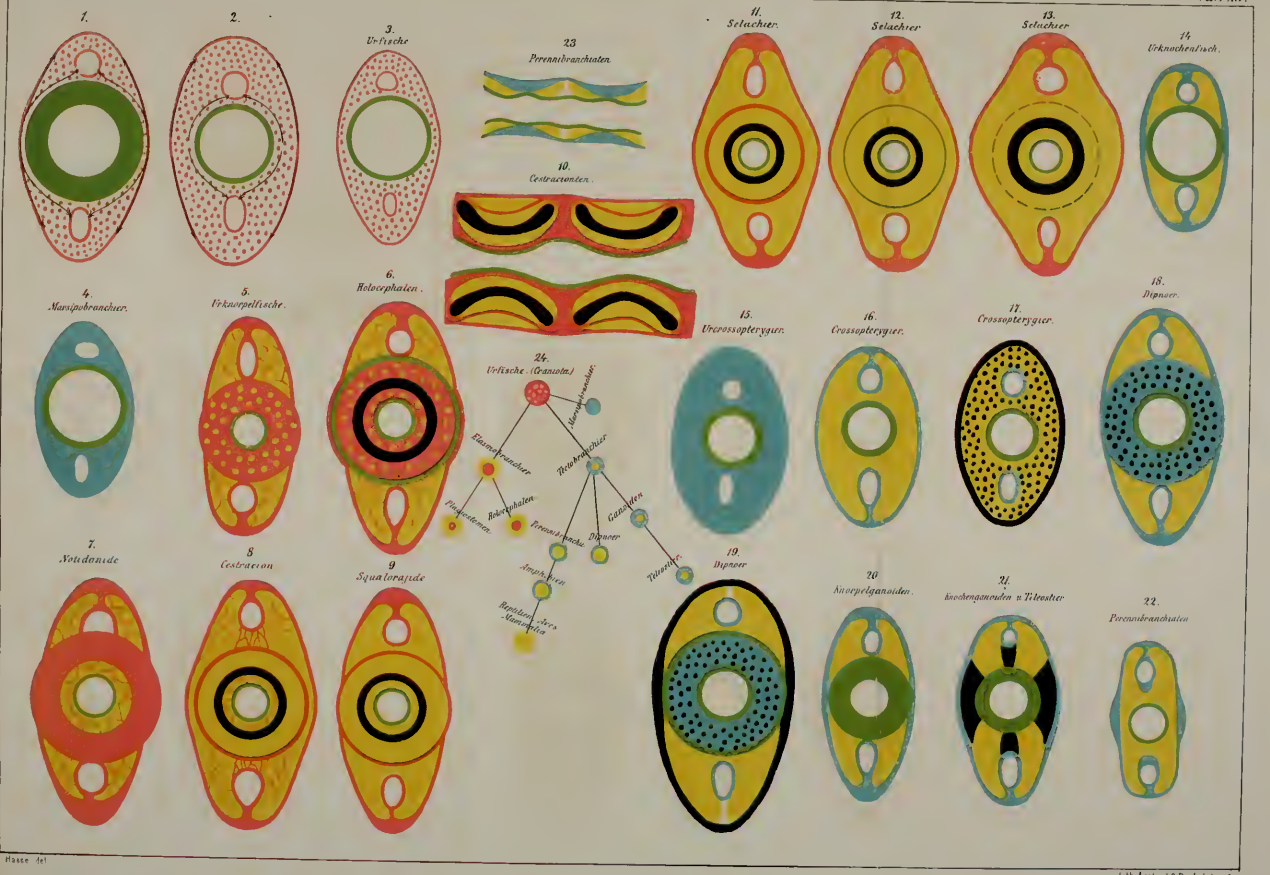


Fig. 23.



Masse del

Lith Anst v J G Bach, Leipzig