



~~Alex. Agassiz~~

Library of the Museum
OF
COMPARATIVE ZOOLOGY,

AT HARVARD COLLEGE, CAMBRIDGE, MASS.

Founded by private subscription, in 1861.

Deposited by ALEX. AGASSIZ.

No. 8257.

April 24, 1903



DAS
NATÜRLICHE SYSTEM DER ELASMOBRANCHIER

AUF GRUNDLAGE

DES BAUES UND DER ENTWICKLUNG IHRER WIRBELSÄULE.

EINE MORPHOLOGISCHE UND PALÄONTOLOGISCHE STUDIE

VON

Carl
C. HASSE

O. Ö. PROP. DER MENSCHLICHEN UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT Breslau.

UNTER MITWIRKUNG

DER HERREN ASSISTENTEN PROSECTOR DR. G. BORN, DR. H. STRASSER UND DR. PH. STÖHR.

MIT ZWEI TAFELN ABBILDUNGEN, ZWEI STAMMTAFELN UND SECHS HOLZSCHNITTEN.

JENA

VERLAG VON GUSTAV FISCHER

VORMALS FRIEDRICH MAUKE

1879.

LIBRARY
MUSEUM
6770103171

Sinnspruch: Stets das Ganze.

SEINEM

THEUREN LEHRER

PROF. DR. J. HENLE

UND DEM ANDENKEN

J. MÜLLER'S

GEWIDMET.

V o r w o r t.

Das Werk, welches ich Ihnen, hochverehrter Lehrer, und dem Andenken unseres grossen Meisters, J. Müller, darbringe, ruht auf Ihren Schultern und wandelt im Wesentlichen die Bahn, welche Sie durch Ihr classisches Werk: „Systematische Beschreibung der Plagiostomen“ brachen. Möchten Sie dem Schüler die Anerkennung zu zollen im Stande sein, dass er frei von einseitigem Streben und einseitiger Auffassung den Boden nüchterner und gründlicher Forschung, auf den Sie ihn alle Zeit durch Lehre und Beispiel verwiesen, nirgends verlassen hat und möchten Sie die Mängel und Lücken wesentlich darauf zurückzuführen vermögen, dass es selten einem Forscher, der eine neue Bahn auf einem wenig bebauten Gebiete paläontologischer Forschung zu brechen versucht, vergönnt ist, alles vorhandene Material oder auch nur den grössten Theil desselben zu verarbeiten. Darunter leidet die absolute Sicherheit der allgemeinen Resultate und Schlussfolgerungen, und ich bin gewiss der Letzte, der zu dem Glauben hinneigt, dass die stammesgeschichtlichen Erläuterungen mehr als ein Versuch seien die einschlägigen Fragen zu lösen. Ist somit der Schritt vorwärts in der Erkenntniss der lebenden und ausgestorbenen Thiere nur ein verhältnissmässig kleiner, so möchte doch damit gezeigt sein, dass bessere und mit grösseren Hilfsmitteln ausgerüstete Kräfte auf diesem Wege und mit dieser Methode das Ziel erreichen können, den stammesgeschichtlichen Zusammenhang der einzelnen Formen und die im Laufe vergangener Erdperioden vor sich gegangene Entwicklung der höheren aus niederen zum Range einer allseitig erwiesenen Thatsache zu erheben.

Schwerlich wäre es mir gelungen das Werk so rasch zu fördern, als es geschehen, wenn ich nicht in aufopfernder und dankbar anzuerkennender Weise von meinen vortrefflichen Herren Assistenten Dr. G. Born, Dr. H. Strasser und Dr. Ph. Stöhr bei Anfertigung der Präparate unterstützt worden wäre, und wenn mir nicht die überaus kunstfertigen Hände der Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen bei der Herstellung mikroskopischer Schliffe zur Verfügung gestanden hätten. Vor allen Dingen ist aber auch die grosse Bereitwilligkeit, mit der mich meine Herrn Collegen Prof. E. van Beneden, P. van Beneden, Beyrich, Blasius, Bleeker, Dupont, Eimer, Fischer, Gegenbaur, Geinitz, Harting, v. Koch, v. Kölliker, Lindström, Lütken, Meyer, Nordenskjöld, Pavesi, Reichert, Römer, Schlegel, Schwalbe, v. Seebach, v. Siebold, Troschel,

Zittel und Dr. Dohrn, Graeffe, Günther, Hubrecht, Klunzinger, Marshall, Pfarrer Dr. Probst, sowie Herr Maschke in Göttingen mit Material unterstützten, ein wesentlicher Hebel gewesen, und weiss ich nicht Worte des Dankes zu finden, die auch nur einigermaassen der Grösse des mir bewiesenen freundlichen und freundschaftlichen Entgegenkommens entsprechen. Ich kann nur hoffen, dass sie einen geringen Ersatz in dem Nutzen, der mit diesen Untersuchungen verknüpft ist, finden werden.

April 1879.

Inhalt.

	Seite
Vorwort	V
Einleitung	1
Methode der Untersuchung	5

Allgemeiner Theil.

Allgemeine Folgerungen	9
----------------------------------	---

Capitel I.

Entwicklung der Wirbelsäule	11
---------------------------------------	----

Capitel II.

Zusammenfassung der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen	27
--	----

Capitel III.

Stammesgeschichtliche Folgerungen	30
---	----

Capitel IV.

Allgemeine paläontologische Folgerungen	56
---	----

Capitel V.

Allgemeine biologische Folgerungen	73
--	----

Einleitung.

Die überaus reiche Literatur über den Bau und die Entwicklung der Wirbelsäule, die auf deutschem Boden Namen wie J. Müller, Rathke, Gegenbaur u. A. aufweist, beweist zur Genüge, welche ungemeine Bedeutung für die Erkenntniss der Wirbelthiere die Forscher gerade diesem Systeme beilegen. Der Werth ergibt sich von vorne herein durch die in die Augen fallende Uebereinstimmung im Bau und in der Lage der Wirbelsäule bei sämtlichen Wirbelthierabtheilungen, durch die Frühzeitigkeit ihrer Entstehung und die relative Einfachheit, Festigkeit und Widerstandsfähigkeit der sie zusammensetzenden Gewebe.

Dieser sich gleichbleibende, anatomische Charakter der Wirbelsäule umgrenzte ja scharf den Typus der Wirbelthiere, und deswegen musste es nach der Revolution, die das Darwin'sche Princip in den wissenschaftlichen Anschauungen hervorgerufen hat, von höchster Bedeutung sein, gerade an diesem Systeme die Richtigkeit oder Unrichtigkeit der Evolutionstheorie zu beweisen, dasselbe als Prüfstein für die Annahme des verwandtschaftlichen Zusammenhanges der einzelnen Abtheilungen und der Entwicklung der höheren aus niederen zu benutzen. Entweder musste es möglich sein eine stufenweise Fortbildung der Bestandtheile des Axenskeletes, eine Anzahl allmählig auftretender, sich folgender kleiner Veränderungen des ursprünglich Gegebenen nachzuweisen, oder es machten sich typische Unterschiede geltend, die sich nicht auf einander zurückführen liessen. Ersteres war wahrscheinlicher, und damit auch wahrscheinlich die Theorie der allmählichen Fortbildung und Umwandlung in Folge ausserhalb des Axenskeletes liegender Bedingungen. Trat doch die Thatsache bereits den älteren Forschern klar vor die Augen, dass in den niederen Wirbelthierclassen der Bau des Axenskeletes embryonaler Stufen des der höheren entspricht, und dass die Verdrängung der Chorda durch die Scheide ein allmählich in der Wirbelthierreihe vorschreitender Process ist. War doch ferner, namentlich von paläontologischer Seite die innige Verwandtschaft der Ganoïden und der Teleostier, die Entwicklung der Letzteren aus den Ersteren trotz der Kluft, die die jetzt lebenden Formen trennt, nachgewiesen. Gegenbaur¹⁾ war es vor Allem, welcher an der Hand entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen, die sich in schönster Weise denen von J. Müller²⁾ anschliessen, die von dem Darwin'schen Principe geforderte stufenweise Fortbildung und somit den verwandtschaftlichen Zusammenhang, namentlich der Amphibien und Reptilien nachwies. Später brachten die schönen entwick-

1) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. Leipzig, 1862. — Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend anatomischen Bemerkungen. — Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaften Bd. 3, 1867.

2) Anatomie der Myxinoiden.

Hassé. Das natürliche System der Elasmobranchier.

lungsgeschichtlichen Untersuchungen namentlich von Götte¹⁾ und Balfour²⁾ Licht über das Wesentliche in der Entstehung der ersten Skeletelemente.

Sind nun auch alle diese neueren und älteren entwicklungsgeschichtlichen und anatomischen Untersuchungen keineswegs abschliessend und vollkommen grundlegend für eine wirkliche Stammesgeschichte der Wirbelthiere, so ist ihnen doch das grosse Verdienst zuzuschreiben, die leitenden Gesichtspunkte angegeben und auf die Bedeutung der Untersuchung der Wirbelsäule für stammesgeschichtliche Verhältnisse in genügender Weise hingewiesen und den Beweis geliefert zu haben, dass auch auf diesem Gebiete kein genügender Grund vorliegt, die Darwin'sche Entwicklungslehre abzulehnen. Der Mangel einer durch alle Abtheilungen nicht allein, sondern auch durch die einzelnen Familien durchgeführten Untersuchung vollständiger Entwicklungsreihen mittelst der neueren Methode der Herstellung von Schnittserien macht die Grundlage einigermaassen schwankend, allein diesem Mangel ist bei der ungeheuren Ausdehnung und der schwierigen Beschaffung des Materiales nicht so leicht und einfach abzuhelfen. Vor allen Dingen fehlt aber die nothwendige Ergänzung einer morphologischen Untersuchung durch die Erforschung des Wirbelbaues und der Wirbelentwicklung ausgestorbener Thiere, die durchaus als der Betrachtung der gröberen Verhältnisse gleichwerthig erachtet werden muss. Nur durch die Verknüpfung anatomischer, entwicklungsgeschichtlicher und histologischer Untersuchung des lebenden sowohl, wie des fossilen Materiales ist ein sicheres Fundament zu errichten.

Jeder Schritt vorwärts in der Erkenntniss der Stammesgeschichte muss abhängig sein von der Kenntniss der äusseren sowohl, wie inneren Merkmale, seien dieselben nun mikro- oder makroskopischer Natur, der Ueberreste ausgestorbener Thiere als gleichwerthiger Glieder der Organismenreihe, und die Aufstellung von Stammbäumen würde ohne die genaueste Berücksichtigung der Paläontologie eitel Spielerei sein. Dabei ist dann aber auch hervorzuheben, dass sich die Paläontologie, abgesehen von dem Nutzen, den sie der Geologie als Dienerin gewährt, nicht über den Rang einer Archivwissenschaft erhebt, so lange sie nicht aufmerksamen Sinnes den morphologischen Forschungen auf dem Gebiete lebender Wesen folgt und sich die Thatsachen der vergleichenden Anatomie und Entwicklungsgeschichte in derselben Weise zu Nutzen macht, wie die der sogenannten Systematik.

Unter dem Banne dieser Anschauungen habe ich es versucht den Forderungen, die meiner Ueberzeugung nach die Morphologie stellen muss, auf einem begrenzten Gebiete des Thierreiches, zunächst der Elasmobranchier gerecht zu werden und habe es unter grösstmöglicher Berücksichtigung der Zoologie, Entwicklungsgeschichte, Anatomie und Paläontologie gewagt ein natürliches System dieser Thiere aufzustellen.

Ich wählte gerade diese Thierklasse zum Vorwurf meiner Untersuchung aus verschiedenen Gründen. Einmal ist durch die classischen Untersuchungen Gegenbaur's³⁾ nachgewiesen, dass dieselben in der Organisation ihres Skeletes auf einer niederen, den Stammformen der Wirbelthiere näheren Stufe stehen und somit für die Erkenntniss der Urformen der Wirbelthiere in hohem Grade wichtig sind, wenn auch weniger als die Cyclostomen, und dann ist namentlich durch die Untersuchungen Kölliker's⁴⁾ klar gelegt, dass trotz aller Aehnlichkeiten in der histologischen Zusammensetzung der

1) Entwicklungsgeschichte der Unke (*Bombinator igneus*), 1875. — Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystemes der Wirbelthiere. — Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XV und XVI.

2) A Monograph on the development of elasmobranch fishes. London, 1878.

3) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere. Leipzig, 1864.

4) Entwicklung der Wirbel der Selachier. Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. X. Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier etc. — Abhandlungen der Senkenbergischen naturforschenden Gesellschaft, Bd. V.

Wirbelsäule nicht bloss in den einzelnen Familien, sondern auch in den einzelnen Gattungen so erhebliche Verschiedenheiten im Baue vorhanden sind, dass der Werth für die Systematik entweder ein ungemein grosser, oder wie Götte¹⁾ es in der neuesten Zeit ausspricht, ein verschwindend kleiner sein muss. Treten doch auch in den übrigen Organisationsverhältnissen Unterschiede zu Tage, wie der Wechsel in der Zahl der Kiemenspalten, in dem Vorhandensein einer Nickhaut und eines Spritzloches, dem Reste einer embryonalen Kiemenspalte, Unterschiede, die in den Abtheilungen der höheren Wirbelthiere nicht in derselben Weise herrschen. Es musste lockend sein zu sehen, in wie weit die den äusseren Merkmalen entnommenen systematischen Aufstellungen, wie sie Männer wie J. Müller, Hentle²⁾ und Günther³⁾ gemacht haben, sich mit den Resultaten, welche die morphologische Erforschung der inneren Strukturverhältnisse an die Hand gab, deckten, beziehungsweise wie sie dieselben ergänzten. Schliesslich lag dann auch ein besonderer Reiz in dem Umstände, dass gerade die Wirbelreste bei dieser, wie bei den übrigen Abtheilungen der Fische von Seiten der Paläontologen so gut wie unverwerthet gelassen sind, während dagegen, und zwar mit vollkommenem Recht, den Zähnen die grösste Aufmerksamkeit geschenkt wurde.

Ich halte die Zähne in ihrem stammesgeschichtlichen Werthe für nahezu so wichtig, wie die Theile des Axenskeletes. Auch bei ihnen machen sich trotz der Einfachheit und trotz der Uebereinstimmung im Bau leise Unterschiede geltend und die Umwandlungen gehen ganz allmählig vor sich. Uebrigens will ich nicht unterlassen hervorzuheben, dass bereits früher von hervorragender Seite den fossilen Wirbeln eine ungemeine Wichtigkeit beigelegt wurde. Ich brauche blos an die Aeusserungen zu erinnern, die Agassiz⁴⁾ in seinem classischen Werke, in dem sich auch die ersten Angaben über mikroskopische Strukturverhältnisse finden, niedergelegt hat. Er hebt ausdrücklich die Unsicherheit in der Bestimmung der Zähne hervor und spricht den lebhaften Wunsch aus, es möchten die fossilen Wirbel an der Hand der bei den lebenden Vertretern sich findenden Verhältnisse des Baues untersucht werden, ein Wunsch, der, wenn auch nur in bescheidenem Maasse, durch die Darstellungen J. Müller's, welche sich in demselben Werke niedergelegt finden, erfüllt wurde. Das Material, welches J. Müller untersuchte, war einmal ein begrenztes und wurde ausserdem nur zur Klärung äusserer Formverhältnisse benutzt. Der Nutzen für die Deutung paläontologischer Funde war dem entsprechend so gering, dass keiner der Nachfolger wesentlich über die von J. Müller und Agassiz gezogenen Grenzen hinausging. Selbst die Bemühungen von Queckett⁵⁾ und Kiprijanoff⁶⁾, den mikroskopischen Bau fossiler Wirbel zu ergründen, hatten nur geringen Einfluss, bei dem letzteren Autor wohl wesentlich deshalb, weil demselben die strenge histologische Schulung abging. Der entscheidende Erfolg wäre gewiss nicht ausgeblieben, wenn von paläontologischer Seite die ausgedehnten Untersuchungen von Kölliker⁷⁾, Gegenbaur⁸⁾ und Anderen über den Bau der Wirbel lebender Elasmobranchier berücksichtigt und benutzt worden wären, allein es fehlte und fehlt heut zu Tage noch vielfach an jeglicher Verbindung zwischen paläontologischer und neuerer vergleichend anatomischer Forschung.

1) Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystems der Wirbelthiere. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XV.

2) Systematische Beschreibung der Plagiostomen. Berlin, 1841.

3) Catalogue of the Physostomi in the British Museum. London, 1870.

4) Recherches sur les poissons fossiles. Neuchatel, 1833—43.

5) Histological catalogue II, 1855.

6) Fischüberreste im kurskischen eisenhaltigen Sandsteine.

7) l. c.

8) l. c.

Selbst die Integumentreste, die an lebenden Formen von J. Müller und Henle¹⁾ klar beschrieben und gut dargestellt wurden, fanden keine besondere Verwendung, und ich habe mich deswegen verpflichtet gefühlt so weit als möglich auch die Placoidschuppen in den Bereich meiner Betrachtungen zu ziehen, um auch durch diese werthvolle Aufschlüsse zu bekommen.

In einer Anzahl von Arbeiten²⁾ habe ich bereits gezeigt, dass der Erhaltungszustand der Wirbel fossiler Elasmobranchier, trotzdem sie wesentlich aus Knorpel zusammengesetzt sind, der mikroskopischen Analyse kein Hinderniss bereitet und somit eine genaue Diagnose gestattet, allein die Arbeiten tragen mehr oder minder einen fragmentarischen Charakter. Es mussten viele allgemeine Fragen unberührt gelassen werden, und sie wiesen nur darauf hin, dass auf dem eingeschlagenen Wege manches Neue zu finden und manche allgemein interessante Thatsache der Wissenschaft einverleibt werden könnte. Trotz der Ausdehnung nun, die seit diesen Veröffentlichungen meine Untersuchungen Dank der wohlwollenden Unterstützung so vieler ausgezeichneten Collegen gewonnen haben, ist auch jetzt noch manche Lücke, namentlich auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete vorhanden, allein es ist doch wenigstens möglich gewesen einen Rahmen zu bilden, der ausgefüllt werden kann und den Grundstein zu einem Gebäude zu fertigen, das kommende Forscher zu krönen im Stande sein werden. Aus den meisten Familien fehlen zusammenhängende Entwicklungsreihen, es war ferner bei der Kostbarkeit des Untersuchungsmateriales bei einer grossen Anzahl von Thieren nicht möglich andere Wirbel als Schwanzwirbel zu untersuchen, und es war ferner das paläontologische Material, wenn auch gross und verschiedenen Ländern (Deutschland, Schweiz, Belgien und Holland) entstammend, doch gegenüber der Menge des in anderen Ländern gewiss noch Vorhandenen gering. Das möge neben der Unvollständigkeit der paläontologischen Urkunden namentlich aus älteren Perioden und an älteren Formen zur Entschuldigung dienen, wenn mancher Fehlgriff gethan ist, manche Schlussfolgerung allzu kühn erscheint. Vollkommenes und Abschliessendes zu leisten war mein Wunsch und mein ernstes Streben, allein durch das Können nicht erreicht, und so will ich mich glücklich schätzen, wenn meine Arbeit als eine anregende und als ein Ausgangspunkt für kommende Forschungen betrachtet wird.

Die Zahl der von mir untersuchten lebenden Elasmobranchier ist eine nicht unbedeutende und umfasst die Mehrzahl der jetzt existirenden Gattungen.

Elasmobranchi.

Holocephali.

Chimaera monstrosa
Callorhynchus antarcticus.

Plagiostomi.

Notidani.

Heptanchus cinereus.
Hexanchus griseus.

Cestracion.

Cestracion Philippi.

Scylliolamnidae.

Ginglymostoma cirratum.
" Rüppeli.
Stegostoma fasciatum.
Crossorhinus barbatus.

Lamnidae.

Lamna cornubica.
Carcharodon Rondeletti.
Oxyrhina glauca.
Odontaspis ferox.
Alopias vulpes.
Selache maxima.

Scyllidae.

Scyllium canicula.
" catulus.
" maculatum.
" marmoratum.
" Edwardsi.
" pictum.
Pristiurus melanostomus.

Cheiloscyllium.

Cheiloscyllium punctatum.
" plagiosum.
" tuberculatum.

Hemigalei.

Hemigaleus macrostomus.
Galeocerdo arcticus.
" tigrinus.

Galei.

Galeus canis.

Mustelina.

Triaenodon obesus.
Triacis semifasciatus.
Mustelus vulgaris.

1) l. c.

2) Morphologisches Jahrbuch Bd. II, III, IV. — Anatomische und paläontologische Ergebnisse. Leipzig, 1878.

Carcharidae.	Centrophorus granulosus.	Urolophus aurantiacus.
Scoliodon Lalandi.	Centroscyllum Fabricii.	Hypolophus sephen.
„ acutus.	Pristiophoridae.	Pteroplatea micrura.
Hypoprion Macloii.	Pristiophorus cirratus.	Myliobatidae.
Prionodon melanopterus.	„ japonicus.	Myliobates aquila.
Zygaena malleus.	Squatinae.	Actobates Narinari.
Laemargi.	Squatina vulgaris.	Rhinoptera javanica.
Laemargus borealis.	Squatinorajidae.	Cephaloptera Kuhlii.
„ rostratus.	Pristis antiquorum.	„ Olfersi.
Scymnus lichia.	Rhinobatus Thouini.	Rajidae.
Echinorhini.	„ Horkeli.	Raja eglanteria
Echinorhinus spinosus.	„ cemiculus.	„ miraletus.
Spinacidae.	Rhynchobatus laevis.	„ oxyrhynchus.
Spinax niger.	Trygonorhina fasciata.	Torpedines.
Acanthias vulgaris.	Trygones.	Torpedo marmorata.
Centrina Salviani.	Trygon pastinaea.	Astrape dipterygia.
		Narcine brasiliensis.

Methode der Untersuchung.

Holzschnitt I.



Die Methode der Untersuchung hat sich gegen früher sehr vereinfacht. Die Herstellung von senkrechten dorso-ventral gehenden Längsschnitten hat sich mir in der überwiegenden Mehrzahl der Fälle als überflüssig erwiesen, und so sind die senkrechten Querschnitte und Querschleife allein übrig geblieben. Die Wirbel lebender Elasmobranchi wurden so weit nöthig in 4% Salpetersäure entkalkt, nach dem Entkalken in gebräuchlicher Weise mit Carmin oder Bismarkbraun gefärbt, darauf eingebettet und mit dem Long'schen Microtome in eine Serie von genau senkrechten Querschnitten zerlegt.

In ähnlicher Weise (siehe Holzschnitt) wurde wenigstens mit den kleineren fossilen Wirbeln verfahren, bei mittelgrossen liess ich dieselben der Wirbelhöhlung parallel, also transversal genau halbiren (siehe Holzschnitt die ausgezogene Linie) und der einen Hälfte (siehe Holzschnitt die punktirte Linie) zwei oder drei Querschleife entnehmen, während die Schnittfläche der anderen polirt oder geglättet wurde. Auf diese Weise war es möglich sich jeder Zeit über die einzelnen makroskopischen Verhältnisse (Dicke des centralen Doppelkegels und Form der Wirbelhöhlung) zu orientiren. Bei den grossen Wirbeln sowohl lebender, als ausgestorbener Plagiostomen erwies sich aber auch die Herstellung von Dünnschliffen nicht einmal als nöthig. Die Wirbel wurden, wie vorhin angegeben, genau in der Mitte quer durchschnitten oder durchsägt und die Schnittflächen geglättet oder polirt. Dabei tritt ohne Weiteres die Struktur zu Tage. Im letzteren Falle lässt sich dann durch Zusammenlegen der beiden Hälften die äussere Form recht gut wieder herstellen. Selbstverständlich ist es vor der Durchschneidung der Wirbel durchaus nöthig, das Bild der äusseren Form genau zu fixiren, mit Vorsicht die ein-

bettenden und die Form verdeckenden Gesteinsmassen zu entfernen oder die die Wirbelbestandtheile verdeckenden Weichtheile abzupräpariren.

Behufs Untersuchung der Placoidschuppen wurden Stücke des Integumentes jetzt lebender Thiere mit concentrirter Kalilauge behandelt, bis sich die Schuppen isolirt zeigten. Dieselben wurden dann ausgewaschen und in Canadabalsam aufbewahrt. Von Skeleten und Skeletbruchstücken fossiler Plagiostomen wurde entweder ein Stückchen abgesprengt und in Querschliffe zerlegt, oder falls dies nicht thunlich das Integument mit einer weingelben Auflösung von Ochsen-galle bestrichen und dann mit einer Lösung von Hausenblase in dünner Lage übergossen. Nach dem Eintrocknen des Gelatineplättchens lässt sich dasselbe unschwer abheben und trägt dann auf seiner Fläche die getreuen Abdrücke der Placoidschuppen. Die Aufbewahrung der Blättchen geschieht ebenfalls in Canadabalsam.

Bei den Untersuchungen über die Entwicklung der Wirbelsäule habe ich mich namentlich bei den jüngeren Stadien nicht mit Querschnittserien begnügt, sondern zu gleicher Zeit auch auf die Anfertigung von Längsschnittreihen Bedacht genommen, und zwar wurden dieselben behufs Klarlegung des Bogenantheiles des Wirbels in horizontaler Richtung gemacht. Die senkrechten Sagittal- oder Längsschnitte kamen nur ausnahmsweise zur Verwendung. Entkalkung, wenn nöthig, Färbung, Schnittmethode und Aufbewahrung waren dieselben wie bei den Wirbeln erwachsener Thiere.

Allgemeiner Theil.

Allgemeine Folgerungen.

Im Jahre 1878 habe ich im „Zoologischen Anzeiger“ die Summe meiner Erfahrungen bezüglich der Elasmobranchier in einer kurzen, stammesgeschichtlichen Darstellung niedergelegt und will ich nun an dieser Stelle das dort Gesagte sowohl im Allgemeinen, als im Besonderen ausführlich begründen. Ich möchte aber nicht verfehlen in kurzen Sätzen die Grundideen näher zu formuliren, welche mich geleitet haben. Einer hoffentlich wohlwollenden Kritik muss ich es dann überlassen zu entscheiden, wie weit die Richtigkeit dieser Gedanken im Folgenden begründet ist oder nicht.

Die Entwicklungsgeschichte des Axenskeletes schliesst in ihren Grundzügen die Stammesgeschichte der Träger in sich.

Die ältesten Formen sind diejenigen, deren Wirbelsäule sowohl in Bezug auf ihren gröberen Bau, als in Bezug auf ihre gewebliche Zusammensetzung unmittelbar an niedere Entwicklungsstufen derselben anknüpft, während die jüngeren von späteren sowohl geweblichen, wie anatomischen Differenzirungen ausgehen.

Dies müssen vor Allem die paläontologischen Thatsachen zum Ausdruck bringen.

Stammformen sind diejenigen, welche sowohl in anatomischer, als histologischer Beziehung die Grundzüge des Baues und der Entwicklung anderer darstellen und diese müssen zugleich den älteren Erdformationen angehören.

Je älter also eine Form, desto mehr muss der anatomische Charakter der Stammform sich ausprägen, je jünger dagegen dieselbe, desto mehr wird sich der Charakter von dem der Stammform entfernen und sich differenziren, immer müssen aber in der Entwicklung ihres Axenskeletes die Grunderscheinungen des Baues bei der Stammform zum Ausdruck gelangen.

Da die älteren Formen entwicklungsgeschichtlich niederen, also weniger gefestigten, den Einflüssen der Umgebung leichter zugänglichen Stufen entsprechen, so müssen die anatomischen Charaktere ihres Axenskeletes namentlich auch in geweblicher Beziehung wenig gefestigt erscheinen und in Anpassung an äussere Verhältnisse und der Intensität ihrer Wirkung bald diese, bald jene Modification darbieten, die geeignet ist grössere Widerstandsfähigkeit zu geben. Sie müssen also variiren, und diese Variationen werden bei jüngeren Formen typisch, überall voll ausgeprägt und entwickelt zum Vorschein kommen können.

Die älteren Formen werden dann gegenüber den aus ihnen entstandenen jün-

geren, bei denen die geweblichen und anatomischen Differenzirungen unter der Einwirkung der Umgebung und in Reaktion gegen dieselbe sich scharf ausprägen und relativ constant werden, allmählich im Laufe der Zeiten an Zahl und Artenreichthum abnehmen und den widerstandsfähigeren jüngeren, Platz machen.

Bei älteren, im natürlichen System in Folge des Gesamthabitus zusammengehörenden Formen können sich wichtige Merkmale im Baue der Wirbelsäule, wenn auch nicht überall, geltend machen, die den nächsten Verwandten fehlen, dafür können diese dann aber als ausgeprägte Artmerkmale den jüngeren, aus ihnen hervorgegangenen Arten anhaften.

Die Stammesmerkmale könnten aber auch einmal unterdrückt sein oder nahezu gänzlich erlöschen, dann müssen jedoch solche Formen jüngste darstellen und ihre unmittelbaren Vorgänger müssen dieselben in grösserer oder geringerer Entwicklung rein zum Ausdruck bringen, daneben aber freilich auch die abweichende Organisation der jüngsten Formen mehr oder minder deutlich zeigen.

Je jünger die Formen, desto gleichmässiger der Bau der Wirbelsäule, je älter, desto mannigfaltiger derselbe innerhalb des Rahmens der Artmerkmale.

In einem natürlichen Systeme werden also die Gattungsvertreter die stammesgeschichtlich jüngsten, die Vertreter der Classe und Subclasse die ältesten sein. Die Letzteren zeichnen sich durch labile Charaktere und somit durch Formenreichthum, allein durch uniforme Gesamtmerkmale, Erstere dagegen durch stabilere Charaktere, durch Formenarmuth, allein durch Mannigfaltigkeit in den Artmerkmalen aus. Letztere werden nur spärlich und durch heterogene Formen oder gar nicht zur Jetztzeit vertreten sein, Erstere dagegen die zahlreichsten Vertreter haben müssen und unter diesen müssen dann die jüngsten relativ überwiegen.

Diese Gedanken sind zuerst auf dem Boden der allgemeinen Entwicklungsgeschichte erwachsen und haben ihre Nahrung in der Paläontologie gefunden. Es erscheint daher ganz naturgemäss, zunächst die Entwicklungsgeschichte des Axenskeletes der Elasmobranchier zu schildern und dann zu sehen, wie weit die allgemeinen Thatsachen der Paläontologie im Stande sind, die daran aufgebauten stammesgeschichtlichen Folgerungen zu stützen, wie weit somit die Grundzüge des aufgestellten Stammbaumes (s. Stammtafeln) richtig sind. Dem besonderen Theile muss es dann vorbehalten bleiben die Einzelbeweise für die Richtigkeit beizubringen. Selbstverständlich ist dabei auch die Frage zu lösen, wie weit stehen die bisher gefundenen Thatsachen der Zoologie und vergleichenden Anatomie der Elasmobranchier mit dem natürlichen System in Einklang?

Capitel I.

Entwicklung der Wirbelsäule.

Bei der der Entwicklungsgeschichte zugeschriebenen hohen Bedeutung müsste man eine lückenlose Darstellung der Entwicklungsreihen aus sämtlichen Gruppen, Familien und Gattungen verlangen, allein einer solchen Forderung kann wie begreiflich ein einzelner Forscher nicht Genüge leisten. Es bleiben nothwendig Lücken, die Sicherheit des Fundamentes und des darauf stehenden Gebäudes lässt somit zu wünschen übrig und Hypothesen und Analogieschlüsse müssen an die Stelle treten. Ich glaube aber an der Hand meiner Erfahrungen über die Wirbel anderer Abtheilungen der Wirbelthiere, dass das Fundament durch die vorhandenen Lücken nicht bis zur Unbrauchbarkeit durchlöchert wird, und dass sich der Entwicklungsprocess bei den Vertretern dieser Unterklasse überall wesentlich in der gleichen Weise abspielt, und dass es somit statthaft ist aus der continuirlichen Beobachtung des Bildungsprocesses der Wirbelsäule bei einer Gattung, natürlich vorbehaltlich untergeordneter Modificationen, ein allgemeines Entwicklungsschema zu entwerfen. Ist es dann ferner möglich wenigstens einzelne Entwicklungsstufen bei anderen Vertretern und Familien zu fixiren, so ist man meiner Ansicht nach vollkommen gut im Stande, immer die genaueste und ausgedehnteste Kenntniss des Baues der erwachsenen Wirbel vorausgesetzt, typische Unterschiede im Verlaufe der Bildung der Wirbelsäule zu beurtheilen.

Ueber die erste Entwicklung der Wirbelsäule der Elasmobranchier fehlen mir wegen Mangels an Material eigene Erfahrungen, allein dieser Mangel ist um so weniger fühlbar, weil diese, sowie auch die späteren Stufen vor Allem von dem vortrefflichen englischen Embryologen Balfour¹⁾ und von Götte²⁾ in ausreichender Weise erforscht sind. Ich beschränke mich daher darauf, die Angaben der Beiden und einzelne beweisende Abbildungen derselben mit ihrer mir freundlichst gewährten Einwilligung zu reproduciren und hebe dabei ausdrücklich hervor, dass ich die Darstellung mit vollster Ueberzeugung als die meinige vertrete. In den wesentlichsten Punkten haben sie unzweifelhaft das Richtige getroffen und das geht daraus hervor, dass die von ihnen gefundenen Thatsachen unter einander im schönsten Einklang stehen, dass wesentliche Widersprüche nicht existiren, dass ferner der Anschluss an die älteren Untersuchungen namentlich auch von W. Müller³⁾, bei dem auch die ältere Literatur einzusehen ist, nahezu ein vollkommener ist, und dass keine einzige meiner eigenen eine spätere Zeit der Entwicklung berührenden Untersuchungen mit den ihren in Widerspruch steht.

1) l. c.

2) l. c.

3) Jenaische Zeitschrift Bd. VI.

Meine eigenen Untersuchungen heben erst mit dem Stadium an, welches auch Cartier¹⁾ zum Gegenstande einer Arbeit gemacht hat, mit der Stufe, auf welcher die Differenzirung der Wirbelkörperzonen und der Bogen beginnt. Balfour untersuchte Scyllium, Pristiurus und Torpedo, Götte Scyllium, Carcharias, Acanthias, Squatina, Raja und Mustelus, Cartier Scyllium canicula, Acanthias vulgaris und Raja oculata. Die zusammenhängende Reihe meiner Beobachtungen beschränkt sich auf Acanthias vulgaris. Ausserdem habe ich aber einzelne Stadien von Heptanchus, Scyllium, Pristiurus, Mustelus, Galeus, Lamna cornubica, Selache, Ginglymostoma cirratum, Crossorhinus barbatus, Cestracion Philippi, Squatina vulgaris und Torpedo marmorata zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Meine Erfahrungen, soweit sie sich auf entwicklungsgeschichtlichem Gebiete bewegen, möchten somit doch nicht ganz der Reife und Bedeutung entbehren. Immerhin wären ausgedehntere, zusammenhängendere Forschungen ganz besonders auch bei den Holocephalen und Notidaniden sehr am Platze.

Entwicklung der Rückensaite.

Balfour²⁾, der die Rückensaite der Plagiostomen aus dem Entoderm entstehen sieht, schildert die Entwicklung derselben folgendermaassen:

„Die Veränderungen, denen zu einer frühen Periode die Chorda unterliegt, bieten bezüglich der untersuchten Genera beträchtliche Unterschiede³⁾.

Meine Beobachtungen sind vollständiger mit Bezug auf Scyllium und Pristiurus als auf Torpedo. Nur auf die zwei ersten Gattungen lässt sich die folgende Darstellung anwenden, wenn nicht das Gegentheil ausdrücklich erwähnt ist. Nur die Entwicklung des Rumpfabschnittes soll hier mitgeteilt werden.

Während eines frühen Stadium (Balfour bezeichnet die Stadien mit auf einander folgenden Buchstaben), *G*, ist die Chorda aus abgeplatteten, senkrecht gestellten Zellen zusammengesetzt, die auf Querschnitten es erschweren den histiologischen Charakter der Rückensaite festzustellen. Indessen kann auf Längsschnitten die Form und die Anordnung der Zellen mit grosser Leichtigkeit erkannt werden. Im Beginn des Stadium *G* besteht jede Zelle aus einem Kern, umbüllt von granulirtem Protoplasma, welches oftmals Vacuolen zeigt und zahllose Dotterkörnchen suspendirt enthält. Es ist schwer zu bestimmen, ob jede Zelle nur eine Vacuole enthält, oder ob sich nicht in einigen Fällen mehrere darin befinden.

Aussen um die Chorda befindet sich eine deutliche, aber zarte Cuticularscheide.

Die Vacuolen sind zuerst klein, aber während des Stadium *G* wachsen sie rasch an Grösse, während zu gleicher Zeit die Dotterkörnchen vollständig aus der Chorda verschwinden.

Als eine Folge des schnellen Wachstums der Vacuolen erscheint es, dass die Kerne, welche in jedem Falle von einer kleinen Masse Protoplasma umgeben sind, gegen das Centrum der Rückensaite getrieben werden, während der Rest des Protoplasma gegen die Peripherie geführt wird. Die Chorda wird somit während der folgenden Stadien (*H* u. *J*) aus einer centralen area, die hauptsächlich aus Kernen mit einer kleinen Menge Protoplasma um dieselben besteht und einem dünnen peripheren Lager von Protoplasma ohne Kerne (Taf. I, Fig. 2 u. 3 *ch*) zusammengesetzt, wobei dann der weite Zwischenraum zwischen beiden mit klarer Flüssigkeit gefüllt ist. Die Oberfläche der Zellen ist ver-

1) Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie Bd. XXV Supplement.

2) l. c.

3) Für den allgemeinen Gang der Entwicklung erscheinen dieselben nicht erheblich.

härtet, so dass man sagen kann, sie seien von einer Membran bekleidet. Die Zellen selber sind platt und jede erstreckt sich von der Peripherie zum Centrum der Chorda. Die Längsaxe jeder ist beinahe grösser als der halbe Durchmesser der Rückensaite (Taf. I, Fig. 2 *ch.*).

Die Kerne der Rückensaite sind elliptische Bläschen, bestehend aus einer Membran mit granulirtem Inhalt, in dem sich ein deutliches Kernkörperchen befindet. Sie werden durch Hämatoxylin dunkel gefärbt. Ihr Längsdurchmesser beträgt bei *Scyllium* ungefähr 0.02 Mm.

Der Durchmesser der ganzen Chorda beträgt während des folgenden Stadium (*J*) bei *Pristurus* ungefähr 0.1 Mm. in der Rückenregion und ungefähr 0.06 Mm. in der Nähe des hinteren Rumpfes.

Abhängig von der Form der constituirenden Zellen zeigt die Rückensaite auf Querschnitten eine dunkle, centrale Zone (Taf. I, Fig. 2 *ch.*), umgeben von einer lichterem peripheren, allein ihr wahrer Charakter kann nur durch Hülfe von Längsschnitten aufgeklärt werden. Auf diesen (Taf. I, Fig. 2 *ch.*) bilden die Kerne eine unregelmässige Doppelreihe im Centrum der Rückensaite. Ihre Grenzen sind sehr deutlich, aber die der einzelnen Zellen können nicht deutlich unterschieden werden. Uebrigens ist es leicht zu sehen, dass die Zellen eine abgeplattete, keilförmige Gestalt besitzen (Taf. I, Fig. 2 *ch.*) und mit den centralen Enden gegen das Centrum der Chorda sehen.

Gegen Ende des Stadium (*J*) hat die Cuticularscheide der Rückensaite bedeutend an Dicke gewonnen.

Während des Zeitraumes zwischen diesem (*J*) und dem folgenden Stadium (*K*) unterliegt die Chorda beträchtlichen Veränderungen. Ihre Zellen hören auf platt zu sein und werden unregelmässig polygonal (Taf. I, Fig. 5 u. 7 *ch.*) und erscheinen nur etwas mehr comprimirt auf Längs- als auf Querschnitten. Das Hohlwerden der Zellen schreitet schnell vorwärts, und es bleibt nur eine äusserst dünne Schicht von Protoplasma um den Kern übrig. Jede Zelle ist nur in früheren Stadien von einem membranartigen Rande umgrenzt.

Im Zusammenhange mit diesen allgemeinen Veränderungen greifen specielle Veränderungen in der Vertheilung der Kerne und des Protoplasma Platz. Die Kerne, von Protoplasma gefolgt, verlassen allmählich das Centrum und wandern gegen die Peripherie der Chorda. Zur selben Zeit bildet das Protoplasma der Zellen ein mit der umhüllenden Scheide in Berührung stehendes Lager (Taf. I, Fig. 4 u. 6 *ch.*).

Die Veränderungen, durch welche dies stattfindet, können leicht an Längsschnitten verfolgt werden (Taf. I, Fig. 5 u. 7 *ch.*). Hier hat die Wanderung der Kerne ihren Anfang genommen. Indessen sind sie noch mehr oder minder im Centrum angehäuft und an der Peripherie der Chorda findet sich nur sehr wenig Protoplasma. Die Zellen, obgleich mehr oder minder unregelmässig polygonal, sind noch etwas abgeplattet. In Taf. I, Fig. 8 *ch.* zeigt die Chorda einen weiteren Fortschritt. Die Kerne liegen nun hauptsächlich an der Seite der Chorda, wo sie in einem etwas geschrumpften Zustande verharren, obgleich immer noch von einer Schicht Protoplasma umhüllt.

Ein grosser Theil des Protoplasma der Chorda bildet ein beinahe continuirliches Lager in naher Berührung mit der Scheide, welche in einigen Fällen deutlicher zu unterscheiden ist als in anderen.

Während die Veränderungen, die so beschrieben wurden, Platz greifen, wächst die Chorda an Ausdehnung."

Dieses Wachsthum ist von Götte¹⁾ näher verfolgt. Junge Embryonen von *Scyllium catulus* (23 Mm.) zeigten nämlich, dass die Rindenschicht den Herd einer sehr regen Neubildung von Vacuolen

1) l. c.

darstellt, welche in dem Maasse als sie sich vergrössern ihre Wände zu dünnen Membranen zusammendrücken, in welche einzelne Kerne eingeschlossen werden. Die auf diese Weise entstandenen Fächer kommen aber dadurch, dass nach aussen von ihnen neue Vacuolen sich entwickeln, weiter centralwärts zu liegen, so dass also der Gallertkörper von seiner Peripherie aus nach aussen wächst und dabei die ältesten und grössten seiner Fächer stets im Innern, gegen die Peripherie hin aber immer kleinere und jüngere sich finden. Dabei wird die Wachstumsgrenze vertebral früher erreicht als intervertebral und dadurch die Bildung eines amphicoelen Wirbelkörpers wesentlich unterstützt.

Balfour schildert dann weiter: „Während des späteren Stadium *K* (Taf. I, Fig. 9) wird das Hohlwerden der Zellen der Rückensaite noch vollständiger als während der früheren Stadien und in den centralen Zellen findet sich kaum irgend welches Protoplasma, obgleich sich gelegentlich ein geschrumpfter Kern kaum von etwas Protoplasma umgeben finden kann.

Die ganze Chorda wird sehr zart und kann nur mit grosser Schwierigkeit auf Querschnitten erhalten werden.

Die Protoplasmaschicht, welche während des letzten Stadium an der Innenseite der Cuticularmembran der Chorda erschien, erreicht während des gegenwärtigen Stadium eine weit dickere und definitivere Structur (Taf. I, Fig. 9). Sie bildet ein continuirliches Lager mit unregelmässigen Vorragungen an der Innenseite und enthält zahlreiche Kerne. Das Lager zeigt auf Querschnitten zuweilen kaum eine Andeutung einer Theilung in eine Anzahl gesonderter Zellen, aber auf Längsschnitten ist im Allgemeinen das Entgegengesetzte der Fall. Die Zellen (Chordaepithel) sind sehr schräg vorwärts gerichtet und bestehen aus einem länglichen, von Protoplasma umhüllten Kerne. Das von ihnen gebildete Lager ist sehr zart und sehr leicht zerstörbar. In einem Falle variierte die Dicke von 0,04—0,06 Mm., in einem anderen erreicht sie 0,12 Mm. Die Dicke der Cuticularmembran ist ungefähr 0,02 Mm. oder noch weniger¹⁾.

Die Veränderungen in der Rückensaite selbst während der *K* folgenden Stadien (Taf. II, Fig. 11 u. 12) sind nicht von grosser Bedeutung. Der centrale Theil behält zeitweilig seine frühere Structur und wird gebildet von grossen vacuolisirten Zellen mit einem gelegentlich dreieckigen Fleck Protoplasma, welches den geschrumpften Kern enthält und von verhärteten Lagen von Protoplasma umgeben ist. Diese verhärteten Lagen sind alle verschmolzen und Gegenbaur und Götte haben sie wahrscheinlich ganz richtig als eine ausgetretene Zwischenzellsubstanz angesehen. Das äussere protoplasmatische Lager der Chorda hört, wie ich bestätigen kann, kurz nach dem Stadium *K* auf irgend welche Spuren einer Theilung in gesonderte Zellen zu zeigen, sondern bildet ein continuirliches Lager mit unregelmässigen Erhabenheiten und zahlreichen Kernen (Taf. II, Fig. 20). In den folgenden Stadien greifen in der Chorda weitere Veränderungen Platz. Die Ueberbleibsel der Zellen werden sparsamer und das Interzellulargewebe nimmt eine radiäre Anordnung an, so dass den Durchschnitten durch die Chorda das Aussehen einer Anzahl Streifen, die vom Centrum gegen die Peripherie ausstrahlen, verliehen wird. Diese Erscheinung lässt sich bei den verschiedensten Formen leicht nachweisen.

Entwicklung der Cuticula chordae.

Bereits im Stadium *G* nach Balfour, also zu einer sehr frühen Entwicklungsperiode befindet sich um die Chorda eine deutliche, aber zarte cuticulare Scheide. „Die Scheide der Chorda nimmt zuerst

1) Die Differenzen in der Entwicklung der Chorda bei anderen Plagiostomen übergehe ich als unwesentlich.

an Dicke zu und während des Stadium *L* ist es nicht schwer darin die feinen, radialen Streifen zu finden, die bereits von W. Müller¹⁾ und Gegenbaur²⁾ erwähnt und von ihnen als Porencanäle gedeutet wurden.“

Von diesen möchte ich bezüglich der Embryonen von *Acanthias* hervorheben, dass dieselben sich zu einer Periode in sehr unregelmässigen Abständen befinden und sehr ungleichmässiges Caliber haben, und dass es mir schien, als wenn hie und da Protoplasmafortsätze der skeletogenen Schicht hineinragten. Die Cuticularscheide ist ein Absonderungsproduct der Rindenschicht der Chorda, des Chordaepithels, mit dieser innig verbunden; dagegen nach aussen scharf abgegrenzt. Wie auch Götte³⁾ hervorhebt, verschwinden die Porencanäle bei den Dornhaien und sind bei erwachsenen Thieren nie mehr nachweisbar. Dasselbe ist bei erwachsenen Seyllien der Fall. Die Dicke schwankt bei den verschiedenen Arten.

Entwicklung der sceletogenen Schicht.

Balfour sowohl wie Götte lassen die sceletogene Schicht (Bogen und Wirbelkörperanlage oder zellhaltige Chordascheide) aus den Urwirbeln ihren Ursprung nehmen, und somit erweist es sich zuerst als nothwendig, die Umbildung derselben bei den Plagiostomen zu verfolgen, um später die Frage daran zu knüpfen, ob diese Annahme sich nicht möglicherweise mit der von His und W. Müller aufgestellten, wonach dieselbe den Adventitien der Aorten entstammt, in Einklang bringen liesse. Ich werde auch hier wieder Balfour folgen, welcher die Entwicklungsvorgänge am genauesten durchforscht hat.

„Mit Rücksicht auf die Thatsache, dass die Wirbelplatten in eine Reihe von Segmenten (Protovertebrae) getheilt sind, muss auch nothwendig der Abschnitt der Rumpfhöhle, den sie umschliessen in Segmente, eines für jeden Urwirbel, getheilt sein (Taf. I, Fig. 2 *uvh*). Die Höhle jedes Urwirbels wird durch eine schmale, dorsale und eine erweiterte, ventrale Abtheilung, letztere in der Höhe der dorsalen Aorta gebildet (Taf. I, Fig. 1 u. 3). Höhlen finden sich in allen Wirbelplatten mit Ausnahme weit hinten im Schwanz.“

Jeder Urwirbel oder jedes Wirbelsegment des mittleren Keimblattes bildet einen abgeplatteten, rechteckigen Körper, welcher ventralwärts continuirlich mit der parietalen Platte des mittleren Keimblattes zusammenhängt (Taf. I, Fig. 1 u. 3). Während des Stadium *G* liegt der dorsale Rand des Urwirbels durchgehends ungefähr in der Höhe des ventralen Drittels des Rückenmarkes (Taf. I, Fig. 1). Jede Wirbelplatte besteht aus zwei Lagen, einem Stratum somaticum und einem Stratum splanchnicum (Taf. I, Fig. *sp*) und umschliesst den bereits erwähnten Abschnitt der Leibeshöhle. Die Zellen in beiden Lagen der Platte sind säulenförmig, und jede besteht aus einem sehr grossen Kern, umgeben von einer zarten Schicht von Protoplasma.

Vor dem Ende des Stadium *H* verliert der innere Theil (Stratum splanchnicum, Fig. *sp*) des Urwirbels seine einfache Zusammensetzung und unterliegt im mittleren Theile gegenüber den dorsalen Zweidritteln (Taf. I, Fig. 3) der Rückensaite besonderen Veränderungen. Diese Veränderungen werden auf Querschnitten dadurch angedeutet, dass die Zellen im fraglichen Abschnitte ein besonders eckiges Aussehen gewinnen und ein- oder zweischichtig werden (Taf. I, Fig. 3 *mp*). Das Resultat der Veränderungen zeigt sich auf horizontalen Längsschnitten (Taf. I, Fig. 2 *mp*). Diese zeigen, dass die Zellen

1) l. c.

2) Das Kopfskelet der Selachier. Vergleichend anatomische Untersuchungen.

3) l. c.

in diesem Zustande sich in longitudinaler Richtung verlängert haben und in Wirklichkeit typische, spindelförmige, embryonale Muskelzellen, jede mit einem grossen Kerne bilden. Jede Muskelzelle erstreckt sich in der ganzen Länge eines Urwirbels und im vorliegenden Stadium, sowie jedenfalls im folgenden (*J*) bekommt sie eine besondere Körnelung, durch welche in klarer Weise Querstreifung angedeutet wird.

Ogleich die Höhlungen in den Urwirbeln zuerst vollkommen mit der allgemeinen Körperhöhle zusammenhängen, wovon sie in der That ein besonderer Theil sind, so beginnen sie am Schlusse des Stadium *II* von der allgemeinen Körperhöhle abgeschnürt zu werden, und dieser Process schreitet schnell vorwärts und ist kurz nach dem Stadium *J* und beträchtlich vor dem Beginne des Stadium *K* (Taf. I) vollendet. Während dies stattfindet, beginnt ein Theil des inneren Stratum *sp* jedes Urwirbels unmittelbar unter den soeben beschriebenen Muskelplatten zu wuchern (Taf. I, Fig. 2 u. 3 *sc*) und eine Anzahl von Zellen hervorzubringen, welche auf einmal zwischen Muskeln und Rückensaite hineinwuchern (Taf. I, Fig. 6 *sc*). Diese Zellen sind sehr leicht sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten zu sehen und bilden den Anfang der Wirbelkörper¹⁾.

Verweilen wir nun einen Augenblick bei dieser letzten Bildung, so finden wir, dass bezüglich des Ursprunges derselben W. Müller²⁾ einer anderen Auffassung huldigt. Allerdings hat dieser vor treffliche Forscher positive Beobachtungen nur an Fröschen angestellt, allein er hebt ausdrücklich die Uebereinstimmung mit den Resultaten, die His beim Hühnchen gewonnen, hervor und huldigt bei der Uebereinstimmung, welche im Bau der embryonalen Wirbel der Frösche und Haie besteht, der Ansicht, dass die bisher sogenannte äussere Chordascheide (Balfour's Wirbelkörperanlage, meine Vorwirbel) von den bindegewebigen adventitiae der Aorten, also von diesen selbst herkommt, zur Chorda und den Urwirbeln dagegen in keiner genetischen Beziehung steht. Er schildert, wie His beim Hühnchen, bei dem Frosche den Vorgang folgendermaassen:

„Die Chorda sondert sich von den Urwirbeln. Die Folge dieser Sonderung ist das Auftreten eines glashellen, leeren Raumes um die Chorda. Er entspricht dem glashellen Raume, welchen v. Baer beim Hühnchen beobachtet hat und welcher im Laufe des zweiten Bebrütungstages bei diesem Thiere leicht zu constatiren ist. Dieser Raum wird aber nicht von einer festen, glashellen Substanz eingenommen, wie v. Baer irrthümlich meinte, sondern er ist mit klarer Lymphe gefüllt³⁾.

In diesen Raum wachsen von den Adventitien der beiden primitiven Aorten aus spindelförmige Zellen, welche durch ihren geringen Pigmentgehalt sich sofort von den Zellen der Urwirbel unterscheiden. Sie umwachsen die Chorda zunächst seitlich und liefern die Anlagen der Wirbelbogen, erst später umwächst die innerste Schicht die Chorda auch oben und unten unter Bildung einer concentrischen, aus spindelförmigen Zellen bestehenden Umhüllung.

Ich schliesse mich diesen His-Müller'schen Ansichten auch für die Elasmobranchi an. Schon aus physiologischen Gründen, weil die Wachstumsrichtung der Anlage der sceletogenen Schicht sich mit der Wachstumsrichtung der Gefässe, die aus den Adventitien der Aorten mit hervorzunehmen, deckt, sind dieselben wahrscheinlicher, als die Annahmen von Balfour und Götte, und ich möchte

1) Ich schlage vor dieselben Vorwirbel zu nennen.

2) l. c.

3) Ich halte es für sehr wahrscheinlich, dass die Bildung dieses Raumes mit der Umwandlung von Urwirbelzellen zu spindelförmigen Muskelzellen zusammenhängt. In dem Augenblicke, wo die runden Zellen der Urwirbel sich von aussen nach innen abplatteten und in longitudinaler Richtung auswachsen, muss, wenn das Dickenwachsthum der Chorda nicht gleichen Schritt hält, nothwendig ein Raum zwischen dieser und den Muskelplatten entstehen.

es ganz besonders hervorheben, dass die Bildung der Massen der Bindesubstanzen meiner Ansicht nach in viel innigere Verbindung mit der Ausbildung der Gefässe zu bringen ist, als es bisher geschehen.

In der Darstellung von Götte und Balfour selbst finden sich Momente, welche zu Gunsten der anderen Ansicht sprechen. Zunächst vermisse ich bei Balfour den strikten Nachweis der Theilung, beziehungsweise Wucherung der Zellen der Urwirbel. Es liegt auch eine gewisse Unklarheit in seiner Beschreibung. Zunächst wird gesagt, die Zellen des Stratum splanchnicum werden ein- oder zweischichtig und es wandeln sich dieselben zu spindelförmigen Muskelzellen um. Betrachtet man nun die entscheidende Zeichnung (Taf. I, Fig. 5), so findet sich Folgendes. Die beiden Urwirbel, die noch nicht Muskelzellen zeigen, haben im Stratum splanchnicum zwei und drei Zelllagen. Der Urwirbel mit zwei Zelllagen entspricht einer früheren, der mit drei einer vorgeschritteneren Entwicklungsstufe, denn unmittelbar an diesen stossen die Urwirbel, an denen die Hervorbildung spindelförmiger Muskelzellen vor sich gegangen ist. Sieht man nun näher zu, so stellt sich heraus, dass die Muskelzellen ebenfalls in dreifacher Lage vorhanden sind, und da nun Balfour selber die Entstehung derselben aus den Zellen des Stratum splanchnicum angiebt, so bleibt keine einzige Zelle desselben übrig, welche sich nicht zu Muskelzellen umwandelt. Es fehlt also die Grundlage der Bildung der sceletogenen Schicht aus demselben. Wenn man nun ferner bedenkt, dass Balfour selbst die Zellbildung der sceletogenen Schicht zwischen den Urwirbeln und der Chorda an der Stelle vor sich gehen lässt, wo die Aorten an die Urwirbel anschliessen, so liegt nichts näher, als mit His und Müller anzunehmen, dass auch hier dieselbe aus der Wand der Gefässe vor sich gegangen ist und zwar in demselben Maasse, als mit der Abplattung der Muskelzellen ein Raum zwischen den Urwirbeln und der Chorda entstand.

Mit dieser Annahme ist dann aber auch der Polemik Götte's gegen die Selbständigkeit der sceletogenen Schicht gewissermaassen der Boden entzogen, und es steht nichts im Wege die Bezeichnung „sceletogene Schicht“ weiter zu gebrauchen, wenn man dabei auch festhalten muss, dass sich dieselbe im weiteren Verlaufe der Dinge nicht auf den Umkreis der Chorda und des Rückenmarkes beschränkt, sondern zunächst zwischen die Urwirbel als interstitielles Bindegewebe resp. als subcutanes Bindegewebe weiter wuchert oder mit den Bildungselementen desselben in Zusammenhang tritt, ein Verhalten, welches die Verbreitung der von den Aorten ausgehenden und in ihr weiter wachsenden und entstehenden Gefässe in allen Organen und Organtheilen, mit Ausnahme der Epidermis und des Darmepithels zu erklären im Stande ist. Es findet aber auch mit dieser Ausbreitung der sceletogenen Schicht, der Grundlage der festen Stützgerüste des Wirbelthierkörpers, der Umstand seine Erklärung, dass unter normalen sowohl wie pathologischen Verhältnissen überall, wo sich dasselbe findet, feste Theile (Knorpel, Knochen), kurz Skeletelemente fern vom Axenskelet, ausser Zusammenhang mit demselben, also selbständig entstehen können.

Die weitere Beschreibung der Bildungsvorgänge von Seiten Balfour's deckt sich vollkommen mit dem, was W. Müller für den Frosch hervorhebt, und was vor ihm bereits von anderen Forschern erwähnt worden ist.

„Zuerst zeigen die Wirbelkörper (Vorwirbel) dieselbe Segmentirung, wie die Urwirbel (Taf. I, Fig. 5 *sc*), das will sagen, sie bilden von einander durch schmale Spalten, die Fortsetzungen der Trennungsspalten der Urwirbel sind, getrennte Massen. Sie zeigen demnach bei ihrem ersten Erscheinen eine völlig von der eventuell zu erreichenden verschiedene Segmentirung.

Zwischen dem Stadium *J* und *K* wachsen die Wirbelkörper (Vorwirbel) schnell an Grösse und senden Fortsätze nach unten und innen, die einander unter der Chorda beegnen.

Die Wirbelkörper (Vorwirbel) schicken auch Verlängerungen dorsalwärts zwischen die Seitenflächen des Rückenmarkes und der Muskelplatten¹⁾.

Diese wachsen rund herum, bis sie oberhalb des Rückenmarkes auf einander treffen und umschliessen die dorsalen Nervenwurzeln. Sie vereinigen sich indessen bald mit den dorsalen Verlängerungen der Muskelplatten, wenigstens soweit mir meine Untersuchungsmethoden erlauben, darüber einen Entscheid zu treffen. Es erscheint mir jedoch wahrscheinlich, dass sie in Wirklichkeit getrennt bleiben und in die Rückenmarksbogen umgewandelt werden, während die Bindegewebszellen der Muskelplatten das anstossende subcutane und intermuskuläre Bindegewebe bilden²⁾.

„Alle Zellen der Wirbelstücke (Vorwirbel) werden sternförmig und stellen typisches Bindegewebe dar“, und dieser Annahme des bindegewebigen Charakters des Gewebes schliesst sich auch Götte an.

„Die Stücke (Vorwirbel) behalten im Uebrigen ihre primäre Segmentirung bei, die denen der Muskelplatten entspricht und werden nicht während dieser Periode secundär gegliedert. Ihre Segmentirung ist indessen weniger deutlich, als zu einer früheren Periode und ist am dorsalen Abschnitte der Wirbelstücke (Vorwirbel) hauptsächlich durch die dorsalen Nervenwurzeln angedeutet, welche immer in dem Zwischenraume zwischen je zwei Wirbelstücken auftreten (Taf. II, Fig. 16).

Die primitive Segmentation verschwindet bald und zwischen den folgenden Stadien (*K* u. *L*) bildet das Gewebe der Wirbel eine continuirliche Hülle um die Rückensaite (zellhaltige Chordascheide, äussere Chordascheide), welche nicht von dem anstossenden Bindegewebe unterschieden werden kann. Unmittelbar um die Chorda mag ein von einer einzigen Reihe von Zellen gebildetes Lager unterschieden werden, welches indessen nicht besonders markirt ist.“

Entwicklung der Bogen.

„Während des letzten Stadium (*L*) erscheinen vier specielle Verdichtungen des mesoblastischen Gewebes, welches an der Chorda befindlich ist, zwei dorsale und zwei ventrale. Sie sind nicht segmentirt und bilden vier Leisten an der Seite des Rückenstranges. Sie sind durch ein zartes Bindegewebslager unter einander verbunden und stellen die Andeutungen der neuralen und hämalen Bogen dar. Auf Längsschnitten des Stadium sieht man besonders concentrirte, keilförmige Gewebsmassen zwischen den Muskelplatten, die nicht mit diesen verwechselt werden dürfen³⁾.

Die Bogenanlagen nehmen an Ausdehnung und Bestimmtheit in den folgenden Stadien zu und während des folgenden (*N*) haben sie unzweifelhaft den Charakter embryonalen Knorpels angenommen⁴⁾.

1) Auch diese Erscheinung möchte mit der Bildung eines Raumes bei der ventrodorsalwärts vorschreitenden Umbildung der Zellen der Urwirbel zu Muskelzellen zusammenhängen.

2) Es scheint mir selbst nach den Abbildungen Balfour's nicht ausgeschlossen, dass dieses dorsal zwischen den Muskelplatten befindliche Gewebe entwicklungsgeschichtlich mit der sceletogenen Schicht zusammenhängt. Die Annahme der Bildung der Bogen findet eine Stütze in der gleichen Bildungsweise der Bogen bei den Amphibien, Reptilien, Vögeln und Säugern, wie Born und ich gefunden haben.

3) Diese sind die Homologa des intermuskulären Bildungsgewebes, welches zwischen die Muskelplatten aus der sceletogenen Schicht, somit aus den Adventitien der Aorten hineinwachsend bei den vier höheren Thierclassen und wahrscheinlich auch bei den Plagiostomen die Rippen aus sich entstehen lässt.

4) Gegen diese Darstellung der ersten Entwicklung der Bogen erhebt sich Götte, wie mir scheint, mit Unrecht. Götte gesteht selber zu und zeichnet es (Taf. II, Fig. 16 u. 17), dass eine Verstärkung, eine Verdichtung des Bildungsgewebes, möge man dasselbe nun als sceletogene Schicht bezeichnen oder nicht, an den Seiten des Rückenmarkesrohres stattfindet und lässt mit Recht durch eine Differenzirung an der Innenwand daraus die Rückenmarkshülle entstehen, auf die Balfour nicht weiter an dieser Stelle eingeht. Die Hauptmasse besteht aber seiner Schilderung nach alsbald aus embryonalem Knorpel. In ihr sind die Ganglien eingebettet (Taf. II, Fig. 17), bringen aber auch nach ihm keine vollkommene Spal-

„Die neuralen und hämalen Bogen (richtiger Bogenanlagen) hören nun entweder auf überhaupt mit einander durch ein Lager embryonalen Knorpels verbunden zu sein, oder es ist die Schicht, welche sie vereinigt, so zart, dass sie nicht als wirklicher Knorpel in Anspruch genommen werden kann. Sie haben überdies während eines späteren Stadium (*P*) eine Reihe bedeutsamer Veränderungen erlitten. Das Gewebe der Neuralbogen bildet nicht länger eine continuirliche Scheide, sondern ist in eine Reihe von Bogen getheilt, welche das Rückenmark umgiebt, und in einen basalen Abschnitt, welcher an der Knorpelscheide der Rückensaite liegen bleibt. Jeder Muskelplatte gehören zwei Bogen an, einer im Zusammenhang mit der basalen Abtheilung des Bogengewebes und den wahren Bogen (Neurapophyse) bildend, welcher gegenüber dem Centrum eines Wirbelkörpers entspringt, und der zweite ausser Zusammenhang, welcher das gewöhnlich sogenannte Intercalarstück bildet. Zwischen jedem Paare wahrer Bogen treten die zwei Wurzeln jedes einzelnen Spinalnerven aus. Die vordere Wurzel tritt aus vor dem Intercalarstück, die hintere hinter demselben¹⁾).

„Die basale Abtheilung des Bogengewebes unterliegt ebenmässig einer Differenzirung in einen Wirbelabschnitt, der mit dem wahren Bogen zusammenhängt und von hyalinem Knorpel gebildet wird und in einen intervertebralen Abschnitt, welcher aus mehr faserigem Gewebe zusammengesetzt ist.

Die Hämalbogen werden wie die neuralen in ein Gewebslager getheilt, welches an die Knorpelscheide der Rückensaite anstösst und in Fortsätze, welche gegenüber den Centren der Wirbelkörper davon ausgehen. Diese Fortsätze erstrecken sich am Rumpfe vor dem After in den Raum zwischen dorsaler und ventraler Muskulatur und sind als Rippenanlagen zu betrachten. Das Gewebe, mit dem sie zusammenhängen, welches wirklich dem Gewebe, aus dem die neuralen Bogen entstehen, äquivalent, ist nicht wirklich ein Theil der Rippe. Am Schwanz hinter dem After und den Nieren bilden die Cardinalvenen eine unpaare Caudalvene unter der Aorta, und in diesem Körperabschnitt entsteht eine neue Reihe von Fortsätzen von jeder Seite des Hämalgewebes, welches an die Knorpelscheide der Rückensaite anstösst und eventuell wird durch eine Vereinigung der Fortsätze (Hämapophysen) beider Seiten unter der Chorda ein Canal gebildet, welcher die Aorta und die Caudalvene enthält. Diese Fortsätze (Hämapophysen *ha*) (Taf. II, Fig. 11 u. 12) existiren an einigen Segmenten zusammen mit kleinen Rippen, eine Thatsache, welche zeigt, dass sie nicht als modificirte Rippen betrachtet werden können, und dass das Gewebe, in dem sie entspringen, als eine Art allgemeiner Grundlage für alle möglicherweise entstehenden hämalen Fortsätze angesehen werden muss und nicht mit irgend einer besonderen Art von Fortsätzen in Verbindung steht.“

Diese Angabe bezüglich der Hämalbogen ist ausserordentlich wichtig, und wenn Balfour keine ausdrücklichen Angaben über die gewebliche Zusammensetzung macht, so glaube ich diese ganz besonders hervorheben zu müssen, um jedem Missverständniss den Weg zu sperren, und es freut mich, mich dabei auf Götte und dessen Abbildungen stützen zu können. In der Masse, welche zu

lung des Gewebes zu Stande. Somit ist nur die Andeutung einer Segmentirung vorhanden, und Balfour ist vollkommen im Recht, wenn er dieses unvollkommen segmentirte, zusammenhängende Gewebe als zusammenhängende Bogenmasse oder Leiste beschreibt. Wenn Götte den Abschnitt zwischen je zwei Ganglien als Bogen bezeichnet, so mag das hingehen, dabei ist aber nicht zu übersehen, dass dieser den späteren Bogen, der Neur- und Hämapophyse nicht homolog ist, denn er umfasst die Neurapophyse und das zugehörige Intercalarstück. Wenn sich dann Götte gegen eine Verbindung der Bogenanlagen an der Seitenfläche der Chorda ausspricht, so glaube ich, thut er auch damit Balfour Unrecht, denn seine Beschreibung begreift darunter das Bildungsgewebe ausserhalb der zarten um die Chorda gelegenen Zellhülle, von welchem diese ja anfänglich nicht scharf geschieden ist und welches Götte auch darstellt (Taf. II, Fig. 14 u. 15) und mit *b* bezeichnet.

1) „Es ist bekannt, dass beim erwachsenen Scyllium die hintere Wurzel den Intercalarknorpel und die vordere den wahren Rückenmarksbogen durchbohrt. Das scheint bei dem Embryo im Stadium *P* nicht der Fall zu sein.“

der Kategorie des Knorpelblastemes gehört, und das richtiger mit dem Ausdrucke Bogenanlage bezeichnet würde, entstehen den Neurapophysen entsprechend durch Differenzirung des Gewebes zu Knorpel die unteren Bogen (Hämaphysen) und ragen gegen den Raum zwischen dorsaler und ventraler Muskulatur, wachsen dagegen am Schwanze ventralwärts um die Gefässe. Selbständigen Ursprunges sind dagegen, was mir mit klaren Worten aus der Schilderung Balfour's hervorzugehen scheint, und auch die Götte'schen Darstellungen widersprechen dem nicht, die Rippen, wenn man von Rippen nur dann spricht, wenn sich bereits Knorpel gebildet hat. Diese wachsen in dem Raume zwischen dorsaler und ventraler Muskulatur und legen sich an die Hämaphysen an. Sie entstehen in dem Gewebe (Rippenanlage), welches Balfour als Fortsätze der Anlagen der unteren Bogen im Intermuskularraum bezeichnet.

Damit wäre für die Plagiostomen eine Entstehung der Rippen nachgewiesen, wie Fick¹⁾ sie für die Tritonen, vor ihm Bruch²⁾ für die Säugethiere und Vögel resp. Schildkröten und Born und ich³⁾ in jüngster Zeit durch weitergehende Untersuchungen für alle vier höheren Thierclassen nachgewiesen haben. Wenn Götte von einer Abgliederung der Rippen spricht, so beruht das, meine ich, auf die ihm eigenthümliche nicht strenge Scheidung zwischen Rippenanlage und wirklicher, knorpeliger Rippe.

Im Uebrigen will es mir scheinen, als wenn bezüglich der Entstehung oberer und unterer Bogen und Intercalarstücke die Darstellung Götte's nicht blos nicht im Widerspruch mit den Angaben Balfour's steht, sondern thatsächlich auf das Gleiche hinauskommt. Götte führt nur die Mittheilungen Balfour's präciser aus, und wo er Widerspruch erhebt, so scheint es mir auf einem Missverstehen des Inhaltes der Balfour'schen Angaben zu beruhen. Götte stellt die Entstehung namentlich des oberen Bogensystems so dar, als ob Balfour behauptete, die Bogenanlage zerfiele in Stücke (Neurapophysen und Intercalarstücke), die untereinander zusammenhängend auch bereits die Form wie in späteren Entwicklungsperioden hätten. Ich kann in der Balfour'schen Darstellung Nichts finden, was diese Annahme zuliesse, wenn man es nicht in dem Wörtchen „theilen“ finden will. Dieser Ausdruck „theilen“ kann aber nicht in dem Sinne von Götte gedeutet werden, denn Balfour weiss wie jeder Embryologe, dass die differenzirten, knorpeligen Wirbelfortsätze nicht im Zusammenhange entstehen. Er deutet ja selber, wenn auch etwas versteckt, die Ausbreitung der Bogen auf den basalen Theil der Bogenanlage an und weiss demnach recht wohl, dass Intercalarstücke und Neurapophysen discret entstehen, getrennt sind und erst im Laufe der Entwicklung das verbindende Bildungsgewebe der Bogenanlage bis auf den Rest des verbindenden Bindegewebes absorbiren und dann erst zusammenstossen.

Es braucht ferner wohl nicht erst besonders hervorgehoben zu werden, dass bei der Entwicklung der wahren Bogen, Intercalarstücke und Rippen die peripheren Lagen des Bildungsgewebes der Bogenanlage zum Perichondrium, beziehungsweise zur Dura mater werden und dass sich dasselbe, die Verbindung der Bogen aufrecht erhaltend, um die Chorda herum fortsetzt, um dort entweder zum Perichondrium des Wirbelkörpers zu werden oder weitere Differenzirungen einzugehen, die im folgenden Abschnitte Gegenstand der Betrachtung werden sollen.

Besonders zu betonen hätte ich an dieser Stelle den Umstand, dass, nachdem die Neura-

1) Verhandlungen der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1878, Juni. — Zeitschrift für Anatomie und Physiologie. Jahrgang 1879.

2) Beiträge zur Entwicklungsgeschichte des Knochensystems. — Neue Denkschriften der allgemeinen schweizerischen Gesellschaft für die gesammten Naturwissenschaften.

3) Zoologischer Anzeiger 1879.

pophysen, Intercalaria und Haemapophysen durch Umwandlung des Gewebes der Bogenanlagen an discreten Stellen (Taf. II, Fig. 19 *obi*) zu Zellknorpel sich hervorgebildet haben, die Weiterbildung, das Wachstum derselben nicht einfach durch allmähliche Umwandlung des grosszelligen Knorpels in Hyalinknorpel, unter Bildung ausgedehnter Zwischenzellmasse geschieht, sondern es scheint, als wenn ein Theil desselben bei einer Anzahl von Geschlechtern einen anderen Bildungsgang durchmacht. Thatsache ist, dass später im Inneren der sonst hyalinknorpeligen Bogen vieler Formen bindegewebige und elastische Faserelemente sich geltend machen, und das kann nur in einer dishomogenen Entwicklung des Knorpelgewebes seinen Grund haben. Statt gleichmässiger Umwandlung zu hyalinem Knorpel, der höheren Gewebsform, findet vielleicht in Inseln, was die Entwicklungsgeschichte näher zu ergründen hätte und worauf Einiges in der Balfour'schen Schilderung (die Entwicklung der Neurapophyse in dem basalen und mehr dorsal gelegenen Abschnitt des Bildungsgewebes) hindeutet, die Knorpelentwicklung statt. Die zwischenliegenden Massen müssten dann der rückschreitenden Umwandlung unterliegen und treten somit auf eine niedere gewebliche Stufe.

Im weiteren Verlaufe der Entwicklung können bei einigen Formen die ursprünglich getrennten, knorpeligen Bogen entweder vollkommen oder unvollkommen mit einander verschmelzen, und somit die Chorda in stärkerer oder schwächerer Schicht umhüllen. Was daraus für Folgerungen zu ziehen sind, werden wir später sehen.

Weiterhin will ich als äusserst wichtig und interessant hervorheben, dass es, wie v. Jhering¹⁾ gezeigt hat, zwischen je zwei durchtretenden Nervenwurzeln zur Bildung von zwei Neurapophysen, beziehungsweise intercalaria kommen kann, und wäre es im hohen Grade lohnend, diese am Schwauze von Scyllium, Acanthias und Scymnus gemachten Beobachtungen entwicklungsgeschichtlich zu verfolgen.

Die Einschiebung eines Bogen- und Schaltstückes, welche von einer Einschiebung eines Wirbelkörpers begleitet ist, ist nun aber, wie ich mit v. Jhering meine, nicht dahin aufzufassen, dass die eingeschobenen Stücke den übrigen Segmenten homolog sind. Homolog unter einander und wirkliche Wirbelsegmente sind nur die zwischen je zwei durchtretenden Nervenwurzeln gelegenen Theile des Axenskeletes. Die eingeschobenen Stücke sind also nur Theile eines Segmentes, sind ihnen also trotz aller äusseren Aehnlichkeit nur analog. Eine solche Vermehrung knorpeliger Bogen ist ja aber genau betrachtet gar nichts Auffallendes, im Gegentheil die Regel, sehen wir doch in dem Bildungsgewebe der oberen Bogen zwei Knorpelanlagen auftreten, eine für die Neurapophyse, eine für das Intercalare, wie auch Aehnliches bei der unteren Bogenanlage stattfinden kann, warum sollte nicht einmal eine Verdoppelung der regelrechten Anlagen stattfinden können auch bei den höheren Thieren, wo in der Bogenanlage immer nur ein Knorpelkern, der des wirklichen Bogens sich geltend macht? Die Verdopplung ist ja, wie v. Jhering²⁾ nachgewiesen hat, und worauf bereits vor ihm J. Müller³⁾ aufmerksam gemacht hat, die Regel bei Petromyzon, ja wie wir sehen werden in noch höherem Maasse bei den Holocephalen vorhanden. Dieser Zustand wird demnach als der primäre anzusehen sein, und es würde sich dann der Entwicklungsgang dieser festen Skelettheile dahin ausdrücken lassen, dass man sagt, dass ursprünglich auf ein Segment der Wirbelsäule mehrere feste Skeletelemente (Wirbelbogen, Intercalaria, Wirbelkörper) fielen, und man wird diesen Zustand passend mit Poly- und Diplospondylie bezeichnen können. Allmählig macht dann dieser dem Verhalten Platz, wobei auf ein Segment der Wirbelsäule ein Bogen und ein Wirbelkörper kommt (Monospondylie).

1) Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig 1878.

2) l. c.

3) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden.

Entwicklung der Wirbelkörper.

Die Wirbelkörperanlage besteht nach Balfour und Götte aus dem früher erwähnten, unmittelbar um die Chorda gelagerten, einreihigen Zelllager (Taf. II, Fig. 14), welches nicht besonders markirt erscheint. Die Zellen berühren einander nach Götte. Dieses Zelllager findet sich nach Balfour zwischen dem Stadium *K* und *L* ausgebildet. Folgen wir ihm nun in der Beschreibung weiter, so ergibt sich Folgendes:

„Das Gewebslager, welches die Wirbelkörper bildet, wächst rasch an Dicke, und sehr bald, zu einer etwas früheren Periode als in Gegenbaur's Taf. XXIII, Fig. 4¹⁾ dargestellt ist, kann man leicht eine besondere Membran (Kölliker's elastica externa) erkennen, welche dasselbe umgiebt und es von dem anstossenden Gewebe der Bogen trennt (Taf. II, Fig. 1). Sie wird gebildet von einer homogenen Grundsubstanz, welche längliche, concentrisch angeordnete Kerne enthält und eine gleichmässige, unsegmentirte Hülle der Rückensaite bildet.

Während nun die Bogenanlagen sich differenziren und die eigentlichen Bogen sich hervorbilden, bleibt das Gewebe der Wirbelkörper (Wirbelkörperanlage) oder der Knorpelhülle der Chorda, obgleich dicker als früher, als eine continuirliche Röhre bestehen, deren Schicht keine Segmentationen zeigt.“

Götte führt den Bildungsgang der Wirbelkörperanlage weiter aus. Seiner Zeichnung nach (Taf. II, Fig. 14) ist das einfache Zelllager ein prochondrales Gewebe. Die im folgenden Stadium an ihre Stelle tretende, dickere Gewebsschicht, welche durch die feine, zusammenhängende Cuticula nach aussen und gegen die Bogen abgeschlossen ist, entsteht nach ihm dadurch, dass die peripheren Theile der prochondralen Elemente sich zur Intercellularsubstanz umwandeln, während die eigentliche Zellmasse mit dem Kern (um Kerne allein, wie Balfour meint, handelt es sich nicht) zu spindelförmigen, mit zwei Fadenenden versehenen Zellen auswachsen (Taf. II, Fig. 15). Dieselben liegen concentrisch um die Chorda angeordnet, dicht gedrängt und handelt es sich histiologisch betrachtet um ein Fasergewebe, eine besondere Form der Bindesubstanz, die gegen den Knorpel hinleitet, nicht aber eigentlicher Knorpel, weder Faser- noch Hyalinknorpel ist. Ich bin zweifelhaft, ob sich aus dem einmal gelegentlich gebrauchten Ausdruck „Knorpelhülle“ für dieses Gewebe annehmen lässt, dass Balfour dieses Gewebe wirklich als Knorpel betrachtet. Aus seiner histiologischen Beschreibung leuchtet das nicht hervor.

Bei dieser Gelegenheit möchte ich dann auch einen Irrthum meinerseits berichtigen. Die elastica externa ist gleich bei Bildung der Wirbelkörperanlage als eine continuirliche Cuticularmembran an der Oberfläche vorhanden, und zwar als eine Absonderung der Zellen der Wirbelkörperanlage. Sie ist also nicht, wie ich für einige Fälle annehmen zu dürfen glaubte, durch Wachstumsdruck aus einem indifferenten Zelllager hervorgegangen.

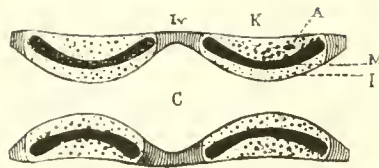
Im Verlaufe dieser Bildungsvorgänge macht sich unmittelbar an der Cuticula chordae eine Bildung, freilich vorübergehender Natur geltend, die früher zu mancherlei Verwechslungen Anlass gegeben hat. Balfour erwähnt ihrer als einer gesonderten Membran. Götte zeichnet und beschreibt dieselbe (Taf. II, Fig. 20) vollkommen gut, und ich kann seine Befunde bestätigen. Es ist ein zellenfreier Theil der Wirbelkörperanlage, eine besondere Anhäufung von Zwischenzellsubstanz, die, wie es den Anschein hat, durch den Wachstumsdruck vor Allen der Chorda, beim expansiven Wachstum derselben immer dünner wird und schliesslich verschwindet.

1) l. c.

„Die Differenzirungen der Wirbelkörperanlage erscheinen, wie Balfour beschreibt, zuerst in den Wirbelpartien, die dem Ursprunge der Rückenmarksbogen gegenüber liegen. Die äusserste Partie des Knorpels wird an diesen Punkten hyalin und in ihrer Struktur beinahe ununterscheidbar von dem Gewebe der Bogen. Diese Fleckchen hyalinen Knorpels werden breiter und verursachen, dass die vertebralen Theile der Wirbelsäule die Rückensaite einschnüren, während sich die intervertebralen Theile mehr passiv verhalten, aber von Zellen mit sehr wenig Intercellularsubstanz zusammengesetzt werden. Gleichzeitig mit diesen Veränderungen wird ein Theil des nach innen von dem Hyalinknorpel befindlichen Lagers zu einem ziemlich besonderen Gewebe umgewandelt, dessen Zwischenzellsubstanz sich nicht färbt und in dem eventuell die Verkalkung auftritt (Taf. II, Fig. 12). Die innerste Lage an der Rückensaite behält ihren primitiven Charakter und ist sowohl in den vertebralen als intervertebralen Abschnitten als ein besonderes Lager unterscheidbar. Als Resultat dieser Veränderungen zeigt nun ein Querschnitt durch die Mitte der vertebralen Abschnitte (Taf. II, Fig. 11 u. 12) drei auf einander folgende Ringe, einen äusseren hyalinknorpeligen Ring, bekleidet von der *elastica externa*, darauf einen Ring verkalkten Knorpels und nach innen davon einen Ring von Faserknorpel, welcher sich der leicht eingeschnürten Chorda anfügt. Ein Querschnitt durch einen intervertebralen Abschnitt zeigt nur einen dicken, äusseren und einen dünnen, inneren Ring von Faserknorpel, letzterer in Berührung mit der Scheide der uneingeschnürten Chorda.“

Ein Wirbelkörper ist also ein zwischen den Basen der Häm- und Neurapophysen gelegener Abschnitt der Wirbelkörperanlage, während der der Verbindung der Bogen entsprechende Abschnitt das Zwischenwirbelgewebe darstellt. Wirbelkörper und Intervertebralgewebe unterscheiden sich und darüber herrscht volle Uebereinstimmung, dadurch, dass der Wirbelkörper drei, das Intervertebralgewebe zwei Bestandtheile enthält. Wirbelkörper Aussen-, Mittel- und Innenzone. Die ersteren Beiden entsprechen der äusseren Zwischenwirbelschicht, während sich die letztere continuirlich in die innere Gewebszone des Intervertebralraumes fortsetzt. Mit dieser Differenzirung geht der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend die Einschnürung der Chorda Hand in Hand, und diese ist entweder durch eine Wucherung der Wirbelkörpermasse besonders der äusseren und mittleren Zone, oder durch die in der Breite der Bogenbasen sich vorwölbende Aussenzone, oder durch diese und eine gleichzeitig damit stattfindende Wucherung der Innenzone bedingt, wie das auch Götte ganz richtig hervorhebt. In den beiden letzten Fällen sehen wir, dass der Wirbelkörper, abgesehen von der Chorda, einen einfachen hohlen Doppelkegel, einen amphicoelen Wirbel darstellt, während im ersteren Falle der amphicoele Charakter mehr oder minder verwischt sein kann. Ich kann mich dabei vollkommen auf Götte's Standpunkt stellen, dass die Bogen es sind, welche in erster Linie die Einschnürung bedingen, denn durch die Hervorbildung ihres festen Gewebes werden die davon bedeckten Abschnitte der Wirbelkörperanlagen wesentlich zu dem concentrischen Wachsthum genöthigt, welches die weitere Einschnürung der Rückensaite zur Folge hat. Das Längenwachsthum des Wirbelkörpers findet dabei an den Rändern statt, und da gleichzeitig ein intervertebrales Wachsthum der Chorda statt hat, so ist die Folge davon, dass der amphicoele Charakter während der ganzen Wachstumsperiode nicht allein gewahrt bleibt, sondern sogar noch zunimmt.

Holzschnitt II.



A. Aussenzone. M. Mittelzone. I. Innenzone. Iv. Intervertebralgewebe. K. Wirbelkörper. C. Chordahöhle.

Gleichzeitig damit ist natürlich auch ein Dickenwachsthum vorhanden, welches sich in der Mitte des Wirbels am stärksten äussern, dagegen an der Peripherie abnehmen muss. Das vertebrale Dickenwachsthum kann dabei zu einer vollkommenen Verdrängung der Chorda im Centrum Anlass geben. Auch das Zwischenwirbelgewebe kann, wie ich ebenfalls im speciellen Theile zeigen werde, nachträglich selbständig auswachsen und die Rückensaite intervertebral einschnüren und findet dieses Wachsthum wesentlich durch Hülfe der Aussenzone statt. Das Zwischenwirbelgewebe springt dann zwischen den Wirbelkörperenden wie ein ringförmiger Wulst gegen die Chorda vor.

Was nun die Vorgänge bei der Gewebsentwicklung der Wirbelkörperanlage betrifft, so hat Balfour dieselben nur angedeutet, Götte weiter ausgeführt, allein ich glaube, ohne damit in Widerspruch mit meinen Vorgängern zu gerathen, dass doch noch Einiges hinzuzusetzen wäre. Dass Acanthias darauf hin zusammenhängend von mir untersucht worden ist, habe ich bereits erwähnt.

Die Differenzirung der Wirbelkörperanlage beginnt in den von den Bogenbasen bedeckten Abschnitten unter der elastica externa derart, dass die mit langen Ausläufern versehenen, dicht zusammengedrängten Spindelzellen aus einander gedrängt werden (Taf. II, Fig. 20 *az*), und zwar durch Zunahme der homogenen Zwischenzellschicht, in der sich, wenn auch nur undeutlich, eine feine Faserung nachweisen lässt. Darauf beginnt der gleiche Bildungsprocess im Bereiche der unmittelbar an der Cuticula chordae gelagerten Zellen und schreitet über den Bereich der Bogenbasen rings um die Chorda in den Intervertebralraum fort. Somit baut sich der Wirbelkörper zwischen den Bogenbasen ursprünglich aus zwei, einer dünnen äusseren und einer stärkeren inneren Lage auf, während zu gleicher Zeit das Intervertebralgewebe nur einschichtig erscheint. Sowie nun aber die centrale Schicht sich ausbildet, haben wir am Wirbelkörper Aussen- und Innenzone und zwischen ihnen die Mittelzone, die dann nichts weiter als ein in der Entwicklung zurückbleibender Rest der ursprünglichen Wirbelkörperanlage darstellt. Sie enthält dicht gedrängte Spindelzellen mit langen, fadenartigen Ausläufern und sparsamer Intercellularsubstanz. Im Intervertebralgewebe trennt sich dann das einschichtige Lager in Aussen- und Innenschicht, welche letztere ja der Innenzone des Wirbelkörpers gleich ist.

Während dieser Bildungsvorgänge erleidet die concentrische Anordnung der Zellen um die Chorda keine Unterbrechung. Erst nach ihnen beginnt die Umwandlung der Aussenzone zu echtem Knorpel. Die Intercellularsubstanz nimmt zu, die Zellen rücken auseinander, sie wandeln sich in die runde Form um, und es zeigen sich Knorpelzelltheilungen. Damit hört zugleich die regelmässige Anordnung der Zellelemente auf und das Wachsthum der Schicht hat dabei, abgesehen von dem Einflusse auf die Chorda, das Zersprengen der elastica externa an den Bogenbasen und die Verschmelzung mit dem Gewebe derselben zur Folge. Hervorheben will ich aber bei dieser Gelegenheit, dass wie bei der Entwicklung des Hyalinknorpels in den Bögen, so auch bei vielen Plagiostomen in dieser Schicht die Entwicklung des Fasergewebes zu hyalinem Knorpel nicht in allen Theilen gleichmässig vor sich geht, und es scheint mir, dass darauf auch der Ausdruck Balfour's „Knorpelflecke“ hindeutet. Ein Theil der Spindelzellen macht seinen eigenen Entwicklungsgang zu Kern- und elastischen Fasern durch

und zwar nach meiner Auffassung unter dem Einflusse des Wachstumsdruckes der umgebenden zu Hyalinknorpel sich umwandelnden Gewebsmassen. Ganz dasselbe kann auch bei der Weiterbildung des Gewebes der Innenzone stattfinden. Diese erfolgt, wie Götte richtig hervorhebt, nicht in gleicher Weise. Die Intercellulärsubstanz bekommt freilich den Charakter der Knorpelzwischenstoffsubstanz, aber auch nicht überall, sondern nur im Centrum des Wirbelkörpers und dort zeigt sich auch allein die Umwandlung der Zellen, während gegen die Wirbelenden hin ein allmählicher Uebergang in das unveränderte Lager von faserigem Spindelzellknorpel stattfindet. Die Zellen werden nicht zu runden Knorpelzellen, sondern werden mehr oder minder sternförmig, behalten dabei aber im grossen Ganzen ihre concentrische Anordnung um die Chorda bei.

Das Lager der Mittelzone (siehe Holzschnitt II), welches an den Enden in die Aussenzone des Zwischenwirbelgewebes übergeht und von dieser aus sein Längenwachsthum erfährt, verkalkt (Faserknochen der Autoren), wobei die Zellen unter Umständen statt der Spindelform eine Sternform annehmen können. Das Dickenwachsthum geschieht durch Fortschreiten der Verkalkung auf die Aussen- und Innenzone. Es stellt dann den centralen, amphicoelen Doppelkegel dar (siehe Holzschnitt II M), der, wenn das äussere und innere Lager an der Bildung Theil nimmt, dreischichtig erscheinen kann.

Das Intervertebralgewebe unterliegt in beiden Schichten mannichfachen Veränderungen, die im speciellen Theile ihre Erledigung finden sollen, vom einfachen, faserigen Bindegewebe bis zum Faserknorpel.

Weitere Entwicklungsvorgänge treffen nun zunächst die Abschnitte des Wirbelkörpers, welche sich nach aussen von dem centralen Doppelkegel finden. Entweder lagern sich um letzteren concentrische Lagen verkalkten Knorpels (siehe Holzschnitt V), die sich in grösserer oder geringerer Ausdehnung bis an die Peripherie erstrecken können, und diese Ossificationen bilden sich oftmals unter dem Einfluss hineindringender Gefässe, während dagegen die Kalkablagerung in der Mittelzone unter dem Einfluss der Saftbahnen des Spindelzellgewebes der Wirbelkörperanlage vor sich geht, oder es gehen von dem centralen Doppelkegel Kalkstrahlen aus (siehe Holzschnitt VI). Ferner sehen wir bei vielen Plagiostomen im weiteren Verlaufe der Entwicklung die Bogen sich in einer ganz erheblichen Weise an dem Aufbau des Wirbelkörpers betheiligen, ein Verhalten, auf welches Kölliker ¹⁾ in ausführlichen Arbeiten aufmerksam gemacht und welches er systematisch verwerthet hat.

Balfour hat, wie wir wissen, gezeigt, dass die Bogenanlagen um die Wirbelkörperanlage herum und deren *elastica externa* durch ein dünnes Gewebslager (Bildungsgewebe) mit einander verbunden sind, und dieses spielt in der Folge eine ungemaine Rolle. Entweder wandelt sich dasselbe einfach zum Perichondrium, beziehungsweise zur Hülle der Wirbelkörper um, wenn nach Bildung der Bogen die Basen derselben getrennt bleiben und somit dem Wirbelkörper getrennt aufsitzen, oder es nimmt an dem Bildungsvorgange der Bogen Theil, verwandelt sich zu Knorpel, welcher dann ein integrierender Bestandtheil der Bogen wird. In diesem Falle wachsen die Bogen entweder nur an der Seite oder auch dorsal und ventral um die *elastica externa*, welche unter dem Wachstumsdruck vollständig verschwinden kann, und dann besteht der Wirbelkörper aus dem nur an der Hand der Entwicklungsgeschichte in seinen Grenzen bestimmabaren, eigentlichen Wirbelkörper, der ja mit der äusseren elastischen Haut abschliesst und dem Bogenantheil. Auf diesen können die Differenzirungen des eigentlichen Wirbelkörpers (Kalkstrahlen) übergreifen.

Der letzte Bildungsvorgang ist dann der, dass dieses Verbindungsgewebe der Bogenanlagen einen selbständigen Entwicklungsgang durchmacht. Es wandelt sich zu einer Art Zellknorpel um, welcher

1) l. c.

Hasse, *Das natürliche System der Elasmobranchier.*

sich in dünner Lage zwischen den Bogenbasen erstreckt und bis auf die peripheren Schichten, die das Periost darstellen, verkalkt. Somit entstehen zwischen den Bogenbasen vier Verkalkungszonen (periostale Keile nach Kölliker) und diese können mit Durchbrechung der elastica externa in den eigentlichen Wirbelkörper weiter wachsen und sich hier entweder mit dem Doppelkegel direct oder mit den davon ausgehenden Kalkstrahlen der Aussenzone des eigentlichen Wirbelkörpers verbinden. Dabei brauche ich dann wohl nicht besonders hervorzuheben, dass diese, ebenso wie die Bogen, durch Umwandlung der Zellen des Perichondrium (chondroblastische Schicht) peripherisch zu wachsen vermögen. Verkalkungen können auch gegen Ende der Entwicklungsperiode an der Oberfläche der Neur- und Hämaphysen, ja selbst im Inneren derselben auftreten, und diese erscheinen dann gewöhnlich in Gestalt polygonaler Kalkschüppchen. Auch diese Verkalkungen können unter der directen Betheiligung der Gefässe auftreten und thun es dann, wenn sie einen hohen Grad der Ausbildung erreichen.

Capitel II.

Zusammenfassung der entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen.

Die Grundlage des Axenskeletes stellt ein zwischen den Urwirbelplatten gelegener, cylindrischer Zellstab (Chorda) dar, dessen Zellen an der Oberfläche eine feine Cuticularmembran, die Cuticularscheide des Rückenstranges oder die *elastica interna* absondern. Eine Gliederung ist an demselben nirgends vorhanden.

Nachdem derselbe entstanden ist, trennt sich entweder von den Urwirbelplatten oder, was noch wahrscheinlicher ist, bildet sich aus der Wand der Aorten eine Zellmasse, welche seitwärts an der Chorda emporwachsend auch den unteren Theil des Rückenmarkes umgiebt, die *sceletogene* Schicht, welche aber nicht selbständig erscheint, sondern in Verbindung mit Gefäßen zwischen die Urwirbel sich einsenkt und in die Anlage der Bindesubstanzen übergeht.

Diese *sceletogene* Schicht umwächst das Rückenmark sowohl, wie die Chorda und lagert sich an die Seite der Gefäße (Aorta, Vena cardinalis und caudalis). Die Chordazellen *vacuolisiren* mit Bildung von Zellmembranen. Die Kerne und das Protoplasma werden zu Gunsten der mit Flüssigkeit gefüllten Maschenräume bis auf ein *protoplasmatisches Lager* (Chordaepithel) an der Oberfläche verdrängt. Die Chorda wächst durch Neubildung von Vacuolen an der Peripherie. Zugleich findet entsprechend den Urwirbeln eine Segmentirung der *sceletogenen* Schicht statt, und es bilden sich die Vorwirbel.

Die Segmentirung der Vorwirbel verschwindet wieder und das Bildungsgewebe der *sceletogenen* Schicht wuchert an der Seite des Rückenmarkes und der Gefäße (Bogenanlagen), zugleich differenzirt sich aber aus derselben rings um die Chorda und deren Cuticularscheide ein einfaches Zelllager (Wirbelkörperanlage), während die übrigen nach aussen von demselben gelegenen Bildungszellen die Verbindung der Bogenanlagen herstellen.

Die Wirbelkörperanlage wuchert zu einem dicht gedrängten Spindelzelllager (Fasergewebe), dessen Elemente concentrisch um die Chorda herum angeordnet sind, und diese sondern an ihrer Oberfläche eine *cuticulare Grenzmembran* gegen die Bogenanlagen und das dieselben verbindende Bildungszelllager ab (*elastica externa*).

In den Bogenanlagen, von denen die oberen dorsalen durch die eingelagerten

Spinalganglien unvollkommen segmentirt sind und die aus prochondralem Gewebe bestehen, bilden sich Inseln von Knorpel. Dieselben treten zwischen den Spinalganglien sowohl, wie in den unteren Bogenanlagen entweder mehrfach auf (Poly- und Diplospondylie), oder es findet sich in den unteren Bogenanlagen nur ein Kern, während in den oberen regelrecht zwei Kerne auf jeder Seite vorhanden sind (Monospondylie).

Die Knorpelinseln, welche sich im Anschluss an die *elastica externa* entwickeln, sind die Neur-, beziehungsweise Hämapophysen oder wahren Bogen, welche mit breiter Basis aufsitzen. Die peripher gelegenen sind die *intercalaria*. Zu ihnen gesellen sich dann noch häufig in der dorsalen und ventralen Verbindungsmasse der Bogenanlagen entstehend obere und untere Schlussstücke.

Damit ist die Trennung der Bogen-sowohl wie der Wirbelkörperanlage in Wirbelsäulensegmente (Bogen und Körpersegmente) eingetreten. Die Bogensegmente können also mehrere Haem- und Neurapophysen, beziehungsweise *intercalaria* enthalten (Poly- und Diplospondylie) oder sie umfassen nur ein wahres Bogenelement und ein *Intercalare* (Monospondylie). Die verbindenden Bildungszellmassen eines Wirbelsäulensegmentes, die sich demnach in der Umgebung der Spinalwurzeln finden müssen, stellen das Intervertebralgewebe dar. Bei der Umwandlung der Bogenanlagen in Knorpel kommt entweder eine homogene Gewebsentwicklung zu Hyalinknorpel in Frage, oder einzelne Zellmassen behalten ihren Charakter und wandeln sich zu Faserelementen um, die dem Hyalinknorpel eingesprengt sind (dishomogene Entwicklung).

Nach Ausbildung der wahren Bogen, zu denen sich die ebenfalls selbständig entstehenden Rippen nachträglich gesellen, findet den Bogenbasen entsprechend eine Wucherung und Differenzirung der Wirbelkörperanlage statt. Diese führt zu einer Einsehnürung der Chorda, welche der Mitte der Bogenbasen entsprechend am stärksten ist. Es bilden sich aus der Wirbelkörperanlage die Wirbelkörper, welche den Zwischenräumen zwischen den Bogen entsprechend durch ein nicht differenzirtes und gewuchertes Gewebe der Wirbelkörperanlage (Intervertebralgewebe) getrennt, beziehungsweise verbunden sind.

Die Differenzirung beginnt mit der Ausbildung einer äusseren Lage von Spindelzellknorpel (äussere Zone), mit deren Entwicklung eine Sprengung der *elastica externa* Hand in Hand geht. Dann folgt die Hervorbildung einer ähnlichen Innenzone, und da diese sich auch im Intervertebralgewebe bildet, so zerfällt das Gewebe derselben in eine Aussen- und Innenschicht.

Der Wirbelkörper besteht sonach aus drei, das Intervertebralgewebe gewöhnlich aus zwei Lagen.

Die Mittelzone des Wirbelkörpers verkalkt (centraler Doppelkegel) und der Wirbelkörper hat dann die Gestalt eines hohlen Doppelkegels, dessen Inneres von der Chorda erfüllt ist (amphicoeler Wirbel).

Treten mehrere Bogen an einem Wirbelsäulensegmente auf, so können dem entsprechend auch mehrere Wirbelkörper auftreten (Poly- und Diplospondylie).

Darauf findet entweder eine homogene oder dishomogene Umwandlung der

Aussenzone des Wirbelkörpers zu Knorpel statt. Im letzteren Falle zeigen sich Faserelemente eingesprengt. Ihr folgt die Umwandlung der Innenzone, jedoch nicht mit runden, sondern mit mehr sternförmigen Knorpelzellen und auch das nur im Bereiche des Centrums des Wirbelkörpers.

Das Intervertebralgewebe unterliegt nur einer Umwandlung in Fasergewebe oder in Faserknorpel.

Nach Bildung des eigentlichen Wirbelkörpers mit dem centralen Doppelkegel, der auf Kosten der Aussen- und Innenzone wachsen und somit dreischichtig werden kann, und nachdem die Neurapophysen und Intercalarstücke eventuell die austretenden Nerven umwachsen haben, kann eine Weiterentwicklung der Wirbelsäule stattfinden, indem einmal der Wirbelkörper sich differenzirt, oder indem die Bogen sich weiter entwickeln, oder indem sich das Verbindungsgewebe derselben in der Umgebung des Wirbelkörpers oder dessen *elastica externa* umbildet.

Es können sich entweder um den einfachen, centralen Doppelkegel (Cyclospondylie) in der Aussenzone concentrische Verkalkungsschichten ablagern (Tectospondylie), oder es entwickeln sich in der Umgebung desselben, in der Aussenzone Kalkstrahlen (Asterospondylie). Ferner können die Bogen entweder an der Seite des eigentlichen Wirbelkörpers, oder rings um denselben mit einander verschmelzen und entweder an ihrer Oberfläche oder selbst in ihrem Inneren Ossificationen zeigen, oder wenn dieselben getrennt bleiben, differenzirt sich das ursprünglich die Bogenanlagen verbindende Bildungsgewebe zwischen denselben, verkalkt. Diese Verkalkungen können keilartig in das Innere des Wirbelkörpers bis an den centralen Doppelkegel dringen und entweder direct oder indirect mit demselben verschmelzen (Wirbel mit Knorpelkreuz).

Capitel III.

Stammesgeschichtliche Folgerungen.

Knüple ich an diese Zusammenfassung entwicklungsgeschichtlicher Thatsachen, stammesgeschichtliche Folgerungen, so bin ich mir recht wohl bewusst, dass ich den Satz, dass die Entwicklungsgeschichte eines Organismus, eines Körpertheiles oder Gewebselementes seine Stammesgeschichte mehr oder minder offen oder versteckt enthält, als bewiesen oder mindestens im höchsten Grade wahrscheinlich hinstelle, ohne dass derselbe auch nur im Geringsten bewiesen oder selbst wahrscheinlich gemacht ist. Ich will aber an dieser Stelle an der Fiction festhalten, und es dem besonderen Theile überlassen, wenn auch nicht den strikten, so doch den Wahrscheinlichkeitsbeweis zu liefern. Streng bewiesen würde er ja nur dann sein, wenn es möglich wäre, den Bau und die Entwicklungsgeschichte des Axenskeletes aller lebenden und ausgestorbenen Elasmobranchier bis ins Einzelne zu erforschen. Das ist natürlich unmöglich, und so glaube ich, wird den Anforderungen an einen Wahrscheinlichkeitsbeweis Genüge gethan, wenn nachgewiesen werden kann, dass keine Thatsache morphologischen und paläontologischen Inhaltes dem Satze widerspricht, und wenn es weiter gelingt nachzuweisen, dass Uebergangsformen zwischen zwei Thierarten existiren, die im Bau ihrer Wirbelsäule verschiedene Entwicklungsstufen derselben fixirt zeigen.

Die Richtigkeit des Satzes vorausgesetzt, erscheint es mir von der grössten Wichtigkeit, festzustellen, welche allgemeinen Formverhältnisse die Embryonen zeigen in dem Augenblicke, wo die Elemente des Axenskeletes sich in charakteristischer Weise zu bilden beginnen. Es sind das die Stadien *K*, *L*, *O*, *P*, *Q* nach Balfour, und vor Allem die Entwicklungsstufen *L* und *P* (Taf. I).

Beim Stadium *K* (Taf. I) beginnt ja, nachdem sich die skeletogene Schicht als ein continuirliches Lager um die Chorda und um das Rückenmark ausgebildet hat, ohne dass eine Trennung in eine eigentliche Wirbelkörperanlage und Bogenanlage vorhanden ist, ohne dass also eine *elastica externa* auftritt, die primitive Segmentirung der skeletogenen Schicht (Vorwirbel) zu verschwinden. Es besteht demnach das Axenskelet aus dem Axenstabe der Chorda mit ihrer Cuticula, der *elastica interna*, und der continuirlichen Hülle der skeletogenen Schicht, welche aus embryonalem Bindegewebe zusammengesetzt ist, in das sich im Bereiche des Rückenmarkes die Anlagen des peripheren Nervensystems lagern.

Im Stadium *L* (Taf. I) zeigt sich dagegen die Ausbildung der Bogen- und der Wirbelkörperanlage, ferner das Auftreten einer *elastica externa*, und um letztere prägt sich in den Bogenanlagen die Trennung in Segmente schärfer aus.

Im Stadium *P* hat die Differenzirung der knorpeligen Häm- und Neurapophysen sowohl, wie die

der Intercalarstücke ihren Anfang genommen, während dagegen im Stadium *Q* (Taf. I) die charakteristische Differenzierung der Wirbelkörperanlage in Wirbelkörper, beziehungsweise in Zwischenwirbelgewebe ihren Anfang nimmt.

Sehen wir nun zu, welches frühe Entwicklungsstadium des Axenskeletes bei den Elasmobranchiern im Bau der erwachsenen Wirbelsäule seinen Ausdruck findet, so stellt sich als solches das Stadium *P* (Taf. I) dar und dasselbe findet seine Vertretung im *Callorhynchus antarcticus*. Neur- und Hämapophysen sind entwickelt, allein die Wirbelkörperanlage ist nicht segmentirt, stellt ein um die Chorda herum gelagertes, unsegmentirtes Rohr dar. Von Hyalinknorpel ist keine Rede.

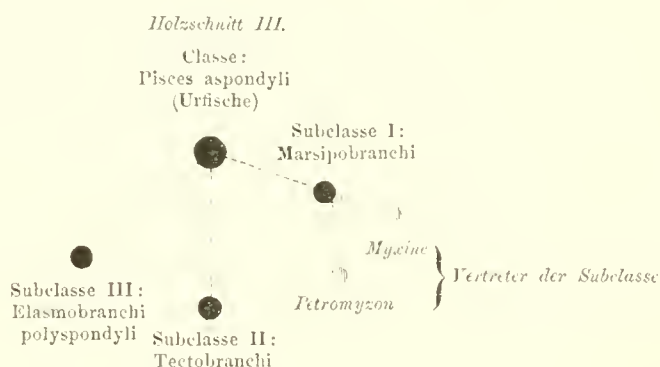
Unter den Elasmobranchiern müssen also die Holocephalen die niederste Stufe einnehmen, und es müssen somit die Stammformen der Elasmobranchier in den wesentlichsten anatomischen Merkmalen dem *Callorhynchus* nahe gestanden haben, müssen demnach, wenn wir von der Richtigkeit des aufgestellten Grundsatzes ausgehen, in dem Gesamthabitus und den wesentlichsten Organisationsverhältnissen den Charakter der Entwicklungsstufe *O*, beziehungsweise *N* (Taf. I) ausgeprägt gezeigt haben, während wieder die Stammformen dieser, die ich als

Pisces aspondyli

(Urfische)

bezeichnen will, der früheren Entwicklungsstufe *M* und *L* entsprechen müssten.

Das Axenskelet des Stadium *L* beziehungsweise *M* (Taf. I) findet nun aber seine Vertreter in den Cyclostomen, und da wir diese in Folge ihrer Gesamtorganisation nicht einfach als Vorläufer der Elasmobranchier anzusehen haben, so müssen wir den Urfischtypus dem Stadium *K* (Taf. I) entsprechend annehmen, von dem aus sich einerseits die Cyclostomen als nächststehende Form, andererseits die alsbald zu begründenden Elasmobranchi polyspondyli oder Urknorpelfische, und wie ich an anderer Stelle¹⁾ aus einander gesetzt habe und in einem kommenden Werke noch weiter auszuführen gedenke, die Tectobranchi abzweigten. Der Stammbaum ist demnach folgender:



Die eigentlichen Plagiostomi müssen also den Entwicklungsstufen entsprechen, die dem Stadium *P* (Taf. I) folgen, und das scheint mir nicht uninteressant, weil sich der Habitus der Plagiostomen zuerst scharf in dem Stadium *Q* ausprägt.

Von dem angenommenen Standpunkte aus lassen sich nun die Merkmale der Stammformen der Elasmobranchier, die zugleich die Wurzel der Marsipobranchier und Tectobranchier, also der Organoiden sind, leicht wieder herstellen. Ich habe sie ja als *Pisces aspondyli*, als Urfische, bezeichnet.

Man wird es mir verzeihen, wenn ich an dieser Stelle nicht ausführlich auf die Begründung

1) Morphologisches Jahrbuch Bd. II.

eingehet. Es wäre dazu die ausführliche Schilderung des Typus sowohl der Marsipo- als der Tectobanchier nöthig, und diese muss ich mir für kommende Zeiten vorbehalten. Ich will hier nur die allgemeinen Grundzüge vorlegen.

Wie ich bereits hervorgehoben, müssen wir bei der Construction dieser Formen das Stadium *K* beziehungsweise *L* (Taf. I) als Ausgangspunkt nehmen.

Ich gestehe, dass ich, abgesehen von der Abschnürung gegenüber dem Dottersack, nicht im Stande bin wesentliche Differenzen im äusseren Habitus gegenüber gleich entwickelten Embryonen von Knochenfischen, die sich doch am weitesten von der Urform der Tectobanchier entfernen, zu entdecken, jedenfalls treten die äusseren Merkmale der Elasmobanchier in der eigentlichen Körperanlage noch in keiner Weise zu Tage.

Die Haut ist vollkommen glatt und besitzt eine mehrschichtige Epidermis. Von Extremitäten ist keine Spur vorhanden, es findet sich nur eine Extremitätenleiste als Vorstadium derselben. Die Rücken- und Afterfinne (Taf. I) stellt eine niedrige, zusammenhängende Hauterhebung dar. Es finden sich freie Kiemenspalten. Die Mundöffnung ist keine quere Spalte, sondern eine runde Oeffnung (Taf. I). Die Nasenöffnungen sind weiter von der Mundöffnung entfernt, als später. Die Kiemenspalten sind nach Balfour als Ausstülpungen des Rachens gegen das Integument mit Durchbruch des letzteren entstanden, also in einer Weise, wie sie für den Amphioxus bekannt ist, und wie sie auch für die Cyclostomen gefunden wurde.

Das Axenskelet ist durch den cylindrischen Stab der Chorda, welcher sich von der sceletogenen Schicht umgeben zeigt, repräsentirt. Ein Abschnitt derselben umgiebt in concentrischer Lage die Rückensaite, ohne Bildung einer elastica externa (Wirbelkörperanlage), ein anderer, verdickter, durch die Spinalganglien segmentirter Abschnitt umgiebt das Rückenmark, ein anderer die Gefässe (Bogenanlage).

Dem Stadium *K* (Taf. I) entsprechend müssen also die Stammformen der Elasmobanchier beziehungsweise der Marsipo- und Tectobanchier langgestreckte Fische mit glatter, mehrschichtiger Epidermis versehen gewesen sein, die eine runde Mundöffnung, eine niedrige, zusammenhängende Rücken- und Afterflosse, keine deutlich ausgeprägten Extremitäten und einen diphyccerken Schwanz besaßen. Es werden in offener See lebende Fische gewesen sein, deren Mund vielleicht nur mit Hornzähnen bewaffnet war, denen Begattungsorgane fehlten oder denen solche nur in rudimentärem Zustande zukamen. Die Befruchtung musste also im ersteren Falle nach der Eiablage im freien Wasser vor sich gehen. Die Chorda muss ein gleichmässiger, nur am hinteren Ende sich zuspitzender Strang gewesen sein, der mit einer Cuticula versehen war und dessen Zellen vacuolisirten. Um die Chorda befand sich ein dünnes Bindegewebslager der sceletogenen Schicht, in concentrischer Anordnung der Elemente. Der Theil der sceletogenen Schicht, welcher das Rückenmark und die Gefässe umgab, stellte ein verdichtetes Bindegewebslager dar, welches im Bereiche des Rückenmarkes von den alternirenden Nervenwurzeln durchbrochen und somit regelmässig segmentirt wurde. Der Schädel bestand aus einer hyalinknorpeligen Basis und einem häutigen Dach. Der chordale Schädel stellte die Pars occipitalis, der prächordale die Pars orbitalis und ethmoidalis dar. Mit dem orbitalen Schädeltheil zeigte sich ein Palatoquadratum fest verbunden. Am Ethmoidalabschnitt fanden sich keine Rostralknorpel, dagegen neben einem entwickelten Labialknorpelsystem, als Stütze für die Mundhöhle, um die Mundöffnung ein Tentakelkranz. Ferner fanden sich mindestens acht mittelst Durchbruchs von innen nach aussen entstandene, freie Kiemenspalten. Die Nasenöffnungen zeigten sich entweder getrennt, dorsal von der Mundöffnung gelagert, oder sie befanden sich in einer gemeinsamen Vertiefung, dem Nasenganggang (Nasensack).

Die Pisces aspondyli stellen also die Classe dar und aus ihr entstanden die drei Subclassen (siehe Holzschnitt III). Von der Subklasse Marsipobranchi sind die Myxinoidei und Petromyzontes die einzigen lebenden Vertreter. Dieselben haben sich von den Charakteren der Stammform so wenig weit entfernt, zeigen unter einander trotz aller Verschiedenheit so viele Uebereinstimmung in den wesentlichsten Merkmalen, dass dieselben meiner Ansicht nach nach den Gewohnheiten des zoologischen Systems nicht einfach als Ordnungen, Unterordnungen, Gruppen oder Familien aufgeführt werden können, sondern besser als Subclassenvertreter bezeichnet werden. Das geschieht auch im Hinblick darauf, dass nach den früher auseinander gesetzten Gedanken die ältesten Formen, die Stammformen die grösste Variabilität zeigten, ohne dass damit der innige, verwandtschaftliche Zusammenhang gestört wurde. Erst mit der Zunahme der Entfernung von der Stammform werden die directen Verwandtschaften allmählig immer mehr eingeengt, also je mehr wir dem System entsprechend Ordnungen, Unterordnungen, Gruppen, Familien und Gattungen in Betracht ziehen. In einem natürlichen System, das in Classen, Subclassen, Ordnungen, Unterordnungen, Familien, Unterfamilien und Gattungen getheilt werden muss, wird man genöthigt sein, im Falle noch Vertreter der einzelnen jetzt leben, Classen, Subclassen, Ordnungs-, Unterordnungs- und Gruppenvertreter zu unterscheiden, von denen man sicher sein kann, dass sie trotz ihrer verwandtschaftlichen Zusammengehörigkeit desto mehr Unterschiede zeigen, je mehr sie sich der Classe nähern. Ich habe in den Stammbäumen diese Vertreter mit Cursivschrift gezeichnet. Freilich lässt sich nicht leugnen, dass diesen systematischen Aufstellungen ein grober Fehler anhaftet. Die Classenvertreter z. B. haben eventuell als Vorläufer die der Familie, Gruppe, Unterordnung, Ordnung und Subklasse, sind mit anderen Worten nicht direct der Stammform entsprungen, allein gegenüber den anderen aus der Classe entstandenen Formen sind die Unterschiede in den Organisationen, die Fortschritte in denselben relativ gering und äusserlich wenig markirt, so dass man, da nicht alle paläontologischen Urkunden jemals zur Hand sein werden, ausser Stande ist zu sagen, ob die Vertreter in eine Ordnung, Unterordnung etc. hineingehören oder nicht, wo sie ihren Ursprung haben. Somit glaube ich, hat der Ausdruck „Vertreter“ nach keiner Seite hin etwas Vorgehendes.

In derselben Weise lassen sich nun auch die allgemeinen Merkmale der

Elasmobranchi polyspondyli

(Urknorpelische)

hervorheben.

Der allgemeine Habitus, wie er sich in den Stadien *O* und *N* (Taf. I) zeigt, ist folgender, und dabei versteht sich von selber, dass sich die speciellen Organisationsverhältnisse nach den wichtigsten Merkmalen der Holocephalen, beziehungsweise der Plagiostomen richten müssen:

Die Haut ist glatt, ohne Anlage von Placoidschuppen. Die Epidermis ist mehrschichtig (Stratum corneum, Stratum Malpighi). Es findet sich eine deutlich ausgeprägte Seitenlinie in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes und Schwanzes. An der Seitenfläche, gegen die ventrale Fläche herumgreifend zeigen sich freie Kiemenspalten, die nach hinten an Höhe abnehmen. Die hintersten finden sich im Bereiche der Brustflossen. Die paarigen Bauchflossen lagern in der Umgebung des Afters. Der Schwanz ist diphycerk. Die After- sowohl, wie die Rückenflosse hängen zusammen und zeigen nur eine Andeutung einer Trennung. Der Mund ist quer (Taf. I) und die beiden Nasenöffnungen liegen dicht aneinander an der ventralen Fläche des Kopfes. Oberhalb der Nasenöffnungen findet sich eine unmerkliche Andeutung eines Rostrum.

Dem entsprechend waren die Elasmobranchi polyspondyli langgestreckte, nackthäutige Fische,

mit deutlich entwickelter Seitenlinie und somit auch mit Seitenorganen des Kopfes. Der diphycker Schwanz spitzte sich allmählig zu. After- und Rückenflosse waren ausgeprägt und die Theilstücke derselben zeigten nur geringe Abstände. Die Kiemenspalten waren frei, 8 an der Zahl, nahmen nach hinten zu an Höhe ab und griffen von der Seitenfläche des Halses auf die ventrale Fläche über. Dieselben besaßen paarige Brustflossen hinter den Kiemenöffnungen und eben solche Bauchflossen in der Umgebung des Afters. Die Mundöffnung war quer, und vor derselben befanden sich paarige Nasenöffnungen. Oberhalb der letzteren eine Vorrragung (rostrum). Im Bereiche der Rückenflosse befanden sich Stacheln und im Munde Zähne. Es waren im offenen Meere lebende, eierlegende Fische, die wahrscheinlich alle mit äusseren Begattungsorganen versehen waren. Das Skelet zeigte keine Spur einer Verkalkung oder Verknöcherung, Belegknochen fehlten ebenfalls und es bestand theilweise aus Knorpel, theilweise aus Fasergewebe.

Die Chorda dorsalis, die bis in den vertebralen Theil des Schädels ragte und dort leicht ventralwärts abgebogen endete, bestand aus vacuolisirten Zellen, einer Cuticula chordae und stellte einen gleichmässigen, unsegmentirten Strang dar. Dieselbe war im Bereiche des Rumpfes und Schwanzes, an dem sie nach hinten hin spitz anlief, von einem faserigen Gewebslager, das dem faserigen Bindegewebe nahestehend einen Uebergang zum Bindegewebsknorpel darstellte, umgeben. Dieses, die skeletogene Schicht, war um die Chorda herum gleichmässig abgelagert und nach aussen hin von einer elastica externa, einer äusseren Cuticularmembran, abgeschlossen. Zur Umschliessung des Rückenmarkes und der Bauchgefässe dienten entweder überall oder nur an bestimmten Körperabschnitten aus Knorpel bestehende Massen, die durch die alternirend durchtretenden Nerven (dorsale und ventrale Wurzeln) in regelmässige Wirbelsäulensegmente zerfallen waren, von denen jedes mehrere, der elastica externa getrennt aufsitzende Neur- und Hämaphysen umfasste, zwischen welchen sich dann Intercalarstücke einschoben.

Der Schädel war sowohl im Bereiche der Basis, als der Decke des Gehirnes durchaus knorpelig in einen chordalen Labyrinthabschnitt und einen prächordalen Orbital- und Ethmoidaltheil zerfallen. Die Orbita war dorsalwärts überwölbt und es fanden sich Andeutungen von Rostralknorpeln. Es fand sich ein Interorbitalseptum und ebenso existirten Nasenknorpel. Im Umfange der queren Mundspalte zeigten sich gut entwickelte Labialknorpel, mindestens zwei obere und je ein unterer paariger. Mit der Pars orbitalis war continuirlich das Palatoquadratum verbunden. Es fand sich Verwachsung der Räden des Zungenbeinbogens an ihrer Basis und ganz besonders bemerkenswerth war das Fortbestehen der Copula zwischen dem ersten und zweiten Kiemebogen. Der Schulter- und Beckengürtel waren knorpelig, ebenso das Flossenskelet, welches möglicherweise ein biseriales Archipterygium, noch wahrscheinlicher aber ein uniseriales, laterales mit Resten medialer Strahlen und beginnender Verschmelzung der basalen Strahlen darstellte. Der Darm war mit einer Spiralklappe versehen, und es fand sich eine doppelte Klappenreihe im Conus arteriosus.

Alle diese Ausführungen specieller Organisationsverhältnisse sind nicht das Spiel der Phantasie. Giebt man die allgemeine Richtigkeit des aufgestellten Grundsatzes zu, so ist das, was ich soeben angeführt habe, nichts weiter, als das, was expressis und impressis verbis in den Untersuchungen von Gegenbaur, Huxley, Götte, Stöhr¹⁾ und Hubrecht²⁾ liegt.

Habe ich nun so die Stammformen der Elasmobranchier mit den übrigen Subclassen der Wirbelthiere rückwärts verfolgt bis zur Vereinigung, und habe ich ferner die Stellung der Holocephalen

1) Morphologisches Jahrbuch Bd. I.

2) Niederländisches Archiv für Zoologie Bd. III.

bestimmt, eine Stellung, die im speciellen Theile noch näher begründet werden wird, über die sich aber die Forscher bereits vollkommen einig sind, so habe ich mich jetzt mit der Stammesgeschichte der eigentlichen Plagiostomen zu beschäftigen und deren Stellung im System zu erörtern.

Im Vorhergehenden habe ich bereits hervorgehoben, dass das Stadium *Q* Balfour's (Taf. I) für die Beurtheilung der Stammformen der Plagiostomen von entscheidender Wichtigkeit ist und dass sich dasselbe auch äusserlich durch das scharfe Ausprägen der Gesamtmerkmale der Plagiostomen auszeichne. Das Rostrum ist angedeutet, die Mundöffnung als quere Spalte ausgeprägt. Das Spritzloch ist von den übrigen Kiemenspalten deutlich gesondert, allein die Nickhaut nicht ausgebildet. Die Seitenlinie ist weiter entwickelt, die Bildung der Placoidschuppen nimmt ihren Anfang. Die Haut erscheint somit nicht länger nackt. Der Schwanz ist immer noch diphycerk. Mit der Anlage der Placoidschuppen macht sich auch die Bildung der Zähne in hinter einander folgenden Reihen von Zahneimen und zwar im Umfange der Mundöffnung geltend.

Die Wirbelsäule ist ja in ihrer Bildung insofern weiter vorgeschritten, als ausser knorpeligen Bogen und Intercalarstücken auch eine Differenzirung der von der elastica externa umschlossenen Wirbelkörperanlage, und somit eine Trennung in Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe ihren Anfang nimmt. Es bilden sich die charakteristischen Zonen, von denen die äussere am schärfsten ausgeprägt erscheint. Wenn auch noch kein Hyalinknorpel, sondern nur faseriges Spindelknorpelgewebe auftritt, so beginnt doch die Umwandlung zuerst zwischen den Bogenbasen, also am Wirbelkörperabschnitt. Demnach müssen die Lagen hier dicker erscheinen, und so macht sich denn die vertebrale Einschnürung der vorher unsegmentirten, gleichmässig cylindrischen Chorda geltend. Es zeigen sich die ersten Andeutungen zur Bildung amphicoeler Wirbelkörper.

Die ältesten Plagiostomen, die Stammformen der Haie und Rochen, die ich

Plagiostomi diplospondyli

Palaeonotidani

nennen will, müssen also den Gesamthabitus dieses Entwicklungsstadium und die Hauptmerkmale der Organisation zur Schau getragen haben, die dann auch den Abkömmlingen auf dem Wege der Vererbung, sei es zu einer bestimmten Entwicklungsperiode, sei es im erwachsenen Zustande, eigenthümlich sein müssen.

Es sind langgestreckte Fische mit einem Rostrum, querer, ventral gelegener Mundspalte und in gleicher Weise gelagerten, getrennten Nasenöffnungen. Die Kiemenspalten sind frei, Spritzlöcher sind vorhanden, die Nickhaut fehlt dagegen. Die Seitenlinie ist ausgeprägt, Placoidschuppen sind entwickelt, der Schwanz ist diphycerk und Rückenflosse und Afterflosse sind getrennt. Die Brustflossen müssen sich unmittelbar hinter den Kiemenöffnungen, die Bauchflossen in der Umgebung des Afters befinden. Im Umfange der Mundöffnung finden sich mehrere, hinter einander gelegene Zahnreihen. Die Thiere müssen ferner Eier legen und Bewohner des freien Meeres sein. Die Begattung geht durch äussere Begattungsorgane vor sich. Der Darm ist mit einer Spiralklappe versehen.

Fragen wir nun, ob Vertreter dieser Ordnung, die mit der Abtheilung der Haie mit einer einzigen Rückenflosse und einer Afterflosse von Müller-Henle zusammenfällt, noch jetzt existiren mit allen den wesentlichen Merkmalen, die ich vorhin hervorgehoben habe, so lautet darauf die Antwort, dass es die Notidaniden, Hexanchus und Heptanchus sind, die bis auf kleine Unterschiede, wie beginnende Heterocerkie des Schwanzes, die charakteristischen Merkmale im Gesamthabitus und vor Allem auch im Bau ihres Axenskeletes tragen. Unter den vergleichenden Anatomen ist ja auch kein Streit darüber, dass sie die ältesten Formen unter den jetzt lebenden Haien darstellen.

Der Bau ihres Körpers ist demnach von der allergrössten Wichtigkeit und muss in den wesentlichsten Verhältnissen den ausgestorbenen eigenthümlich gewesen sein, sowie derselbe auch die Grundlage der Organisationen aller übrigen jüngeren bilden muss.

Ich will an dieser Stelle nur das Hauptsächliche hervorheben und die Einzelheiten dem besondern Theile überlassen.

Vor Allem durch die Arbeiten Gegenbaur's¹⁾ ist die Stellung der Notidaniden klar fixirt, und es ist gewiss kein geringes Gewicht, welches die Uebereinstimmung der von mir hervorzuhebenden Eigenthümlichkeiten des Axenskeletes der Notidaniden mit den übrigen anatomischen Merkmalen zu Gunsten der Richtigkeit der von mir aufgestellten, stammesgeschichtlichen Folgerungen in die Wag-schale wirft.

Von den beiden Notidaniden ist Hexanchus meiner Ansicht nach die ältere, den Stammformen nächststehende Form, Heptanchus dagegen jünger. Das beweist der Bau ihrer Wirbelsäule, abgesehen von den anderen alsbald hervorzuhebenden Momenten, die ich Gegenbaur entnommen habe. Dem widerspricht anscheinend die geringere Zahl der Kiemenspalten, allein es ist dabei wohl zu bedenken, dass Reductionen in der Zahl derselben mit einer niederen Stellung im Systeme recht wohl Hand in Hand gehen können.

Die Wirbelsäule zeigt sowohl bei Hexanchus, wie bei Heptanchus eine an allen Rumpfabschnitten auftretende Gliederung der vorwiegend knorpeligen Häm- und Neurapophysen, jedoch hat bereits Kölliker²⁾ darauf aufmerksam gemacht, und v. Jhering hat es wieder besonders hervorgehoben, dass am Schwanztheile zwischen den durchtretenden Nervenfasern, also am Wirbelsäulensegmente, statt einfacher Bogen doppelte Bogen und intercalaria, niemals aber mehr auftreten. Dieses Verhalten ist ja als das primäre anzusehen, leitet sich unmittelbar von der Polyspondylie, wie sie noch jetzt bei den Holocephalen vertreten ist, ab, und so glaube ich, rechtfertigt sich die Bezeichnung Plagiostomi diplo-spondyli vollkommen.

Die Wirbelkörpermasse besteht bei beiden Notidani aus einem Fasergewebe, welches in seinen drei Zonen eine verschiedene Annäherung an den Knorpel zeigt. Die Bogen sind nur unvollständig mit einander verbunden.

Bei Hexanchus sind die Wirbelkörper an allen Rumpfabschnitten nur unvollständig abgegliedert, bei Heptanchus dagegen am Schwanzende scharf von dem Zwischenwirbelgewebe abgesetzt. Somit zeigt sich bei diesem der Wirbelkörper nur am Schwanzende rein amphicoel, doppelkegelförmig (Holzschnitt II), während an den anderen Abschnitten, wie bei Hexanchus, der Wirbelkörper nur durch eine mittlere, vertebrale Einschnürung der Chorda, welche wie eine Art Scheidewand vorspringt, ausgezeichnet ist. Bei Hexanchus fehlen der Mittelzone durchaus Verkalkungen, während sie dagegen bei Heptanchus am hintersten Schwanztheile in Gestalt centraler, amphicoeler Doppelkegel, an der Schwanzbasis dagegen als ringförmige Bildungen, die sich in den der Mitte der Wirbelkörper entsprechenden scheidewandartigen Vorsprüngen befinden, auftreten. An einigen Wirbelkörpern des Schwanzes gehen dabei von den centralen Verkalkungen (Holzschnitt VI) Kalkstrahlen von ungleicher Länge gegen die Peripherie der Wirbelkörper aus, jedoch ohne dieselbe zu erreichen.

Diese Unterschiede im Bau an beschränkten Abschnitten der Wirbelsäule des Heptanchus zeigt bei aller sonstigen Uebereinstimmung mit den Verhältnissen des Hexanchus, dass bei den älteren Formen eine gewisse Variabilität innerhalb des Rahmens der allgemeinen Merkmale Regel ist und lässt

1) l. c.

2) l. c.

den Schluss als erlaubt erscheinen, dass auch den Vorgängern an einzelnen Körperabschnitten bereits solche höheren Differenzirungen zukamen.

Die Palaeonotidani, von denen also Hexanchus und Heptanchus die letzten Ausläufer sind, werden demnach den Habitus der diphycerken Haie mit einer Rücken- und einer Afterflosse besessen haben. Sie haben ausser dem Spritzloch mindestens sieben freie Kiemenspalten besessen, und der Zerfall der Wirbelsäule in einzelne Wirbel und Intervertebralgewebe ist jedenfalls nur schwach angedeutet gewesen. Die Trennung wird bei einzelnen am Schwanz deutlicher gewesen sein und damit auch die vertebrale Einschnürung, die sich überall in Gestalt scheidewandartiger Vorsprünge geltend machte. Es werden dann ferner entweder überall, oder an ausgedehnten Abschnitten des Rumpfes auf je ein Wirbelsäulensegment zwei Bogen und zwei Wirbelkörper gekommen sein. Ferner werden Einzelne an beschränkten Stellen der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend ringförmige Verkalkungen und zuweilen davon ausgehende, unregelmässige kleine Kalkstrahlen gezeigt haben. Ausser dreispitzigen Placoidschuppen und Zackenzähnen werden denselben dann als Erbtheil ihrer Vorfahren, wenn auch nicht durchgehends, so doch ausserordentlich häufig Flossenstacheln eigenthümlich gewesen sein. Dass eine Spiralklappe des Darmes sich fand ist selbstverständlich, ebenso eine mehrfache Klappenreihe im Conus arteriosus.

Selbstverständlich existirte fernerhin ein vollständiges Knorpeleranium mit Occipital-, Orbital- und Ethmoidalregion, welche erstere den chordalen Schädel bildete, während die beiden letzteren den prä-chordalen zusammensetzten. Wenn wir dann die von Gegenbaur hervorgehobenen Merkmale der älteren Form der Notidani, des Hexanchus, auf die Palaeonotidani übertragen, so musste bei ihnen ein uniseriales, laterales Archipterygium mit wenigen medianen Strahlen und zum Pro-, Meso- und Metapterygium gleichmässig entwickelten Seitenstrahlen vorhanden sein. Die Schultergürtelhälften mussten durch Bandmassen getrennt sein und an der Labyrinthregion des Schädels die Bogengänge nur wenig vorragen. Ferner musste, was Gegenbaur als ein gemeinsames Merkmal für die Notidani hervorgehoben hat, die Wirbelsäule continuirlich in die Schädelbasis übergehen, und da es von Hexanchus bekannt ist, dass auch der Bogen verschmolzen, und da ferner bereits von anderer Seite hervorgehoben wurde, dass diese Verschmelzung möglicherweise mit der Ausbildung eines Rückenflossenstachels bei den Vorfahren in Verbindung zu bringen ist, so liegt eben für mich darin ein Hinweis, dass einzelne der Palaeonotidani mit Stacheln versehen gewesen sind. Ferner muss sich, wie bei den jetzt lebenden Grauhaien, eine Fossa und Crista occipitalis vorgefunden haben, und ebenso ein wahrscheinlich für die primitive, innere Drosselader bestimmter Canal in der Occipitalregion. Die innere Mündung des Canalis facialis wird ferner in der Bucht des Acusticus gelegen haben. Ferner muss eine, wenn auch lose Verbindung des Processus postorbitalis mit dem Kieferbogen vorhanden gewesen sein, ebenso wie ein ausgeprägtes Orbitaldach und eine Basalecke. Die Palatobasalverbindung, die vielleicht auch fehlte, ist jedenfalls sehr wenig entwickelt gewesen. Die Austrittsstelle des Trigemini musste unter der Basis des Processus postorbitalis liegen, ein Periorbital- und Ethmoidalcanal musste vorhanden sein, sowie Schädelknochenknorpel und zwei obere und ein unterer Labialknorpel, drei Spritzlochknorpel, ein starker Ethmoidalfortsatz und ein Augenstiel.

Bezüglich des späteren Alters von Heptanchus möchte ich nach Gegenbaur besonders hervorheben, dass die Schultergürtelhälften knorpelig mit einander verbunden sind, dass das Propterygium mehr verkümmert, wie bei Hexanchus, dass der Ethmoidalfortsatz schwächer entwickelt ist, dass das Rostrum sich zu bilden beginnt und dass endlich der Augenstiel fehlt.

Giebt man nun zu, und ich finde unter den Fachgenossen, die sich vom vergleichend anatomi-

mischen Standpunkt aus mit der Frage nach der Stellung der Notidani im System beschäftigt haben, keinen Widerspruch, ebenso wenig wie von systematischer oder paläontologischer Seite Einspruch erhoben werden kann, dass die Notidani zu den ältesten Plagiostomen zu rechnen sind, giebt man dann ferner nach der Schilderung des Axenskeletes zu, dass dasselbe ein Stehenbleiben auf einer niederen Entwicklungsstufe zeigt, so hat man meines Erachtens damit die Richtigkeit des Hauptsatzes zugegeben, dass die ältesten Haiformen überhaupt ein Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe zeigen. Wenn dann weiter, wie es sich aus den Untersuchungen der Embryologen ergibt, andere die Entwicklungsstufen durchlaufen, auf denen die Notidani zeitlich stehen geblieben sind und eine höhere Organisation erreichen, so muss damit auch die Richtigkeit des Satzes, dass die Entwicklungsgeschichte eines Organsystemes die Stammesgeschichte desselben in allgemeinen Zügen enthält, zugegeben werden.

Um dieses Zugeständniss zu erzielen, bin ich hier ausführlicher gewesen und habe Manches hervorgehoben, was im besonderen Theile nothwendig wiederholt werden muss. Freilich fehlt noch ein Moment, welches erst die Sätze zu vollkommen bewiesenen macht, das ist der Nachweis, dass die paläontologischen Thatsachen in keinem Punkte den Darstellungen widersprechen. Das wird jedoch erst im nächsten Capitel gezeigt werden.

Hier wäre auch die Frage zu behandeln, die eigentlich kaum einer besonderen Behandlung bedürfte, weil alle vergleichenden Anatomen darüber einig sind, ob die Plagiostomen in directen verwandtschaftlichen Zusammenhang mit den Holocephalen zu bringen sind, oder nicht, ob sie nur gemeinsame Stammformen besitzen. Die Frage des directen verwandtschaftlichen Zusammenhanges wird von allen namhaften Anatomen, J. Müller, Huxley, Gegenbaur, Hubrecht, verneint und somit bliebe nur die letztere Alternative übrig.

Von den Holocephalen lassen sich weder die Notidani, noch die Palaeonotidani herleiten, weil das Kiemenskelet und das Spritzloch bei den letzteren ein primäres Verhalten zeigt, während es dagegen bei den Holocephalen wichtige Aenderungen und Rückbildungen darbietet, weil ferner bei ihnen die über die Kiemenspalten hinübergewachsene Hautfalte und somit die Kiemenhöhle fehlt, weil sie ferner im Umfange der Mundöffnung mehrfach hinter einander gelegene Zahnreihen statt Zahnplatten besitzen. Auf den letzteren Umstand glaube ich nicht genug Gewicht legen zu können. Die Zähne sind die am frühesten in ihrer Form und Zusammensetzung fertigen Gebilde des Wirbelthierkörpers, erleiden somit bei nahe verwandten Formen nur geringe Modificationen. Sehen wir nun solche grossen Unterschiede in Form und Zusammensetzung auftreten, wie zwischen den Zähnen der Notidaniden und Holocephalen, so ist das ein sicheres Zeichen des Mangels directer verwandtschaftlicher Beziehungen. Directe verwandtschaftliche Beziehungen gehen, wie wir noch sehr häufig zu sehen Gelegenheit haben werden, mit gleichen Zahnbildungen und Zahnformen Hand in Hand, und es ist auch nach unserer ganzen morphologischen Auffassung nicht gut anders möglich.

Für die Ableitung aus einer gemeinsamen Stammform spricht dagegen Alles, und da sind dann die Palaeonotidani die jüngeren, die Holocephali die älteren, den Stammformen am nächsten stehenden. Die Holocephalen zeigen die Poly-, die Palaeonotidani die Diplospondylie. Der Bau des Axenskeletes entspricht verschiedenen Entwicklungszuständen der Plagiostomenwirbelsäule, der der Holocephalen der älteren, der der Palaeonotidani der späteren Stufe. Der Bau des Schädels, Lage, Form der Mund und Nasenöffnung zeigt eine gemeinsame Stammform an, wenn auch der Schädel der Holocephalen ältere Merkmale darbietet. Ich erinnere an das feste Palatoquadratum als älteres Merkmal, an Hinterhauptskamm und Hinterhauptgrube etc. als gemeinsames Characteristicum an die Lage der Bauchflossen

am After, an die Entwicklung des Pro-, Meso- und Metapterygium, sowie an das Verhältniss des Copularapparates des Kiemenskeletes, welches auf gemeinsame Formen zurückführt.

Habe ich nun an der Hand der Entwicklungsgeschichte und vergleichenden Anatomie die Grundlage für die Stammesgeschichte der Elasmobranchi gelegt, so ist das Weitere eine logische Folge des Entwicklungsganges. Namentlich in den Verhältnissen des Axenskeletes von *Heptanchus* liegt, wenn man einmal die innige verwandtschaftliche Zugehörigkeit zu den Stammformen, den *Plagiostomi diplospondyli* oder *Palaeonotidani* zugiebt, der Schlüssel zu dem Kommenden, denn dieses enthält gleichsam in nuce alle wesentlichen Bildungen, die wir in der Wirbelsäule der lebenden und fossilen Haie und Rochen auftreten sehen.

Es ist nun vor auszusehen, dass die ausgeprägten Merkmale der Notidaniden, unvollkommene Sonderung des Wirbelkörpers von dem Intervertebralgewebe, Vorkommen zweier Bogen und Wirbelkörper auf ein Wirbelsäulensegment, unvollkommene Bildung eines amphicoelen Wirbelkörpers und somit unvollkommene Einschnürung der Chorda nicht mit einem Schlage aufhört, sondern auch in der oder den Unterordnungen, die sich in der Zeitfolge aus den *Palaeonotidani* entwickelten, vorkommen. Das würde der beste Beweis für die Richtigkeit der stammesgeschichtlichen Anschauung, somit für die Richtigkeit der Darwin'schen Evolutionstheorie auf diesem Gebiete sein, wenn es gelänge in durchaus von den Notidaniden verschiedenen Gattungen, die von den Zoologen nicht blos als gesonderte Species, sondern sogar als gesonderte Familien aufgeführt werden, Formen nachzuweisen, die bezüglich ihres Axenskeletes durchaus auf der Entwicklungsstufe der Grauhaie stehen geblieben sind. Solche Formen besitzen wir und zwar in der Unterordnung, die in dem Systeme der besten systematischen Zoologen, J. Müller und Henle¹⁾, als Abtheilung der Haie ohne Afterflosse oder von Günther²⁾ als Familie der *Spinacidae* zusammengefasst werden. Ich bezeichne diese Unterordnung, die beinahe die Begrenzung wie die von Müller, Henle und Günther aufgestellte Kategorie besitzt, als *Plagiostomi cyclospondyli*.

Die nahezu vollkommene Uebereinstimmung dieser meiner Unterordnung mit den Familien und Gattungen, die von den oben genannten, ausgezeichneten Forschern, welche ihr System ohne Rücksicht auf Stammesgeschichte in der gewöhnlichen Weise, lediglich nach äusseren Merkmalen aufgebaut haben, zusammengefasst worden sind, legt Zeugnis ab von dem genialen Blick, welchen die bezüglichen Forscher für spezifische Formenmerkmale besitzen und beweist, dass wirkliche spezifische, äussere Merkmale mit spezifischen inneren Organisationen Hand in Hand gehen, und dass die Gleichheit der ersteren auch die Gleichheit der letzteren, im grossen Ganzen natürlich, bedingt. Selbstverständlich werden aber auch als „spezifisch“ angegebene Merkmale ganzer Unterordnungen, Familien und Gattungen nur dann als solche angesehen werden können, wenn die Entwicklungsgeschichte, die vergleichende Anatomie und selbstverständlich auch die Paläontologie die Einheitlichkeit in der inneren Organisation und den genetischen Zusammenhang des Baues der Organsysteme und Organe innerhalb eines bestimmten Rahmens nachweisen.

Die *Plagiostomi cyclospondyli* sind, da sie den Ordnungsvertretern der *Notidani* am nächsten stehen, überhaupt, wie wir sehen werden, am einfachsten organisirt sind, und somit einer niederen Entwicklungsstufe entsprechen, als die älteste Unterordnung anzusehen. Ausser dieser muss ich noch die beiden Unterordnungen, *Plagiostomi tectospondyli* und *Plagiostomi asterospondyli* unterscheiden. Von diesen sind die *Plagiostomi tectospondyli* wiederum meiner Auffassung

1) l. c.

2) l. c.

nach die älteren, weil sie sich am nächsten der ältesten Form der Notidaniden, dem Hexanchus anschliessen, während dagegen die Plagiostomi asterospondyli die jüngste Unterordnung darstellen, und nicht allein dem jüngeren Grauhai Heptanchus näher stehen, sondern vor Allem auch an eine höhere Entwicklungsstufe des Axenskeletes anknüpfen, als es mit den tectospondyli der Fall ist. Keine derselben schliesst jetzt lebende Formen ein, die durchaus den Notidaniden gleich zu setzen wären, wie das bei den Cyclospodyli vorkommt. Die Plagiostomi tectospondyli umfassen die Rajae des Müller-Henle'schen Systemes nebst meinen Squalorajae, alle durch den Mangel der Afterflosse ausgezeichnet, und somit trifft das natürliche System beinahe vollkommen mit dem bisherigen zoologischen zusammen. Das ist in vollkommenster Weise mit den Plagiostomi asterospondyli der Fall, die alle Abtheilungen der Haie mit Afterflosse und zwei Rückenflossen von J. Müller und Henle umfassen.

Wie ich bereits erwähnte, bietet die Wirbelsäule des Heptanchus den Schlüssel zum Verständniss der abgeleiteten Formen. Während der grösste Theil der Wirbelsäule dieser Thiere in seinem Bau und seiner Entwicklung ein Verhalten zeigt, wie es dem Stadium Q (Taf. I) der übrigen Plagiostomen entspricht und wie es überall bei Hexanchus vorhanden ist, sehen wir am Schwanze, ich möchte sagen versuchsweise, weitere Umwandlungen sich geltend machen, Charaktere auftreten, die durchaus schwankend sind. Ganz abgesehen von den Oberflächenverkalkungen, die da sie mehr oder minder bei allen erwachsenen Plagiostomen in derselben Weise sich geltend machen, keine Handhabe für stammesgeschichtliche Betrachtungen darbieten, sehen wir als weiteren Fortschritt der Entwicklung eine centrale, ringförmige Verkalkung in der indifferenten, aus Fasergewebe bestehenden Mittelzone des Wirbelkörpers auftreten, eine Verkalkung, die sogar an den hintersten Schwanzwirbeln im weiteren Fortschritt den Charakter eines amphicoelen Doppelkegels annehmen kann (Holzschnitt II). An diesem treten dann, wie wir wissen, kleine Kalkstrahlen auf, welche in ungleicher Entwicklung sich durchaus als nachträgliche Bildungen offenbaren, erst dann entstanden, als der Doppelkegel angelegt war. Dafür spricht auch, abgesehen von der ungleichen Grösse, die Asymmetrie.

Die Verkalkung der Mittelzone des Wirbelkörpers, mit der eine schärfere Begrenzung desselben gegenüber dem Intervertebralgewebe Hand in Hand geht, zu einem centralen Doppelkegel ist eine spezifische Erscheinung in der Entwicklung der Wirbelkörper sämtlicher Tecto- und Asterospondyli und der grössten Mehrzahl der Cyclospodyli. Daher ist der Schluss gerechtfertigt, dass sie alle von solchen Palaeonotidaniden abstammen, bei welchen an einem, wenn auch noch so kleinen Abschnitte der Wirbelsäule eine Verkalkung der Mittelzone stattfand. Ueber diese Entwicklungsstufe hat sich keiner der zu den Cyclospodyli gehörigen Thiere erhoben, während die Plagiostomi tecto- und asterospondyli eine Weiterentwicklung insofern zeigen, als sich bei den ersteren um oder unmittelbar an dem centralen Doppelkegel, in der Mittelzone des Wirbelkörpers Kalkablagerungen in concentrischen Lagen geltend machen, während bei letzteren von dem centralen Doppelkegel in radiärer Richtung gesonderte Kalkstrahlen ausgehen. Diese Einrichtungen geben den Wirbelkörpern eine immer grössere Festigkeit, eine Festigkeit, die selbstverständlich ihren Einfluss auf die Muskulatur geltend machen, die Widerstandsfähigkeit der Träger erhöhen und sie in dem Kampf um das Dasein geschickter machen muss.

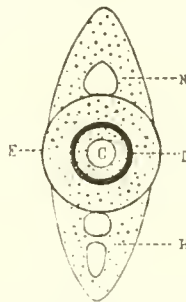
Mit diesen Vorgängen innerhalb der Wirbelkörper ist aber auch ihr Bildungsprocess bei den Plagiostomen abgeschlossen und mögen die Formen noch so different sein, es giebt keinen Hai, keinen Rochen, dessen Wirbel sich nicht auf den einfachen centralen Doppelkegel, oder auf diesen mit darum gelagerten, concentrischen Verkalkungsschichten, oder mit davon ausgehenden radiären Strahlen zurückführen liesse (Holzschnitt IV, V, VI). Somit kann ich Götte nur Unrecht geben, wenn er meint, es sei keine Gesetzmässigkeit im Aufbau der Wirbel der Plagiostomen zu finden. Es ist das ein kühner

Ausspruch, der sich empfindlich rächt, wenn einem nicht eine ausreichende Erfahrung zur Seite steht, und es war unzweifelhaft ein ausserordentlich glücklicher Gedanke, der Kölliker zur Untersuchung der Plagiostomenwirbel trieb, der nämlich, dass es möglich sei in das Chaos heterogener Formen Ordnung zu bringen und dieselben auf einfache Grundformen zurückzuführen. Hat er mit der Aufstellung seiner Typen nach meiner Ansicht einen Fehlgriff gethan, so schmälert das nicht sein Verdienst zuerst die ungemeine Wichtigkeit der Wirbelstruktur für Aufstellung eines Systemes empfunden zu haben. Dass er nicht zum Richtigen durchdrang, das liegt lediglich in der Beschränktheit seines anatomischen sowohl, wie entwicklungsgeschichtlichen Materiales, sowie in der gänzlichen Vernachlässigung der paläontologischen Thatsachen.

Betrachten wir nun zuerst die

Plagiostomi cyclospodyli,

Holzschnitt IV.



C. Chordalhöhle. D. Centraler Doppelkegel E. Elastica externa. N. Neurapophyse. H. Hämaphyse.

Die gleichen Bezeichnungen in den folgenden Holzschnitten.

so sind, abgesehen von den gemeinsamen, äusseren, zoologischen Merkmalen, die ich bereits hervorgehoben habe, in den ausgezeichneten, grundlegenden Abhandlungen von Gegenbaur¹⁾ eine ganze Menge von vergleichend anatomischen Thatsachen niedergelegt, die für ihre Zusammengehörigkeit einerseits und andererseits für ihre nahe Verwandtschaft mit den Notidani sprechen, und doch hatte Gegenbaur keine Gelegenheit gerade die wichtigsten Formen *Laemargus* und *Echinorhinus* sowohl, wie *Spinax* eingehend zu untersuchen. Seine Befunde sind folgende:

An dem Schultergürtel ist der Nervenaustrittscanal bei *Acanthias* wie bei *Heptanchus* eine flache, weite Grube. An der Brustflosse sind bei *Acanthias* wie bei *Hexanchus* alle drei Abschnitte, Pro-, Meso- und Metapterygium entwickelt. In der Occipitalregion des Kopfskeletes findet sich, mit Ausnahme von *Spinax*, bei *Centrophorus*, *Acanthias* und *Seymnus*, wie bei den Notidaniden eine Fossa und Crista occipitalis. Was die Labyrinthregion betrifft, so zeichnen sich *Acanthias*, *Centrophorus* und *Seymnus* durch die Ausbildung eines einfacheren Craniohyoidgelenkes aus. Die Mündung des Canalis facialis liegt bei *Centrophorus*, *Seymnus* und *Acanthias* in der Acusticusbucht, wie bei den Notidaniden. Ferner verläuft der Facialecanal bei *Acanthias*, *Centrophorus* und *Seymnus* nach hinten. Bezüglich des Zurücktretens der Vorsprünge des Labyrinthes nähern sich die Dornhaie den Grauhaien mehr, wie die Scyllien. In der Orbitalregion ist, wie bei den Notidaniden eine Basalecke vorhanden, wenn dieselbe auch geringer entwickelt erscheint. Ferner ist die Palatobasalverbindung bei den Spinacidae ähnlich wie bei den Grauhaien, ebenso ist die Lage der Austrittsstelle des Trigemini bei *Centrophorus*, wie bei den Notidaniden. In der Ethmoidalregion findet sich bei den Dornhaien eine übereinstimmende Ausbildung des

1) Vergleichend anatomische Untersuchungen.

Internasalknorpels zum Rostrum, und an dem Kieferbogen ist der Palatobasalfortsatz ziemlich entwickelt. Auch haben die Spinacidae zwei bis drei Spritzlochknorpel.

Wie bereits von mir hervorgehoben wurde, ist das Uebereinstimmende in dem Bau des Axenskeletes sämmtlicher zur Unterordnung der Plagiostomi cyclospodyli gehörenden Formen, und das bedingt den Fortschritt gegenüber der Stammform, den Palaeonotidani, dass innerhalb der in Wirbelkörper und Intervertebralgewebe zerfallenen Wirbelsäule in der ganzen Ausdehnung des Rumpfes, in der Mittelzone der Wirbelkörper sich eine Verkalkung rings um die Chorda herum geltend macht. Die gewebliche Zusammensetzung bleibt dabei bei den ältesten Formen dieselbe, wie bei den Notidani und macht erst allmählig weiteren histologischen Umwandlungen Platz. Da nun, wie wir sehen werden, Laemargus und Echinorhinus die niedrigst organisirten Gruppen der Unterordnung darstellen, so sind natürlich deren gemeinsame Charaktere für die Organisation der Stammformen maassgebend, und will ich dieselben zunächst hervorheben und daran noch weitere Merkmale knüpfen, deren bisher noch kaum Erwähnung gethan wurde.

Die Umhüllung des Rückenmarkes und der Gefässe ist regelmässig gegliedert, allein, während im grössten Theile des Rumpfes auf ein Wirbelsäulensegment eine Neurapophyse und ein Interealare kommen, erscheint am Schwanze die Diplospodylie. Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe zeigen sich nur unvollkommen von einander getrennt und gehen ohne scharfe Grenze in einander über. Die ursprünglich getrennten Bogen kommen jedoch rings um die Mitte der Wirbelkörper zur Vereinigung. Der Wirbelkörper selber, an dem die elastica externa zeitlebens deutlich nachweisbar ist, zeigt die Trennung in die drei Zonen, die aber alle aus Fasergewebe bestehen. Nur die äussere und innere Zone zeigt eine grössere Annäherung an den Knorpel. Der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend befindet sich eine Einschnürung der Rückensaite und zwar durch Hülfe eines scheidewandartigen Vorsprunges, in dessen Centrum sich eine ringförmige Verkalkung befindet, die als erste Andeutung des centralen Doppelkegels anzusehen ist. Im Uebrigen werden viele von den Vertretern, ebenso wie viele Palaeonotidani zwei Rückenflossenstacheln besessen haben. Alle besaßen ferner Spritzlöcher und vor den Brustflossen gelegene Kiemenspalten, fünf an der Zahl, während die Nickhaut fehlt, ebenso wie die Afterflosse. Durch den Mangel eines centralen Doppelkegels haben sich die Plagiostomi cyclospodyli von dem Heptanchus unterschieden und stehen somit niedriger, als diese Form der Notidani. Sie müssen somit den Palaeonotidani entstammen, die in der Organisation ihres Axenskeletes sowohl wie anderer anatomischer Merkmale Hexanchus näher standen. Die Gestaltung der Zähne sowohl, wie der Placoidschuppen wird wie bei den Notidani wechseln müssen, überwiegend werden aber mehrzackige Zähne mit vorragender Mittelspitze gewesen sein.

Aus den Plagiostomi cyclospodyli sind drei Gruppen hervorgegangen, die Laemargi, Echinorhini und Spinacidae, von denen die beiden ersteren als die älteren anzusehen sind. Von diesen beiden muss man dann, glaube ich, wiederum den Laemargi das höhere Alter vindiciren. Mit dieser Anschauung stimmt auch das bekannte Verhalten der Abführwege für die Geschlechtsproducte, die bei den lebenden Laemargi bekanntlich nur durch rudimentäre Geschlechtswege dargestellt werden. Durch die Organisation ihrer Wirbelsäule, die am wenigsten widerstandsfähig ist, sind sie die im Aussterben begriffenen Gruppen, während dagegen die der Spinacidae sich als die lebensfähigste erwies und namentlich eine in verschiedene Unterfamilien getheilte Familie Acanthias aufweist. Den ersten beiden Gruppen fehlen die Stacheln, der letzten sind sie eigenthümlich.

Die

Gruppe Laemargi,

von der ich zwei Gruppenvertreter, *borealis* und *rostratus*, untersucht habe, während mir leider *Isistius* und *Euproctomierus* unzugänglich blieben, so dass ich über deren Stellung Nichts zu sagen vermag, ist ja in den äusseren zoologischen Merkmalen genau beschrieben und ist dafür die Beschreibung Günther's¹⁾ nachzusehen. Sie besitzen eine in Wirbelkörper und in Intervertebralgewebe getheilte Wirbelsäule, mit um die Mitte der Körper herumgreifenden Bogen. Die Körper bestehen aus Faserewebe in der früher geschilderten Zusammensetzung. Am Rumpfe finden sich vermitteltst scheidewandartiger Vorsprünge bewirkte Einschnürungen der Chorda, die der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend mit einer schwachen, ringförmigen Verkalkung versehen sind. Am Schwanzende von *Laemargus rostratus* kommt es zu einer schärferen Sonderung der Wirbelkörper und der Intervertebralgewebe und zur Ausbildung eines zarten, centralen Doppelkegels statt einer einfachen, ringförmigen Verkalkung. Hier bilden sich demnach wirkliche, amphicoele Wirbel. Diplospondylie findet sich am Ende des Schwanzes.

Von der Gruppe der Laemargi hat sich die

Familie Scymnus

abgezweigt, und es zeigt sich das unter Anderem auch in ihren Zahnbildungen. Während die meisten übrigen der zu den Plagiostomi cyclospodyli gehörenden Formen Zähne mit Nebenzacken oder Zähnelungen versehen besitzen, zeigen diese conische oder dreiseitige Zähne, ohne Zähnelungen und Nebenzacken, wenn auch die Spitze derselben gebogen erscheinen kann. Aus diesem Merkmal der Zähne schliesse ich dann ferner, dass *Euproctomierus* und *Isistius* zu den Laemargi zu stellen sind. *Scymnus* zeigt überall vollständig getrennte, amphicoele Wirbel mit centralen Doppelkegel, knorpeliger Aussen- und Innenzone. Die knorpeligen Bogen greifen rings um den Wirbelkörper und helfen immer denselben zusammensetzen. Die *elastica externa* ist rudimentär. Am Schwanzende zeigt sich noch Diplospondylie.

Die

Gruppe Echinorhini,

die ja zur Zeit nur einen lebenden Vertreter hat, zeichnet sich dadurch aus, dass die Wirbelsäule, wie bei den Notidaniden und den Laemargi nicht scharf gegliedert ist. Die Wirbelkörper besitzen in der Mitte die vertebralen Scheidewände, in denen, aber ausgedehnter wie bei den Laemargi, die ringförmige Verkalkung auftritt. Die gewebliche Zusammensetzung der Wirbel ist dieselbe, wie bei der vorigen Gruppe, auch greifen die Bogen in derselben Weise um den Wirbelkörper herum. Den Wirbelkörpern fehlen Oberflächenverkalkungen, diese finden sich dagegen an den Bogen. Möglicherweise herrschen aber in dieser Beziehung an den verschiedenen Körperstellen Unterschiede. Die Zähne mit ihrer liegenden Spitze besitzen die starken Nebenzacken, wie wir sie an einzelnen Stellen, namentlich des Oberkiefers bei den Notidani auftreten sehen.

Die am meisten differenzirte und dem entsprechend jüngste

Gruppe Spinacidae

zeichnet sich entsprechend dem Verhalten aller Vertreter und den weiteren Entwicklungsstufen der

1) l. c.

Wirbelsäule der Elasmobranchier dadurch aus, dass Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe scharf getrennt erscheinen. Die Wirbelkörper besitzen ferner die ausgeprägte, amphicoele Form und haben somit einen, wenn auch nur schwach entwickelten, centralen Doppelkegel (Holzschnitt II), der überall in der Mittelzone der Wirbelkörper entwickelt ist. Der Fortschritt im Aufbau des Wirbels besteht ferner darin, dass die Aussenzone knorpelig erscheint, während die Innenzone überwiegend faserig bleibt, dass ferner die knorpeligen Bogen vollkommen und überall um den Wirbelkörper und dessen rudimentärer *elastica externa* herumgreifen und denselben verstärken helfen. Als einziger Gruppenvertreter existirt jetzt noch *Spinax* in seinen beiden Formen, *niger* und *pusillus*.

Die

Familie Acanthias,

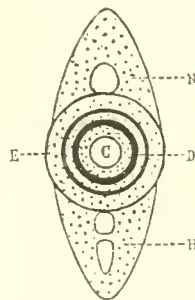
in der als ältere Formen *Centrophorus*, *Centrina*, *Centroscyllium* sich geltend machen, als jüngerer Vertreter *Acanthias* auftritt, zeichnet sich dadurch aus, dass im Bereiche des scharf geschiedenen Wirbelkörpers mit seinem einfachen, centralen Doppelkegel sich der Hyalinknorpel in Aussen- und Innenzone immer mehr ausbildet, dass ferner die den Körper umgreifenden Bogen einen immer grösser werdenden Antheil an dem Aufbau des Wirbelkörpers nehmen, und dass dieser Process bei *Acanthias* damit abgeschlossen ist, dass die *elastica externa* unter dem Einflusse des Wachstumsdruckes so gut wie vollkommen verschwindet, und dass Bogen und Wirbelkörper vollkommen in einander übergehen.

Vergleicht man nun noch einmal diese systematische Aufstellung der *Plagiostomi cyclospoydyli* (Stammitaf. I u. II) mit den *Spinacidae* der Autoren, namentlich Günther's und den Zusammenstellungen J. Müller's und Henle's, so leuchtet bis auf die angeführten kleinen Unterschiede die grosse Uebereinstimmung ein, und das ist keine geringe Empfehlung für ein zum ersten Male aufgestelltes, natürliches System, dass dasselbe sich innig anschmiegt an das, was durch Jahre und Jahrzehnte lange Bemühungen als specifisch erkannt worden ist. Die Gruppierung des Systemes ist freilich eine gänzlich verschiedene, und es muss auch so sein, denn der Begriff Ordnung, Unterordnung, Gruppe, Familie und Gattung bekommt in der Stammesgeschichte eine besondere Bedeutung.

Ich wende mich jetzt zu der nächstältesten Unterordnung der

Plagiostomi tectospondyli,

Holzschnitt V.



allein hier muss ich von vorne herein bemerken, so sicher begründet mir die beiden anderen bis in die jüngsten Formen hinein erscheinen, so wenig ist es mit dieser der Fall. Bei den eigentlichen Rochen ist mir eine Menge Untersuchungsmaterial, das sich in einer gewissen Vollständigkeit nur im British Museum befindet, trotz vieler Mühen und Bitten unzugänglich gewesen, und somit fällt dieser Theil des Stammbaumes etwas dürftiger aus, als ich es wohl gewünscht hätte. Hier ist für kommende Beobachtungen, namentlich auch auf dem Gebiete der Entwicklungsgeschichte viel nachzutragen und

richtig zu stellen, allein ich glaube auch hier die Grundlinien richtig gezogen zu haben. Jedenfalls ist des Neuen eine solche Fülle, dass der Nachtheil, den die unverschuldete Unvollständigkeit mit sich führt, dadurch einigermaßen gemildert wird. Leider sind auch die durch die bisherigen vergleichend anatomischen Untersuchungen gegebenen Anhaltspunkte für die Verwandtschaft der einzelnen Formen unter einander dürftiger, wie in den übrigen Unterordnungen.

Diese Unterordnung bietet gegenüber den Aufstellungen der systematischen Zoologie wenig Abweichungen. Sie umfasst, wie bereits erwähnt, die Rochen und diejenigen Haie, die allgemein als Zwischenformen zwischen Haien und Rochen angesehen werden, die Squatinae. Neu erscheint nur, wenn man wiederum von der stammesgeschichtlichen Gruppierung absieht, die Aufnahme von *Pristiophorus*, allein es ist das selbst mit Berücksichtigung der Merkmale des äusseren Habitus nichts Auffallendes. Gehört doch nach J. Müller und Henle *Pristiophorus* zu denjenigen Haien, denen eine Afterflosse fehlt und ist überhaupt in der Unterordnung der *Plagiostomi tectospondyli* das Fehlen ausnahmslose Regel, ein Merkmal, welches wohl verdient an die Spitze gestellt zu werden.

Betrachten wir nun wiederum zuerst die Wirbelsäule, so ist das Erste, was als gemeinsames Merkmal aller Repräsentanten der Unterordnung in die Augen fällt, die scharfe Sonderung der Wirbel und des Intervertebralgewebes, das Vorhandensein eines amphicoelen Wirbels. Wo diese scharfe Sonderung, wie bei den eigentlichen Rochen am vordersten Ende der Wirbelsäule fehlt, da ist dies als ein Rückbildungsprocess zu betrachten.

Die Wirbelsäule entspricht also einem späteren Entwicklungsstadium, als das ist, auf welchem die ältesten Formen der *Plagiostomi cyclospondyli* stehen, und somit erscheinen die *Plagiostomi tectospondyli* als jüngere Unterordnung und greifen sämmtlich über die Organisationsverhältnisse der *Notidaniden* hinaus. Dennoch sind sie, wie ich bereits andeutete, aus diesen abzuleiten und unter den jetzt lebenden Grauhaien stehen ihnen die *Hexanchi* am nächsten. Darauf ist zuerst von Wyman¹⁾, der, abgesehen von der Spritzlochspalte, an den Embryonen der Rochen sechs Kiemenspalten nachwies, aufmerksam gemacht. Der Zusammenhang ergibt sich aber auch aus den Befunden Gegenbaur's.

Bei allen *Plagiostomi tectospondyli* zeigt sich das Pro-, Meso- und Metapterygium entfaltet (*Hexanchus*), und bezüglich des *Canalis facialis* schliessen sich die Rochen den *Spinaces* und somit auch den *Notidani* an. Fernerhin macht sich bei *Raja* und *Torpedo*, wie bei *Hexanchus* der Augenstiel geltend. Vor allen Dingen weist aber der feinere Bau der Wirbelsäule auf die Verbindung mit den *Notidaniden* hin, wenn nicht schon das erste Merkmal, das Vorhandensein von sechs Kiemenspalten während des Embryonallebens der Rochen jede Möglichkeit einer Verbindung mit den *Plagiostomi cyclospondyli*, an die man einzig und allein denken könnte, ausschliesse. Trotz der Abgrenzung der Wirbelkörper und des Zwischenwirbelgewebes, trotz der Ausbildung eines centralen Doppelkegels, der aber immer zarter erscheint, als bei den *Plagiostomi cyclospondyli* bleibt die Zusammensetzung, vor Allem des Wirbelkörpers auf einer niederen Stufe stehen. Entsprechend dem Verhalten bei den ältesten, abgeleiteten Formen müssen wir annehmen, dass bei den Vertretern der Unterordnung der *Plagiostomi tectospondyli* die Wirbelkörpermasse nicht über die Stufe des Fasergewebes hinausging. Nur die Bogenabschnitte machten den Bildungsprocess zu wirklichem Knorpel durch, aber auch nicht in homogener Entwicklung, sondern mit Ausbildung und Einschluss von Faserelementen. Weder Aussen- noch Innenzone des Wirbelkörpers zeigte ursprünglich Hyalinknorpel.

Die Bogen griffen bei den Vertretern der *Plagiostomi tectospondyli* nicht um den Wirbelkörper

1) *Memoirs of the american academy of science and arts* 1864.

herum, und das unterschied sie streng von den Cyclospodyli und bindet sie an die Palaeonotidani. Somit waren sie ausser Stande die Festigkeit des Wirbelkörpers des Axentheiles zu erhöhen. Das Ziel ist aber durch Ossificationen erreicht, die ringförmig um den centralen Doppelkegel gelagert (Holzschnitt V) in dem Fasergewebe der Mittelzone bei einigen Formen, den primären, durch weiches Gewebe von dem centralen Doppelkegel getrennt, bei anderen Vertretern sich unmittelbar demselben anlagernd entstanden. Uebrigens werden sie frei im Meere lebende Haie gewesen sein, denen die Afterflosse fehlte, die sechs Kiemenöffnungen und Spritzlöcher besaßen, dagegen keine Nickhaut hatten. Das Rostrum war stark ausgebildet und vorspringend. Die Rückenflossen waren mit Stacheln versehen und der Schwanz war diphyeerk. Sie legten Eier, hatten äussere Begattungsorgane an den in der Umgebung des Afters angebrachten Bauchflossen. Ueberall am Körper fanden sich Placoidschuppen. Die Zähne waren niedrig, kegelförmig, ohne Nebenzacken, und das ist ein Unterschied gegenüber den Plagiostomi cyclospodyli.

Aus den Plagiostomi tectospondyli haben sich ebenfalls drei Gruppen herausgebildet, die Squalorajae und die die eigentlichen Rochen umfassenden und unter einander wieder näher verwandten Trygones und Rajae. Von diesen sind die Squalorajae als die älteren, die beiden anderen als die jüngeren anzusehen und unter diesen erscheinen wiederum die Stechrochen älter, als die Rajae.

Von der

Gruppe Squalorajae

haben wir jetzt noch einen Vertreter, den *Pristiophorus* in verschiedenen Formen, *cirratus*, *nudipinnis*, *Owenii* und *japonicus*. Die Hauptmerkmale dieser Thiere müssen also auch den übrigen Vertretern dieser Gruppe eigenthümlich gewesen sein und in den aus ihnen entstandenen Formen, wenn auch modificirt, wiederkehren. Die Squalorajae sind die ältesten, weil sie, wenn man überhaupt den verwandtschaftlichen Zusammenhang der Plagiostomi tectospondyli mit Haien zugiebt, am treuesten die äussere Gestalt der Haie bewahrt haben.

Dieses zeigt sich denn auch in dem Bau ihres Axenskeletes, und es wäre demnach im höchsten Grade wichtig, dass gerade *Pristiophorus* zum Gegenstande einer eingehenden, vergleichend anatomischen Untersuchung gemacht würde, ebenso wie das mit den Vertretern der Palaeonotidani, *Heptanchus* und *Hexanchus* der Fall gewesen ist.

Sie zeigten den allgemeinen Charakter der Haie, jedoch ohne Afterflosse und ohne Stacheln in den Rückenflossen, dagegen besaßen dieselben ein stark vorspringendes Rostrum. Wirbelkörper und Intervertebralgewebe zeigten sich scharf getrennt. Der Körper bestand aus Faserknorpel, der auch reichlich in den Bogen vertreten war. Die Bogen waren getrennt, oder es war um den Wirbelkörper jedenfalls nur eine schmale Verbindung derselben vorhanden. Dieser besass in seiner Mittelzone einen zarten, flachen, centralen Doppelkegel (Holzschnitt V D) und um denselben, jedoch von ihm getrennt, eine concentrische Verkalkungszone (Holzschnitt V). Es waren fünf Kiemenspalten vorhanden, ebenso fehlten Spritzlöcher nicht, wohl aber fehlte die Nickhaut.

Dieser Gruppe entstammen nun zwei Familien, die *Squatina* und *Squatinoraja*. Letztere ist die der Stammform am nächsten stehende mit ihren beiden Unterfamilien *Pristis* und *Rhinobatus*, erstere die jüngere.

Die

Familie Squatinoraja

zeigt bei den ältesten Vertretern am faserknorpeligen Wirbelkörper getrennte Bogen mit zwischen den Bogen und dem Wirbelkörper von vorne nach hinten verlaufenden Gefässen. Um den centralen

Doppelkegel finden sich bei den älteren Formen (Obere Kreide) von demselben getrennt, bei den jüngeren demselben unmittelbar aufgelagert, mit dem Alter an Zahl zunehmende, concentrische Verkalkungszonen. Dadurch wird der Wirbelkörper durchaus solide. Die Bogen nehmen an dem Ossificationsprocess nicht Theil, sitzen lose auf, jedoch werden die Basen zuweilen von Fortsätzen der Belegschicht des Doppelkegels umfasst, und diese bestehen aus einem dorsalen und ventralen und zwei seitlichen oberen und unteren Strahlen.

In der

Familie Squatina,

die sich in ihrem äusseren Habitus ja am meisten von dem Typus der Haie entfernt, findet sich ein entsprechender Fortschritt in der Organisation der Wirbelsäule. Dieselbe ist durchaus knorpelig. In den Wirbelkörper dringen radiär verlaufende Gefässe hinein, deren Wände verkalkt sind. Die Bogen umgreifen den Wirbelkörper vollständig und um den centralen Doppelkegel liegen mit dem Alter an Zahl wachsende, von einander getrennte Kalklagen.

Die

Gruppe Trygones

schliesst die Rochen mit Stacheln in sich. Sie besitzen scharf getrennte Wirbel und die Grundlage ihrer Wirbelkörper ist Faserknorpel. Die Bogen sind entweder vollkommen von einander getrennt, oder seitlich mit einander verbunden. Ausserdem bestehen dieselben aus hyalinem Knorpel. Um den centralen Doppelkegel erscheint eine dicht anschliessende verkalkte Lage, welche zwischen die Bogenbasen dorsal und ventral niedrige Fortsätze schicken kann. Als Vertreter der Gruppe glaube ich auf der einen Seite Hypolophus mit vollkommen getrennten Bogenbasen, auf der anderen Seite Pteroplatea mit seitlich vereinigten Bogen betrachten zu können. Freilich gestehe ich aufrichtig, dass noch viel tiefer eindringende Untersuchungen stattfinden müssen, um in die specielle Stammesgeschichte der Stechrochen vollkommene Klarheit zu bringen. Hypolophus schliesst sich mehr an die abgeleitete Familie Trygon an, während Pteroplatea sich mehr der Familie Myliobates nähert.

In der

Familie Trygon,

welche sich durch die von dem Wirbelkörper getrennten Bogen auszeichnet, erscheinen zwei Unterfamilien, von denen die eine Urolophus und Taeniura umschliesst, während die andere die eigentlichen Stechrochen umfasst. Bei jener ist die Belegschicht um den centralen Doppelkegel schwächer, bei dieser bedeutend stärker entwickelt. Beiden ist es aber eigenthümlich, dass sich um die Belegschicht des Doppelkegels herum eine Strahlenfigur verkalkten Knorpels entwickelt mit schrägen in die Bogenbasen eingreifenden Fortsätzen, während sich dann zwischen die Bogenbasen ein dorsaler, ventraler und seitlicher Keil einschleibt. Diese letzteren bieten auf dem Querschnitt eines Wirbels von Urolophus und Taeniura das Bild eines eisernen Kreuzes. Erstere sind Verkalkungen der Bogenbasen, letztere von aussen her sich entwickelnde Keile.

Bei der

Familie Myliobates,

über deren Stellung im natürlichen Systeme ich auch jetzt noch durchaus nicht vollkommen klar bin, und die ich als Ganzes nur zu den Trygonen hinüberziehe, weil sie nach meinen Untersuchungen sich an keiner anderen Stelle unterbringen lässt und auch nicht den Anspruch auf Bildung einer selbständigen Gruppe beanspruchen kann, zeigen sich, was Myliobates betrifft, Wirbel, die denen von Hypolophus ähnlich sind, während dagegen Aetobates, Rhinoptera und Cephaloptera sich mehr Pteroplatea nähern.

Erstere haben getrennte Bogenbasen, um den centralen Doppelkegel eine starke, verkalkte Belegschiebt und zwischen die Bogenbasen eindringende und von ihr ausgehende, kurze Fortsätze, letztere zeigen dagegen eine Vereinigung der Bogenhälften jeder Seite, ja bei Cephaloptera findet sich sogar eine vollständige Vereinigung um den Wirbelkörper. Dabei treten aber auch schwache, von der Belegschiebt ausgehende Strahlen auf.

Die

Gruppe Rajae

stellt die letzte und jüngste dar. Da sowohl Psammobatis, als Sympterygia und Platyrrhina sich meinen Untersuchungen entzog, so vermag ich nicht zu sagen, ob unter den jetzt lebenden Formen Gruppenvertreter sind und ob mit meiner Schilderung, abgesehen von den allgemein bekannten, äusseren Merkmalen die gemeinsamen Charaktere erschöpft sind.

Wir haben es mit stachellosen Rochen, deren Wirbel ebenfalls scharf getrennt waren, zu thun. Diese zeichnen sich dadurch aus, dass die hyalinknorpeligen Bogen seitlich am Wirbel vereinigt, dorsal und ventral dagegen getrennt erscheinen. Die um den centralen Doppelkegel sich lagernde Verkalkungsschiebt ist schwach entwickelt, schiebt aber dorsal sowohl, wie ventral starke Fortsätze gegen die Peripherie der Wirbelkörper bis an die Oberfläche. Ausserdem finden sich kürzere, breite Seitenstrahlen.

Um nun Nichts zu präjudiciren, unterlasse ich es eine weitere Familie aufzustellen als die

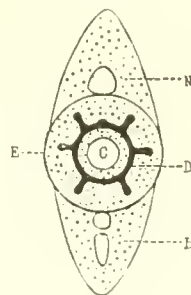
Familie Torpedo.

In ihr stellt Astrape die ältere, Narcine und Torpedo die jüngere Form dar. An den scharf getrennten Wirbeln sehen wir die Bogen rings um den Wirbelkörper greifen. Die Belegmasse um den centralen Doppelkegel ist schwach, dagegen zeigen sich starke davon ausgehende Strahlen. Das Gewebe ist Hyalinknorpel. Wie die Entwicklungsgeschichte lehrt, handelt es sich ursprünglich um einen dorsalen, einen ventralen und einen seitlichen Strahl, und dieses Verhältniss ist bei Astrape bleibend, daher diese die ältere Form. Später können sich dieselben jedoch theilen, wie es bei Torpedo und Narcine der Fall ist. Die seitlichen Strahlen sind immer flügel förmig verbreitert und dem Wachsthum entsprechend, wie bei den Rajae, lamellös geschichtet.

Die weitaus am reichsten gegliederte und zugleich jüngste Unterordnung stellen, wie wir wissen, die

Plagiostomi asterospondyli

Holz-schnitt VI.



dar, und sie umfasst, wie ein einziger Blick auf den Stammbaum lehrt, alle Haie mit Afterflosse und zwei Rückenflossen des Systems von J. Müller und Henle, abermals eine erfreuliche Uebereinstimmung und ein glänzendes Zeugnis für den grossen Scharfblick der Urheber des Systemes.

Es ist zu erwarten, dass je jünger die Unterordnung, desto reicher die Gliederung innerhalb

derselben, desto zahlreicher die Vertreter, und so ist es in der That, allein wir müssen auch von unserem Standpunkt aus fordern, dass, abgesehen von einer scharfen Trennung der Wirbel und der Zwischenwirbelgewebe auch die gewebliche Umwandlung weiter vorgeschritten ist, als bei den ältesten in den übrigen Unterordnungen, dass also in den Stammformen bereits der Knorpel das Fasergewebe ersetzt. Auch das trifft vollkommen zu.

Allen zu der Unterordnung der Plagiostomi asterospondyli gehörenden Haien sind folgende Merkmale gemeinsam, und diese müssen sich nothwendig bei den ältesten, den Vertretern der Unterordnung gefunden haben:

Es findet eine vollkommene Trennung zwischen Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe statt. Die Wirbelkörper haben einen ausgeprägt amphicoelen Charakter und im Inneren derselben entwickelt sich nicht allein ein centraler, verkalkter Doppelkegel (Holzschnitt II), sondern aus der äusseren Lage desselben gehen Kalkstrahlen hervor (Holzschnitt VI), die entweder einfach oder getheilt sein können und entweder schräg gegen die Bogenbasen ragen, oder zugleich auch gegen den Raum zwischen denselben sich erstrecken. Dabei kommt es im Wirbelkörper, namentlich in der Aussenzone zur Entwicklung von Knorpelmassen, wenn diese Entwicklung auch dishomogen ist und Fasergewebe in reichlicher Menge eingesprengt erscheint. Der centrale Doppelkegel ist dabei flach, und demnach müssen die Wirbel, wie bei den ältesten unter den übrigen Unterordnungen mehr langgestreckt erscheinen. Diplospondylie ist auch hier am Schwanzende vertreten. Bei vielen Vertretern werden Flossenstacheln vorhanden gewesen sein. Der Schwanz war diphycerk. Spritzlöcher waren vorhanden, ebenso fünf Kiemenspalten, sowie eine Spiralklappe im Darne, die Nieshaut fehlte jedoch. Die Stammformen hatten ferner ein entwickeltes Rostrum, dreispitzige Placoidschuppen und Zähne in mehrfachen Reihen, theilweise mit starker Mittelspitze und Nebenzacken, theilweise in Gestalt mehr pflasterförmiger Platten mit niederer, mittlerer Erhebung. Es waren frei im Meere lebende, langgestreckte Haie, die hartschalige Eier legten und mittelst äusserer Begattungsorgane die Befruchtung vollzogen. Die beiden Rückenflossen müssen, wenn man dem Gange der Entwicklungsgeschichte nachgeht, durch Theilung der im Stadium *K* noch einfachen Rückenflossen, die wir ja als charakteristisches Merkmal in der Ordnung der Palaeonotidani auftreten sahen, entstanden sein.

Von sonstigen gemeinsamen Merkmalen der Stammformen wäre nach den Untersuchungen von Gegenbaur an *Cestracion*, *Carcharias*, *Galeus*, *Alopias*, *Scyllium* und *Mustelus* zu erwähnen, dass bei der Brustflosse Verschmelzungen von Gliedstücken zu Platten sich nur am Vorderrande der Flosse finden, dass ferner das Pro- und Mesopterygium in rudimentärem Zustande vorhanden war. Die Crista occipitalis, wie es von Gegenbaur an *Cestracion*, *Carcharias*, *Mustelus*, *Galeus* und *Scyllium* nachgewiesen wurde, wird nur schwach entwickelt gewesen sein. Das Labyrinth sprang wenig vor. Der Palatobasalfortsatz war schwach entwickelt, und es ist nur ein Spritzlochknorpel vorhanden gewesen.

Was nun die Vorläufer der Plagiostomi asterospondyli betrifft, so haben wir diese, wie ich bereits erwähnte, unter den Palaeonotidani zu suchen und unter den jetzt lebenden Vertretern steht ihnen die jüngere Form der Grauhaie, der *Heptanchus*, näher, als der *Hexanchus*. Dafür spricht schon allein der Bau der Wirbelsäule. Was sich bei den *Heptanchi* an einer beschränkten Stelle geltend machte (Kalkstrahlen um den centralen Doppelkegel), das ist hier ein allgemeines Merkmal der Unterordnung geworden, ganz unbeschadet der Thatsache, dass dieses Merkmal in irgend einer Abtheilung durch nachträgliche Bildungen unterdrückt oder verwischt sein kann. Ferner spricht für die Abstammung das Verhalten der Brustflosse, an der das Pro- und Mesopterygium rudimentär ist, eine Rückbildung, die ja bei *Heptanchus* anfängt. Durch dieses Verhalten werden die Plagiostomi asterospondyli

sowohl von den cyclo- als den tectospondyli gesondert. Es spricht dafür ferner die Andeutung der Crista parietalis, die Ausbildung des Rostrum und die mangelhafte Ausbildung des Palatobasalfortsatzes. Letzterer Umstand gestattet es nicht, trotzdem Stacheln in den Rückenflossen vorkommen können, dieselben mit den Spinaces zusammen zu bringen. Ferner scheint der Ethmoidalfortsatz zu fehlen, der ja auch bei Heptanchus einer Rückbildung unterlag. Für den Zusammenhang spricht endlich auch und nicht am schwächsten das Verhalten der Zähne. Die platten, respektive dreispitzigen, mit Nebenzacken oder Zähnelungen versehenen Zähne lassen sich nicht von denen der Plagiostomi cyclospodyli, bei denen niemals Pflasterzähne auftreten, ableiten, ebenso wenig von denen der Plagiostomi tectospondyli, bei denen die spitzen Zähne keine Nebenzacken besitzen, sondern nur von denen der Notidani, bei welchen beide Formen vereinigt angetroffen werden.

Vertreter der Unterordnung kommen nicht mehr vor, dagegen sehen wir aus derselben drei Gruppen sich entwickeln, von denen wir die der Acrodonten als die älteste, die der Seylliolamnidae als die nächstfolgende, die der Seyllia als die jüngste betrachten müssen. Für letzteren Umstand spricht allein auch die reiche Vertretung in der Gruppe Seyllia, während die der Acrodonten zur Jetztzeit die schwächste ist.

Die

Gruppe Acrodonten

hat zur Jetztzeit nur den einzigen Vertreter, Cestracion, in den verschiedenen von Günther angegebenen Species (Philippi, Quoyi, Francisci, galeatus), und werden dessen Merkmale für die übrigen maassgebend sein.

Abgesehen von dem Bau des Axenskeletes, auf den ich alsbald zu sprechen komme, sprechen eine ganze Anzahl vergleichend anatomischer von Gegenbaur aufgefundener Thatsachen für die Zusammenstellung der Acrodonten mit den Seyllien, und für die Stellung zwischen diesen und den Spinacidae. Ich will dieselben hier zunächst hervorheben.

Vor allen Dingen wäre nach J. Müller und Henle das Vorhandensein der Afterflosse zu erwähnen, die ja den Spinacidae fehlt und das wiegt die Existenz der Flossenstacheln, die doch nur secundäre und verhältnissmässig spät während der Entwicklung auftretende Bildungen sind, auf. Ihr stammesgeschichtlicher Werth ist demnach dem der Flossen, die wie wir wissen viel früher auftretende Bildungen sind, untergeordnet und die Zahl und Form derselben muss von den Vorfahren ererbt sein. Was das Brustflossenskelet betrifft, so fehlt das Propterygium, dagegen zeigt dasselbe, wie bei Carcharias, Alopias, Seyllium und Mustelus Verschmelzungen von Gliedstücken zu Platten, jedoch nur am Vorderrande der Flosse. In der Occipitalregion findet sich bei Cestracion, wie bei Centrophorus und Acanthias ausser der medianen Occipitovertebralverbindung noch eine laterale, die aber bei Seymnus, Galeus, Sphyrna, Mustelus und Seyllium noch stärker entwickelt ist. Die Crista occipitalis ist bei Cestracion wie bei Carcharias, Mustelus, Galeus und Seyllium nur als schwacher Höcker entwickelt. In der Labyrinthregion ist der Höcker des äusseren Bogenganges wie bei Galeus und Mustelus schwach und bezüglich des Craniohyoidgelenkes steht Cestracion zwischen Centrophorus, Acanthias und Seymnus einerseits und Galeus, Mustelus und Seyllium andererseits. Die Mündung des Canalis facialis ist wie bei den Notidaniden und Spinaciden, dafür fehlt aber bei Cestracion der für die Spinacidae charakteristische Verlauf des Canalis facialis nach hinten. In der Orbitalregion des Schädels ist die Basalecke verschwunden und nimmt somit Cestracion eine Mittelstellung ein. Die Palatobasalverbindung ist anders wie bei den Spinacidae, sie ist aus der senkrechten in die horizontale übergegangen. Die Austrittsstelle des Trigemini liegt bei Cestracion weiter nach innen, wie bei den

Spinacidae, dagegen erhalten sich Ethmoidal- und Präorbitaleanal wie bei den Spinacidae und Notidaniden. Der Palatobasalfortsatz fehlt bei Cestracion, und dieser steht somit den Seyllien näher, als den Spinaces. Ferner hat Cestracion wie Seyllium, Mustelus und Galeus nur einen Spritzlochknorpel.

Die Wirbelsäule der Aerodonten war vollkommen gegliedert, knorpelig mit reichlich auftretenden Fasermassen. Die Bogen waren getrennt. Im Wirbelkörper ein zarter, flacher, centraler Doppelkegel, von dessen Oberfläche vier, beziehungsweise acht kurze Strahlen (siehe Heptanehus) in regelmässigen Abständen ausgingen, ohne sich zu verbinden oder zu theilen. Bei Cestracion, dem Vertreter der Gruppe, sind regelrecht acht Strahlen vorhanden, von denen die Seitenstrahlen asymmetrisch sein können. Natürlich waren fünf Kiemenspalten und Spritzlöcher vorhanden. Die Nickhaut fehlte aber. Die Placoidschuppen waren dreizackig.

Die

Gruppe Seylliolamnidae

besitzt zur Jetztzeit mehrere Vertreter (Stegostoma, Ginglymostoma und Crossorhinus), und wie man aus dieser Anführung ersieht, zeigt sich hier zum ersten Male ein schneidender Unterschied zwischen meinem natürlichen System und den Systemen, welche bisher von den Zoologen, und zwar vor Allem von J. Müller, Henle und Günther, aufgestellt wurden. Die Seyllien der Autoren sind auseinander gerissen und sind nur durch die Stammformen mit einander verbunden, allein ich meine, wenn man die Verschiedenheit des äusseren Habitus der von den Autoren zu den Seyllien zusammengefassten Thiere betrachtet gegenüber der Uniformität der Gestaltung bei den übrigen zusammengehörenden Hai- und Rochenformen, so wird eine solche Trennung nicht gerade überraschen. Man vergleiche einmal Ginglymostoma und Crossorhinus mit Seyllium und Cheiloseyllium. Die Definition der Seyllia der Autoren ist auch nur ganz allgemein gehalten und umfasst eigentlich nicht mehr als Unterordnungsmerkmale, und so glaube ich selbst bei den strengen Systematikern mit meiner Aufstellung von vorne herein nicht auf Widerspruch zu stossen, namentlich auch da wir im weiteren Verlaufe meiner Schilderung sehen werden, dass es sich um einschneidende Unterschiede handelt. Schon Günther macht auf eine wesentliche Differenz zwischen den Seyllia und Seylliolamnidae aufmerksam. Bei Ersteren sind Nasen- und Mundhöhle getrennt, bei Letzteren dagegen zusammengeflossen. Freilich wird man mir nun entgegenhalten können, dass nach meiner eigenen Auffassung innerhalb zusammengehörender Abtheilungen die äussere Form wechseln kann und zwar desto mehr, je älter dieselben sind. Das ist richtig, allein ausgeprägte, spezifische Merkmale, wie z. B. das Verhältniss der Rückenflossen und der Afterflosse eines ist, wechseln nicht innerhalb der einzelnen Abtheilungen. Spezifische Merkmale liegen ferner im Wirbelbau und diese trennen die Seylliolamnidae scharf von den eigentlichen Seyllia, trotz der Verknüpfung durch die Charaktere der Stammeltern.

Die scharf getrennten, amphicoelen Wirbelkörper, deren Bogen getrennt aufsitzen, und die aus Knorpel mit vielen eingesprengten Faserelementen bestehen, zeigen von dem Doppelkegel ausgehend acht radiäre Strahlen. Es finden sich ein dorsaler, ein ventraler und je zwei seitliche, die sich zwischen die Bogenbasen durch die Aussenzone bis an die Peripherie des Wirbelkörpers erstrecken. Dieselben theilen sich und zwar zunächst die verticalen und dann die seitlichen, horizontalen Strahlen. (Wirbel mit Knorpelkreuz aber ohne Kalkstrahlen in demselben.) Ausser den fünf Kiemenspalten finden sich Spritzlöcher, es fehlt aber die Nickhaut. Der Schwanz ist diphyceerk, und die Zähne haben, wie die jetzt lebenden Vertreter zeigen, eine stark entwickelte Mittelspitze mit mehreren (mindestens einer zu jeder Seite) Seitenzacken. Feine Zähnelungen waren dabei nicht ausgeschlossen. Von den drei Formen glaube ich Ginglymostoma als die jüngere ansehen zu dürfen, wie das auch in der stärkeren

Ausbildung des Rostrum sowohl, wie in der Heterocerkie des Schwanzes gegenüber den beiden anderen angedeutet ist. Nicht ganz fügen sich dieser Ansicht die Zähne, die stets mehrere Nebenzacken besitzen können, allein da unter den Plagiostomi asterospondyli bei verschiedenen Vertretern verschiedene Zahnformen vorhanden gewesen sein müssen, so ist es nicht unwahrscheinlich, und dafür spricht denn auch die Differenz zwischen den Zähnen des Crossorhinus, die nur zum Theil dreizackig sind und denen des Stegostoma, die alle dreispitzig erscheinen, dass unter den Scylliolamnidae verschiedene Zahnformen mit einer oder mit mehreren Nebenzacken vertreten waren. Im nächsten Capitel werden wir sehen, mit welchem Rechte diese Ansicht auftritt. Ginglymostoma müsste dann der nächste Verwandte einer Form, die mehrzackige Zähne besass, sein und ist auch dadurch besonders interessant, dass er der aus den Scylliolamnidae hervorgegangenen

Familie Lamna

näher steht, als die anderen. Die Familie Lamna hat als Vertreter Lamna, Alopias, Carcharodon und Odontaspis, von denen die beiden letzteren meiner Ansicht nach die jüngeren Formen darstellen. Die weitere Fortbildung offenbart sich äusserlich in der vorschreitenden Rückbildung der Spritzlöcher, die sogar, wie von Günther für Lamna hervorgehoben wurde, verschwinden können. Als einen Fortschritt betrachte ich auch die starke Ausbildung der Mittelzacke der Zähne, das Verschwinden der Nebenzacken, womit dann das Auftreten feiner Zählungen (Carcharodon) verbunden sein kann.

Die amphicoelen Wirbelkörper besitzen an ihrem centralen Doppelkegel die acht Strahlen, die sich bei Lamna und Alopias theilen, aber stets getrennt bleiben, während sie sich dagegen bei Carcharodon und Odontaspis mittelst feiner Leisten verbinden, ein Verhalten, das unter den Scylliolamnidae an einzelnen Schwanzwirbeln von Ginglymostoma (also jüngere Form) vorgebildet erscheint. Im Uebrigen ragen die Strahlen, wie bei den Stammformen, den Scylliolamnidae, zwischen die Bogenbasen, aber nicht in diese hinein. Es findet sich also ein einfaches Knorpelkreuz. Die Bogen sitzen dem Wirbelkörper auf. Die Zusammensetzung ist Knorpel und Fasergewebe.

Aus der Familie Lamna entstanden, und zwar vor Allem Carcharodon und Oxyrhina näher verwandt als Lamna und Alopias, erscheint Selache. Bei ihr ist die Bildung centraler Strahlen durch die Ausbildung concentrischer, ursprünglich von den radiären Strahlen ausgehender Lamellen unterdrückt. Sie stellen die Verbindungen seitlich sich verbreiternder, radiärer Strahlen dar.

Die

Gruppe Scyllia

ist also die jüngste und zahlreichste, und wenn wir die bis dahin von den vergleichenden Anatomen, namentlich von Gegenbaur gefundenen Thatsachen Revue passiren lassen, so ergiebt sich daraus trotz der geringen Zahl der untersuchten Formen ebenfalls die Zusammengehörigkeit der in dem natürlichen System aus ihnen abgeleiteten Familien (Stammtafel).

Ich erwähnte bereits früher, dass die Brustflossen von Carcharias, Galeus, Scyllium und Mustelus ein rudimentäres Pro- und Mesopterygium besitzen, und dass Verschmelzungen von Gliedstücken zu Platten nur am Vorderrande derselben vorkommen, dass ferner die Crista parietalis bei Carcharias, Mustelus, Galeus und Scyllium nur als schwacher Höcker erscheint. In der Labyrinthregion des Schädels tritt die Pfanne des Craniohyoidgelenkes auf eine nach hinten ragende Verlängerung zurück bei Scyllium, Galeus und Mustelus und bezüglich des Gelenkes bilden Galeus, Mustelus und Scyllium eine zusammenhängende Gruppe. Ferner ist die Austrittsstelle des Facialis bei Mustelus, Galeus, Scyllium, Prionodon und Zygaena mit der des Trigemini zusammengeflossen und das Labyrinth ist bei

Prionodon, Zygaena, Mustelus, Galeus und Scyllium am geringsten ausgeprägt. In der Orbitalregion bildet sich bei Prionodon, Mustelus und Scyllium ein Orbitalboden aus, und es findet sich bei Zygaena, Prionodon, Galeus, Mustelus und Scyllium eine besondere Austrittsstelle für den Ramus ophthalmicus trigemini. Ferner wird bei Mustelus, Galeus und Scyllium der Präorbitalcanal eine Rinne. Die übereinstimmende Rostralbildung bei Mustelus, Scyllium und Carcharias ist bereits bei der vorigen Gruppe hervorgehoben. Der Palatobasalfortsatz ist bei Scyllium, Mustelus, Galeus und Carcharias unansehnlich. Ferner haben Scyllium, Mustelus und Galeus einen Spritzlochknorpel.

Am Klarsten tritt natürlich wiederum der Zusammenhang in dem Bau und in der Entwicklung der Wirbelsäule zu Tage, und da bietet die Gruppe in den Vertretern, von denen ich Scyllium catulus, canicula, marmoratum, maculatum, pictum und Edwardsi, sowie Pristiurus melanostomus untersuchte, folgende Merkmale, Merkmale, welche, wie die des Heptanchus, in den verschiedenen abgeleiteten Familien sich festigen und zu spezifischen werden. Dabei will ich hervorheben, dass Scyllium maculatum am ältesten ist, Scyllium canicula und catulus sowie Pristiurus melanostomus dagegen als die jüngsten Vertreter anzusehen sind.

Die Wirbelsäule ist vollkommen gegliedert. Die Wirbelkörper besitzen getrennt aufsitzende Bogen. Am Schwanz findet sich Diplospondylie. Das Gewebe zeigt ausserordentlich reichlich in den Knorpel eingesprengte Faserelemente. Die amphicoelen Wirbelkörper zeigen an dem flachen, centralen Doppelkegel, wie bei den Scylliolamnidae und den Cestracionten einen achtstrahligen Stern, der aber nicht bis an die Peripherie reicht, sondern wie bei Heptanchus und in derselben Anordnung (Holzschnitt VI) nur bis zur Aussenzone des Wirbelkörpers sich erstreckt. Zum wesentlichen Unterschied gegenüber den Scylliolamnidae und den Acrodonten sehen wir ferner, dass vier von diesen Strahlen, den primären bei Heptanchus homolog, schräg gegen die Bogenbasen gerichtet sind, während die vier anderen dorsal, ventral und seitlich stehen. Zwischen den Bogenbasen entwickeln sich nun aber von aussen her kommend, und das bedingt abermals einen wesentlichen Unterschied namentlich gegenüber den Scylliolamnidae, Oberflächenstrahlen, die in die Tiefe dringen und mit den ventralen, dorsalen und seitlichen Strahlen des Doppelkegels verschmelzen können. Dieselben sind entweder acht an der Zahl, zwei obere, zwei untere und je zwei seitliche, oder es sind ihrer vier, die dann das Aussehen keilförmiger, solider, gegen das Centrum vordringender Massen haben. Im ersteren Falle können die acht centralen Strahlen vollständig ausgebildet sein (älteste Form, Scyllium maculatum), oder es bilden sich nur die primären Schrägstrahlen, während die der anderen unterdrückt ist (Scyllium marmoratum und Edwardsi). Im letzteren Falle kommt es überhaupt nicht zur Bildung eines um den Doppelkegel gelegenen Sternes (jüngste Form, Scyllium catulus, canicula und Pristiurus).

Von äusseren Merkmalen wäre der diphycerke Schwanz, der Mangel an Flossenstacheln, das Vorhandensein dreispitziger Zähne (Mittelspitze und zwei schwache Nebenspitzen) hervorzuheben. Die Spritzlöcher sind vorhanden, die Nickhaut fehlt aber.

Die

Familie Hemigaleus

schliesst sich am nächsten der ältesten Form der Scyllien (Scyllium maculatum mit achtstrahligem, centralen Stern und Ueberwiegen des Fasergewebes im Wirbelkörper) an, und dessen drei jetzt lebende Vertreter sind Dirhizodon (Klunzinger), Hemigaleus und Galeocerdo. Von diesen halte ich Hemigaleus für die ältere, Galeocerdo für die jüngere Form. Freilich habe ich Dirhizodon nicht untersuchen können, allein wenn Hemigaleus in Folge des Baues der Wirbelsäule als ältere Form erscheint, die der Stammform der Scyllien am nächsten steht, so muss sich das auch in dem Verhalten der Zähne

ausprägen, und da sehen wir denn allerdings, dass die Zähne dieser Thiere nur im Oberkiefer gezähnt sind, während sie im Uebrigen einfach dreiseitig, glatt und ohne Nebenspitzen erscheinen. Dirhizodon zeigt, wie ich einer mir freundlichst von Klunzinger mitgetheilten Zeichnung entnehme, die Zähne in beiden Kiefern zur Hälfte gezähnt, während dagegen bei Galeocerdo (jüngste Form) die Zähnelung sich über den ganzen Zahn erstreckt.

Die Familie zeigt weiter einen Fortschritt gegenüber den Gruppenvertretern darin, dass die Spritzlöcher sehr klein werden und dass sich eine Nickhaut zu bilden beginnt.

Die Wirbelkörper besitzen getrennte Bogen, und um den centralen Doppelkegel findet man bei Hemigaleus und Galeocerdo tigrinus die letzten Andeutungen des achtstrahligen, centralen Sternes der Scyllien. Die zwischen den Bogenbasen vordringenden Verkalkungen stellen vier starke Keile dar, die mit den centralen Strahlen verschmelzen, und dieselben haben zur Folge, dass bei Galeocerdo arcticus die Bildung des Sternes bis auf die Schrägstrahlen unterdrückt wird und somit stellt diese Form den directen Uebergang zu der

Unterfamilie Galeus dar, bei welcher durch die Entwicklung der peripheren, keilförmigen Verkalkungen die Bildung der dorsalen, ventralen und der seitlichen Strahlen unterdrückt wird, so dass nur, wie bei Galeocerdo arcticus, die gegen die Bogenbasen ragenden Strahlen erhalten bleiben (Wirbel mit Knorpelkreuz und darin befindlichen Kalkstrahlen). Diese, und das bedingt neben der Ausbildung der Nickhaut und der Abnahme der Spritzlöcher, also dem Verschwinden einer Kiemenpalte, sowie dem Wechsel in der Zähnelung der Zähne einen weiteren Fortschritt, wachsen aus, mehr als es bei den Vertretern der Familie der Fall ist. Die Wirbelkörper zeigen dabei immer noch stark entwickeltes Fasergewebe. Aus der Unterfamilie Galeus hat sich dann die Gattung Carcharias mit den älteren Formen Hypoprion und Scoliodon und den jüngeren Prionodon und Zygaena entwickelt, die dieselben Verhältnisse wie Galeus zeigen, nur dass allmählig ein immer stärkeres Auswachsen der vier in das nach Art eines Andreaskreuzes gestaltete Knorpelkreuz der Bogen ragenden, centralen Kalkstrahlen stattfindet, dass ferner die Spritzlöcher vollkommen verschwinden, während die Nickhaut beibehalten wird. In den Zahnformen schliessen sich die Carchariden auch am nächsten Galeus an.

Die nächstfolgende

Familie Cheiloscyllium

(Parascyllium war mir leider nicht zugänglich) ist in ihren verschiedenen Formen am eingehendsten von Günther behandelt und schliesst sich am nächsten an Scyllium marmoratum und Edwardsi an. Entgegen der Annahme der systematischen Zoologie sind auch diese Thiere von den eigentlichen Scyllien zu trennen, ebenso wie die Scylliolamnidae.

Nasen- und Mundhöhle sind zusammengefloßen, auch die Zähne zeigen insofern eine Weiterbildung, als die Seitenzacken fehlen können, ausserdem sind die beiden letzten Kiemenöffnungen ganz ausserordentlich zusammengedrängt, so dass es fast den Anschein hat, als wenn nur vier Kiemenpalten vorhanden seien. Ferner wäre auch wohl die Lippenfalte als ein besonderes Merkmal hervorzuheben. So viel von den äusseren Merkmalen, denen sich noch die Heterocerkie des Schwanzes, die den jüngeren Formen immer eigenthümlich ist, anschliesst.

Der Bau der Wirbelsäule weist ihnen entschieden eine selbständige Stellung an auch in Bezug auf die gewebliche Zusammensetzung, da der Wirbelkörper überwiegend aus Hyalinknorpel besteht. In den amphicoelen Wirbeln ist die Bildung des Sternes um den centralen Doppelkegel unterdrückt und damit geht Hand in Hand die Ausbildung entwickelter äusserer, zwischen die Bogenbasen ein-

dringender Strahlen, welche, acht an der Zahl, an den Enden des Wirbelkörpers den centralen Doppelkegel erreichen und mit ihm verwachsen, in der Mitte dagegen nicht.

Die jüngste

Familie *Mustelus*

zeichnet sich ja, wie bekannt, dadurch aus, dass sie lebendig gebärende Haie mit Dottersackplacenta umfasst, eine Bildung, die ja sonst nur bei den Carchariden vorhanden ist, und das ist abermals ein Beweis für das geringe Alter dieser Familie. Günther zieht dieselben zu seiner Familie *Carcharias* hinüber, die ja ausser den Carchariden noch *Hemigaleus*, *Galeocerdo* und *Galeus* umfasst, allein ich glaube mit vollkommenem Unrecht. Schon die Gestaltung der Zähne, auf die ich den höchsten Werth zu legen habe, weist darauf hin. Dieselben entfernen sich weit von denen der Familie *Hemigaleus*, schliessen sich dagegen innig an die Zähne der Vertreter der Gruppe *Scyllia* an, ja sie stehen sogar denen der Familie *Cheiloseyllium* näher. Das prägt sich auch in ihrer Wirbelsäule aus.

In den amphicoelen Wirbeln ist die Bildung des dorsalen, ventralen und des seitlichen Strahles unterdrückt, während dagegen die vier schrägen Strahlen ausgewachsen erscheinen. In sofern würde sich *Mustelus* an *Scyllium marmoratum* und *Edwardsi* anschliessen, allein es finden sich nicht äussere Strahlen, wie bei *Cheiloseyllium*, sondern wie bei *Scyllium catulus*, *canicula* und *Pristiurus* zeigen sich keilförmig eindringende Verkalkungen, die überall mit dem centralen Doppelkegel verschmelzen. Da nun nach Günther *Mustelus* und *Triacis* Spritzlöcher besitzen, während *Triaenodon* und *Leptocarcharias* solcher entbehren, wenn schon alle eine Nickhaut haben, so wären die ersten beiden Vertreter als die älteren, die letzteren als die jüngeren anzusehen. Ich will es gegenüber einer früheren Aufstellung¹⁾ zweifelhaft lassen, da die Ausdehnung der schrägen gegen die Bogenbasen ragenden Kalkstrahlen sowohl wie die Entwicklung des Fasergewebes am Wirbelkörper, Merkmale, die immer von hoher stammesgeschichtlicher Bedeutung sind, innerhalb so geringer Grenzen schwankt, dass man darauf hin kein absolut sicheres Urtheil zu fällen vermag.

1) Zoologischer Anzeiger 1878.

Capitel IV.

Allgemeine paläontologische Folgerungen.

Das Hypothetische, welches den stammesgeschichtlichen Folgerungen des vorigen Capitels in Folge der vielen Lücken, welche das Material an Embryonen sowohl, als an erwachsenen Thieren aufweist, anhaften muss, würde noch greller in die Augen springen und den wissenschaftlichen Werth der Darstellungen in bedenklichster Weise drücken, wenn es nicht gelänge in der Paläontologie gewichtige Stützen für die Richtigkeit der dargelegten stammesgeschichtlichen Auffassung zu finden. Sind dieselben auch noch recht unvollkommen und wichtige Ländergebiete nicht in den Bereich der Forschung gezogen, trotzdem ich es an Bemühungen mannichfachster Art nicht fehlen liess, so ist doch eine erfreuliche Thatsache hervorzuheben, nämlich die, dass keine paläontologische Thatsache den Aufstellungen direct ins Gesicht schlägt, im Gegentheil, es fügt sich Alles in vollkommenster Weise zum Gebäude, so dass ich die Hoffnung hegen darf, dass auch in Zukunft kein Moment in der Paläontologie zu Tage treten wird, welches demselben die Fundamente entzieht und es in unkenntliche Trümmer zusammenstürzen lässt. Ich halte mich überzeugt, dass das System etwas mehr als historischen Werth hat und nicht gerade Aussicht bietet dasselbe in die Rumpelkammer wissenschaftlicher Curiositäten oder gar Spielereien geworfen zu sehen.

Eine paläontologische Thatsache fällt von vorne herein in die Augen, und ist darauf ein ganz erhebliches Gewicht zu legen. Es ist die fast vollkommene Abwesenheit von Skeletbestandtheilen, die man Elasmobranchiern zuzuschreiben im Stande wäre, mit fast alleiniger Ausnahme von Stacheln und Zähnen im paläozoischen Zeitalter.

Selbst im mesozoischen Zeitalter, zur Zeit der Trias und des unteren Jura sind Ueberreste der uns hier beschäftigenden Subelasse selten und bestehen ausser Stacheln und Zähnen in der Trias wesentlich nur aus solchen und Bruchstücken des Integumentes, die man den Hybodonten zuschreibt, in den Posidonienschiefern des Lias von England. Erst mit dem oberen Jura, also dem jüngsten Abschnitt des mesozoischen Zeitalters werden die unzweifelhaften, Elasmobranchiern angehörigen Reste häufiger (Wirbel und Wirbelbruchstücke werden reichlicher, ja ganze Thiere haben sich in Abdrücken und im Skelet erhalten), so dass die Bestimmung derselben nicht allzu schwer fällt, und von da ab sind die Funde an Zähnen und einzelnen Wirbeln gar nicht selten.

Eine weitere höchst auffallende Thatsache ist die, dass erst mit dem Jura die für die Systematik und Stammesgeschichte der ausgestorbenen Thiere so ausserordentlich wichtigen Zähne und Stacheln sich in ihren Formverhältnissen und in ihrer Zusammensetzung denen der jetzt lebenden Formen nähern, während in den vorjurassischen Perioden die Unähnlichkeit eine so grosse zu sein scheint,

dass man bisher nur aus allgemeinen Kennzeichen und in Ermangelung von etwas Besserem und Sicherem schliesst, die Bildungen gehören den Elasmobranchiern an, welchen aber, darauf bleibt die Paläontologie die Antwort schuldig und giebt ihrer Unsicherheit dadurch Ausdruck, dass sie die Träger mit Namen belegt, welche möglichst wenig an die Namen jetzt lebender Arten der Elasmobranchier erinnern.

Aus dieser letzteren Thatsache den Schluss ziehen zu wollen, dass in der vorjurassischen Zeit die Welt der Elasmobranchier eine durchaus andere war, als während und nach derselben, dass in den frühesten Perioden unseres Erdballes die alten Formen ausstarben und plötzlich neue entstanden, ohne dass die einen aus den anderen hervorgegangen wären, das wäre mindestens eine Kühnheit, die um so weniger gerechtfertigt wäre, als wir gleichzeitig Ganoiden allmählig den Teleostiern Platz machen sehen und zwar in einer solchen Weise, dass die Annahme der Hervorbildung der Teleostier aus den Ganoiden eine unabwiesbare ist. Es wäre doch auffällig, wenn das, was auf dem einen Gebiete klar vor Augen liegt, auf einem anderen, wenn auch versteckten Gebiete nicht vorhanden sein sollte.

Ein Schluss, den man aber bei unbefangener Beobachtung ohne Weiteres ziehen muss, ist der, dass, da die Placoidschuppen zur paläozoischen Periode und zur Zeit der Trias fast ganz fehlen, Träger von solchen nur in einer beschränkten Zahl vorhanden gewesen sein können. Placoidschuppen und Zähne haben, wie aus den schönen Untersuchungen vor Allem Hertwig's¹⁾ hervorgeht, dieselbe Entwicklung, und wie das bereits durch frühere Beobachtungen namentlich auch von Leydig bekannt ist, denselben Bau, Schmelz, Zahnbein und Cement. Die Zähne sind erhalten, und es wäre demnach bei der Gleichheit der geweblichen Zusammensetzung wunderbar, wenn Placoidschuppen, wenn sie vorhanden waren, nicht mindestens in Bruchstücken nachweisbar sein sollten, ebenso gut wie die Schuppen der Ganoiden, die selbst in den zartesten Strukturverhältnissen erhalten sind. Freilich ist bisher wenig auf dieselben geachtet worden, und sie könnten sonach der Aufmerksamkeit der Paläontologen entgangen sein. Es wäre denkbar, dass sie den Flossenstacheln anhafteten oder in der Umgebung zerstreut lagen, allein das Vorkommen könnte dann doch immer nur ein vereinzelt sein. Wäre es allgemeiner, so wäre es schwerlich der Aufmerksamkeit der Forscher entgangen, die die geringsten Abweichungen in der Skulptur eines Fossils mit wahrhaft rührender Treue beschreiben.

Ganz gewiss war also eine grosse Anzahl der Elasmobranchier zur paläozoischen und triassischen Periode nackthäutig.

Folgerichtig machen wir nun nach diesem Schluss bezüglich des Integumentes einen gleichen bezüglich der übrigen Organsysteme, namentlich des Skeletes.

Wollten wir aus der Abwesenheit der Skeletbestandtheile, die nahezu vollständig ist, für die ältesten Perioden den Schluss ziehen, dass während dieser keine Träger von solchen, die zur Subklasse der Elasmobranchier gehören, existirten, so würden wir einfach den Fluch der Lächerlichkeit auf uns laden, denn gehören die Zähne und Flossenstacheln, woran kein Mensch zweifelt, Wirbelthieren an, so müssen sie ein Skelet, mindestens eine Wirbelsäule und einen Schädel, wahrscheinlich auch ein Extremitätenskelet besessen haben. Es kann sich also nur um die Form und um die Zusammensetzung desselben handeln. Da sie den nach dem Tode einwirkenden Einflüssen der Fäulniss, beziehungsweise der Maceration ausgesetzt waren, so können sie nicht widerstandsfähig gewesen sein, es wären dieselben sonst wohl erhalten, oder sie würden mindestens in Abdrücken conservirt worden sein. Weder das eine noch das andere ist jedoch der Fall, oder es ist äusserst selten (*Xenacanthus*). Daraus

1) Ueber Bau und Entwicklung der Placoidschuppen und Zähne der Selachier. — Jenaer Zeitschrift für Naturwissenschaft Bd. VIII, N. Folge.

folgt, dass das Skelet weder aus Knochen, noch aus verkalktem Knorpel in seinen verschiedenen Modificationen bestanden haben kann, denn überall, wo wir diese Gewebsformen reichlich auftreten sehen, da sind dieselben fossilisirt und in ihrer geweblichen Zusammensetzung selbst in den ältesten Perioden auf das Vollkommenste erhalten und dem Auge in einer Weise klar zu machen, wie es nicht besser mit lebendem Gewebe geschehen kann.

Das Skelet kann aber in den allermeisten Fällen auch nicht einmal zum Theil aus Knochen oder verkalktem Knorpel bestanden haben, man müsste sonst, wenn auch noch so geringe Bruchstücke finden, wie das in späteren Perioden selbst mit solchen Thieren wie Chimaera, die so ausserordentlich wenig Verkalkungen besitzen, überall der Fall ist.

Die Wirbelsäule der meisten dieser paläozoischen und triassischen Elasmobranchier muss also entweder aus Bindegewebe, aus Fasergewebe, Faserknorpel oder hyalinem Knorpel bestanden haben, wobei ein geringer Grad von Verkalkung in dünner Lage nicht ausgeschlossen ist, denn wir wissen, dass ganz geringe Mengen verkalkten Bindegewebes oder Knorpels dem Auflösungsprocesse nach dem Tode keinen absoluten Widerstand entgegensetzen, wie dies mit dem Knochen der Fall ist. Von diesen eben aufgeführten Gewebsarten ist nun Hyalinknorpel wiederum mit der grössten Wahrscheinlichkeit ausgeschlossen, weil wir keinen ausgestorbenen oder lebenden Elasmobranchier, von dem Skeletreste erhalten sind (Wirbelsäule), kennen, bei dem Hyalinknorpel für sich, ohne Hinzutreten ausgedehnter Verkalkungen vorkommt. Somit bleibt nur das Bindegewebe, die Uebergangsform zum Knorpel und der eigentliche Faserknorpel.

Die Richtigkeit dieses Schlusses, mit dem wir einen grossen Schritt vorwärts gethan haben, leuchtet ohne Weiteres ein, wenn wir die Verhältnisse bei den Ganoiden betrachten, unter denen ja Thiere mit vollkommen weicher, bindegewebiger resp. knorpeliger Wirbelsäule (Knorpelganoiden) vorkommen, während andere ein vollkommen knöchernes Skelet besitzen. Diese Unterschiede im Aufbau des Axenskeletes stehen einander nicht unvermittelt gegenüber, sondern sind durch leise Uebergänge mit einander verknüpft. Wie immer, so sind auch bei ihnen die Bogen in der geweblichen Umwandlung am weitesten vorgeschritten. Ist die Wirbelkörpermasse bindegewebig (Knorpelganoiden, Dipnoi), so bestehen die Bogen aus Knorpel und steigen wir eine Stufe höher, so werden wir die Bogen verkalkt oder knöchern finden, während die Wirbelkörper knorpelig angelegt sind. Solche Verhältnisse kommen nun in der That vor, und dann sehen wir die Bogen im fossilen Zustand vollkommen gut erhalten, es fehlt nur die Wirbelkörpermasse, oder ist höchstens in Abdrücken vorhanden, und war dieselbe gleichmässig und unsegmentirt, so erkennt man das an der Gleichmässigkeit des Raumes zwischen den erhaltenen Bogenbasen. Im letzteren Falle muss auch die Chorda als gleichmässiger Strang vorhanden gewesen sein, oder kann höchstens den Bogenbasen entsprechend leichte Einschnürungen gezeigt haben. Das erstere Verhalten finden wir z. B. im *Dapedius Colei*¹⁾, ferner im *Pholidophorus*²⁾, letzteres aber bei dem hochinteressanten, paläozoischen *Cocosteus*³⁾.

Waren nun also Elasmobranchi vor der triassischen Periode vorhanden, so müssen es Thiere mit weichem Skelet gewesen sein, welches ausgedehnter Verkalkungen entbehrte. Zudem waren es überwiegend nackthäutige Fische. Da wir nun aber bereits vorhin gesehen haben, dass unter allen Umständen, wenn die Wirbelkörperanlage die Metamorphose zu Faser- oder Hyalinknorpel durchmacht, Verkalkungen auftreten, welche zur Sonderung in Wirbelkörper und Intervertebralgewebe führen, und

1) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. Tome I. Taf. 25 b.

2) l. c. Taf. 42.

3) Monographie des poissons fossiles du vieux grès rouge. Neuchâtel. 1844. Atlas. Taf. 9.

entweder ringförmig vorkommen, oder die Gestalt eines centralen, amphicoelen Doppelkegels annehmen, so muss die Wirbelkörperanlage ungegliedert, höchstens mit schwachen, ringförmigen Verkalkungen versehen gewesen sein, und aus Fasergewebe, beziehungsweise reinem Bindegewebe bestanden haben. Die Chorda und ihre Cuticula oder *Elastica interna* muss ebenfalls gleichmässig gewesen sein und eine *Elastica externa* wird dann auch schwerlich gefehlt haben.

Dass wirklich Elasmobranchi zur paläozoischen Periode existirt haben, das zeigen uns die Zähne und die Stacheln, die in dieser Form nur den Elasmobranchiern und zwar dem Rücken derselben zukommen und so wirft sich denn die weitere Frage auf, welcher Form die ältesten Vertreter zuzurechnen sind.

Nach dem, was ich vorhin über die Wirbelsäule äusserte, könnten es Holocephalen, Notidaniden oder älteste Formen der Plagiostomi cyclospondyli (*Echinorhinus*, *Laemargus*) gewesen sein, allein den beiden letzteren kommen Placoidschuppen zu, und da diese sehr selten gefunden werden, so kam ich ja zu der Annahme, dass es sich vorwiegend um nackthäutige Fische handle. Demnach müssen wir annehmen, dass ein grosser Theil der paläozoischen Elasmobranchier den Holocephalen nahe stand, allenfalls mit den Stammformen sämtlicher Plagiostomen in Verbindung zu bringen ist. Für diese Alternativen sind dann natürlich die Hauptüberreste, die Zähne und Stacheln entscheidend, welche entweder sämtlichen, oder doch den meisten der ältesten Vertreter zukamen. Auch nach den stammesgeschichtlichen Auseinandersetzungen kamen wir zu der Annahme, dass ein grosser Theil den Holocephalen nahe verwandt war, beziehungsweise dass es Urformen der Elasmobranchi polyspondyli und der Plagiostomi cyclospondyli oder Palaeonotidani, die auch aus ihnen hervorgegangen sind, waren.

Die ersten Andeutungen der Elasmobranchi finden wir bekanntlich im Obersilur der Insel Ösel (Pander) und des *bone bed* der upper Ludlowrocks bei Ludlow in Gestalt von Stacheln, die dem *Onchus curvatus* (Pander) und dem *Onchus tenuistriatus* beziehungsweise *Murchisoni*¹⁾ zugeschrieben werden. Es sind kegelförmige, auf dem Querschnitt ovale, gebogene und längs gerippte Stacheln.

Die Stacheln der Haie sind im Wesentlichen glatt, nur die der Rochen speciell der *Trygones* sind mit Vorsprüngen versehen und gestreift. Es wäre also denkbar, da ausserdem die Stachelrochen mehr oder minder nackthäutig sind, dass diese obersilurischen Stacheln den Vorfahren derselben angehörten. Dem steht jedoch der Umstand entgegen, dass bei allen Plagiostomi tectospondyli ausge dehnte Verknöcherungen im Wirbelkörper vorhanden sind, die jedenfalls im fossilen Zustande in Spuren hätten nachweisbar sein müssen. Sonach kämen nur die mit Stacheln versehenen, nackthäutigen Elasmobranchier, die Holocephalen in Betracht, die ja zudem eine ungegliederte, im Wesentlichen aus Binde substanz bestehende Wirbelsäule besitzen. Es könnten die Vorläufer dieser Ordnung, beziehungsweise der der Plagiostomi diplospondyli, der Palaeonotidani, also Elasmobranchi polyspondyli gewesen sein, die sich in verschiedenen Formen, *Onchus sulcatus*, *plicatus*, *falcatus* etc.²⁾ bis in den Kohlenkalk hinein fortsetzten, dann aber ausstarben.

Nehmen wir nun mit den Palaeontologen an, dass *Onchus* die älteste Form der Elasmobranchi darstellt, so steht bei der gänzlichen Abwesenheit sonstiger Integument- und Skeletreste und in Anbetracht des Umstandes, dass die Holocephalen sowohl, wie die Palaeonotidani eine bindegewebige Wirbelsäule, überhaupt ein weiches Skelet besessen haben müssen, dass ferner die Holocephalen überwiegend nackthäutige Fische sind, nichts im Wege anzunehmen, dass dieselbe die Vertreter der Elasmobranchi polyspondyli, die Urknorpelische einschloss. In diesem Falle gewinnt aber die Form und der Bau der

1) Agassiz, Vol. 3, Taf. 1.

2) Agassiz, Vol. 3.

einzigem Ueberreste, der Stacheln, eine ganz besondere Bedeutung, und diese muss ihnen von vorne herein zugeschrieben werden, weil wir nach den neuesten Untersuchungen wissen, dass Stacheln, Schuppen und Zähne dieselben Bildungen sind, denselben Entwicklungsgang durchmachen, und weil wir somit, was wir von den Zähnen bereits wissen, auch für die Stacheln annehmen können, dass ausgeprägte Abweichungen in der Form und in dem Bau verwandtschaftliche Unterschiede bedingen und dass diejenigen Thiere, deren Stacheln wie die Zähne in Form und Zusammensetzung übereinstimmen, nahe mit einander verwandt, beziehungsweise auseinander hervorgegangen sind.

Die Stacheln aus dem Obersilur (*Onchus Murchisoni*, *tenuistriatus* und *curvatus*) zeigen auf der ganzen Oberfläche, mehr oder minder deutlich vorspringend, gleichmässige, einfache Längsrippen und mit dieser Gleichmässigkeit der äusseren Skulptur mag auch wohl die Einfachheit und Gleichmässigkeit des Querschnittes (**oval**) zusammenhängen, eine Einfachheit, auf die nicht genug die Aufmerksamkeit gelenkt werden kann. Diese Zusammensetzung und Form ist also als die primäre anzusehen, und das ist abermals wichtig in Hinblick auf die Stachelbildungen des Mundes, auf die Zähne. Sind Stacheln und Zähne, woran jetzt kaum Jemand zu zweifeln berechtigt wäre, homologe Bildungen, so müssen auch Form und Zusammensetzung im grossen Ganzen homolog sein und die primäre Form der Zähne würde demnach die kegelförmige sein, mit Falten und Riffen an der Oberfläche, die ihnen den Charakter des Zusammengesetzten aufprägen, und zwar müssen diese Riffe der Längsaxe des Zahnes parallel verlaufen. Vollkommen glatte, einfache, kegelförmige Zähne werden demnach als sekundäre Bildungen anzusehen sein. So ist es bei den Stacheln und das tritt am klarsten bei der Betrachtung von *Onchus* zu Tage. Betrachten wir die Stacheln desselben in späteren Erdperioden, so finden wir bei dem *Onchus semistriatus* aus dem Old Red (Southstonerock)¹⁾ eine abgeleitete Form insofern, als die Streifen und Riffe auf die eine Hälfte der Oberfläche beschränkt sind, während dagegen die andere glatt erscheint.

Damit sind nun aber die sekundären, abgeleiteten Stachelformen bei *Onchus* nicht abgeschlossen, sondern wir haben noch weitere, ungemein wichtige Umbildungen an denselben kennen zu lernen, die, wie es nicht anders sein kann, wenn es sich um sekundäre Merkmale handelt, allen Stacheln aus jüngeren Erdperioden anhaften. Diese betreffen den Verlauf der bei den primären Formen streng in der Längsrichtung verlaufenden Rippen. Bei *Onchus heterogyrus* aus dem Old Red der Umgebung von Petersburg²⁾ verlaufen dieselben nicht gerade, sondern gewunden und machen über einen Theil der Oberfläche des Stachels Spiraltouren.

In diesem Verhalten ist der Bau und die Zusammensetzung von Stacheln vorgebildet, welche in dem Kohlenkalke zahlreiche Vertreter haben, mit dem Devon beginnen und sich bis in die Trias des mesozoischen Zeitalters fortsetzen, um dann zu erlöschen. Es sind die mehr oder minder comprimierten Stacheln, welche keine Zähne besitzen nach Pietet³⁾ (*Oracanthus*, *Gyracanthus*, *Dimeracanthus*, *Nemacanthus*, *Leiacanthus*, *Haplacanthus*, *Narcodes*, *Naulas*, *Byssacanthus*, *Cosmacanthus*). Namentlich die Stacheln des *Gyracanthus* schliessen sich denen des *Onchus heterogyrus* an und in dem Verhalten dieser Form liegt dann auch der Schlüssel zum Verständniss der übrigen. Bei *Gyracanthus* vor allem verlaufen die Rippen der Stacheln in langgezogenen, parallelen Windungen über die ganze Oberfläche, allein gleichzeitig sehen wir, dass die einzelnen Riffe durch Kerben regelmässig getheilt und somit überall gezähnt erscheinen (*Gyracanthus obliquus*, M. Coy. aus dem Kohlenkalk von Moyheeland, Ir-

1) Agassiz, Vol. 3, Taf. I, Fig. 9.

2) Agassiz, poissons fossiles du vieux grés rouge. Taf. 33, Fig. 16—18.

3) Traité de paléontologie. Paris 1854.

land¹⁾ u. a.)²⁾. Dieses Auftreten sekundärer Kerben kann soweit gehen, dass die ursprünglichen Rippen entweder vollständig oder unvollständig in einzelne Vorragungen, Höcker, getheilt sind (*Oracanthus pustulosus*³⁾ und *Oracanthus Milleri*⁴⁾). Während nun aber *Oracanthus* mit den Höckern auf Stacheln mit spiralem Verlaufe der Rippen wie bei *Gyracanthus* zurückführt, sehen wir bei *Nemacanthus monilifer* und *filifer*⁵⁾ mittelst Formen wie *Naulas* und *Narcodes*⁶⁾ dieselben einen Anschluss gegen die ältesten Formen von *Onchus* erreichen. Bei ihnen finden sich streng längsverlaufende Rippen, allein an einzelnen Stellen des Stachels, wie bei *Nemacanthus* an der Spitze, sehen wir einen Zerfall in Höcker eintreten. Schliesslich zeigen sich dann aber noch die vollkommen glatten Stacheln, die sich ohne Zwang von *Onchus semistriatus* aus dem Old Red ableiten lassen und die dem *Haplacanthus* aus dem Devon⁷⁾ angehören, welcher sich nur durch eine vorspringende Leiste oder Kante an der Vorderseite auszeichnet, die wohl nichts weiter ist, als eine besonders stark entwickelte Längsrippe.

Mit diesen Aenderungen in der Skulptur der Flossenstacheln, die sich also, wie wir gesehen haben, vollkommen gut von der *Onchus* angehörigen ableiten lassen, ist nun aber auch eine wichtige Aenderung in der Form verbunden und auf diese haben wir jetzt unser Augenmerk zu richten. Das Oval des Querschnittes, welches den Stacheln von *Onchus* zukam, hört auf. Die reine Kegelform verliert sich also und sie werden auf dem Querschnitt entweder elliptisch (*Oracanthus*), oder einfach dreiseitig prismatisch mit hinterer Abflachung, beziehungsweise höhlenartiger Einziehung (*Gyracanthus*), oder dreiseitig prismatisch mit einer besonderen vorderen Erhebung, die mehr oder minder selbständig erscheinen kann (*Haplacanthus* aus dem Devon, *Nemacanthus* aus dem Kohlenkalk und der Trias).

Die dreiseitig prismatische Gestalt ist dabei unzweifelhaft als die primäre, die elliptische als die sekundäre anzusehen. Es geht das aus dem Vorkommen der Stacheln hervor, indem ja *Haplacanthus* dem Devon angehört, während die anderen jünger sind. Dabei haben wir gesehen, dass die Skulptur der Oberfläche des Flossenstachels von *Oracanthus* sich von dem des *Gyracanthus* ableiten lässt und es entspricht ja auch die vordere Spitze der Ellipse der vorderen Kante des *Gyracanthus*stachels. Somit hätten wir also in diesen aus *Onchus* abgeleiteten Formen nur zwei Typen, den älteren mit vorderer, abgeschnürter Leiste (*Haplacanthus*, *Nemacanthus*), den jüngeren mit einfacher vorderer Kante (*Gyracanthus* und *Oracanthus*) zu unterscheiden.

Haben wir nun angenommen, dass im *Onchus* die Vertreter der *Elasmobranchi polyspondyli*, die mit dem Obersilur beginnen, zu suchen sind, so haben wir naturgemäss in den beiden abgeleiteten Typen die ältesten Vertreter der *Holocephalen* und der *Plagiostomi diplospondyli* oder *Palaeonotidani* zu vermuthen, und zwar müssen die der *Holocephali* in *Haplacanthus* und *Nemacanthus*, die der *Palaeonotidani* in *Gyracanthus* und *Oracanthus* zu finden sein, weil erstere älter, der Stammform näher stehen, während die *Palaeonotidani* jünger erscheinen. Sehen wir zu, ob sich das bestätigt.

Eine einfache Betrachtung eines Flossenstachels von *Chimaera monstrosa* oder einer Abbildung desselben auf dem Querschnitt⁸⁾ zeigt es. Wir finden bei den jetzt lebenden *Holocephalen* eine Flos-

1) Römer, *Lethaea palaeozoica* Atlas. Taf. 48.

2) Agassiz, Vol. 3, Taf. 1a.

3) Agassiz, Vol. 3, Taf. 2.

4) Agassiz, Vol. 3, Taf. 3.

5) Agassiz, Vol. 3, Taf. 7.

6) Agassiz, *poissons du vieux grés rouge*.

7) Agassiz, *poissons fossiles du vieux grés rouge*. Taf. 33.

8) Agassiz, Vol. 3, Taf. C, Fig. 5.

senstachelform, wie sie dem älteren Typus paläozoischer Flossenstacheln eigenthümlich ist, eine selbständige vordere Kante, die gleichsam abgeschmürt oder abgefurcht erscheint, während das bei den jüngeren nicht der Fall ist. Nehmen wir dann ferner einen Flossenstachel von *Spinax*, so sehen wir freilich eine vordere Kante, allein unselbständig wie bei *Gyraacanthus* und so sind wir wohl berechtigt, den jüngeren Typus mit den Urformen der Haie und Rochen, den *Palaeonotidani* in Verbindung zu bringen.

Nachdem wir nun diese feste paläontologische Unterlage gewonnen haben, so fragt es sich, durch welche Verbindungsglieder die zu den zahlosen gerechneten und bisher behandelten Flossenstacheln paläozoischer Elasmobranchier mit den mit ausgeprägter Bezahnung versehenen Stacheln jetzt lebender Holocephalen einerseits und Plagiostomen (*Trygones*) andererseits verknüpft sind, und da zeigt sich bei sorgfältiger Berücksichtigung paläontologischer Funde, dass dieselben in den mehr oder minder comprimierten, gezähnten, oder mit Dornen versehenen Flossenstacheln nach *Pictet*¹⁾ zu suchen sind. Ja es lässt sich paläontologisch nachweisen, dass auch die glatten Stacheln jetzt lebender Haie aus gezähnten Stacheln sich hervorgebildet haben, gerade so gut wie die der Holocephalen und Rochen, dass somit die jüngeren *Palaeonotidani* wenn auch nicht alle, so doch zum grossen Theile Zahnflossenstacheln besessen haben.

Die aufgeführten Formen sind *Leptacanthus*, *Homacanthus*, *Asteracanthus*, *Priscaacanthus*, *Myriacanthus*, *Ctenacanthus*, *Tristychius*, *Asteroptychius*, *Physonemus*, *Ptychacanthus*, *Sphenacanthus*, *Platycanthus*, *Dipriacanthus*, *Erismacanthus*, *Climacanthus*, *Parexus*, *Odontacanthus*.

Wie die bei den aus *Onchus* direkt abgeleiteten Formen auftretende, vordere Kante aus dem vorragenden Wachsthum eines Längsriffes bei Umwandlung oder Rückbildung der übrigen entstanden gedacht werden kann, gerade so kann man sich das Auftreten der charakteristischen Zähnelungen durch übermässiges Wachsthum der durch die Einkerbung der Längsleisten entstandenen Höcker an bestimmten Stellen der Oberfläche entstanden denken, ob diese Zähne in einer oder in zwei Reihen angeordnet auftreten, ist gleichgültig. Diese Ansicht wird um so mehr richtig sein, wenn die Gesamtform dieser neu sich bildenden Stacheln dieselbe bleibt, denn nur dann, wenn neue Struktur- und Skulpturverhältnisse auftreten, kann man eine Aenderung der Form erwarten, während, wenn die neuen Erscheinungen sich aus den alten hervorbilden, die Formen aller Wahrscheinlichkeit nach bleiben. So ist es in der That, und wenn wir die Reihe der gezähnten Stacheln, die vorhin aufgeführt wurden, durchgehen, so stellen sich auch hier zwei Formtypen dar, die genau an die früher erwähnten sich anschliessen, ein älterer mit selbständiger oder nahezu selbständiger Vorderleiste und einer, bei welchem die Selbständigkeit der vorderen Kante nicht vorhanden ist. Ersterer beginnt mit *Asteracanthus*²⁾, bei dem die Stacheln über die ganze Oberfläche vertheilt sind und setzt sich in ausgeprägter Weise bei *Myriacanthus*³⁾, wo bereits die seitlichen Stacheln kleiner werden, die hinteren Reihen sich dagegen noch stärker ausbilden, fort und findet seine besondere Entfaltung in *Priscaacanthus*, namentlich aber in *Tristychius*⁴⁾. Alle diese Formen sind demnach meiner Ansicht nach jüngeren Holocephalen zuzurechnen, welche sich mit *Asteracanthus* bis in den mittleren Jura hinein erstreckten und von denen *Tristychius* in seiner Form sich am meisten an unsere jetzt lebende *Chimaera* anschloss. Dieses Emporragen der jüngeren Holocephalen bis zum mittleren Jura ist um desswillen interessant, weil erst mit dem frühen mesozoischen Zeitalter, mit

1) l. c.

2) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 8.

3) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 6.

4) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 1 a.

dem Lias, die von den Palaeontologen als unzweifelhafte Holocephalen betrachteten Formen, Ischyodon, Ganodus, Elasmodus, Psaliodus und Edaphodon anheben, um mit der jetzigen Erdperiode in Chimaera und Callorhynchus zu enden. Somit haben wir eine ununterbrochene Holocephalenreihe vom Devon bis in die Jetztzeit.

Ctenacanthus¹⁾, Ptychacanthus²⁾, Leptacanthus³⁾, Homacanthus, Climatius⁴⁾, deren Form sich an den jüngeren Typus anschliesst, sind dann als jüngere Palaeonotidani zu betrachten, die mit dem unteren Jura aufhören.

Die Flossenstacheln sind nun aber durchaus nicht die einzigen Ueberreste der Elasmobranchier, welche erhalten sind, es sind auch die Zähne und zwar in reichlicher Anzahl.

Es fragt sich nun, ob wir unter diesen Zähnen im Stande sind, Formen zu finden, die wir den Holocephalen zuschreiben müssen, welche ja bekanntermaassen Zahnplatten besitzen. Ich meine, es sind vor allem die Zähne der Psammodonten, die ja zuerst aus dem Kohlenkalke beschrieben werden, auf welche wir unsere Aufmerksamkeit zu lenken haben. Diese Annahme der Zugehörigkeit der Psammodonten zu den Holocephalen ist durchaus nicht neu und findet sich unter Anderem auch bei *Quenstedt*⁵⁾, allein das Interessante ist, dass sie ganz allmählig zu anderen Zahnformen hinleiten, die somit auch den Holocephalen zuzuschreiben sind, und da liegt wohl die Hoffnung nahe, weil das Vorkommen in den Erdschichten zu suchen, in denen auch Flossenstacheln dieser Thiere zu finden sind, dass über kurz oder lang einmal die beiden wichtigen Elemente zusammen entdeckt werden. *Psammodus subteres*⁶⁾ leitet zum Beispiel zu *Petalodus acuminatus*⁷⁾, *Psammodus gibberulus*⁸⁾ zu *Ctenodus*⁹⁾, *Psammodus turgidus*¹⁰⁾ zu *Helodus*¹¹⁾ über.

Eine ganz andere Reihe von Zähnen auch der Zusammensetzung nach beginnt mit *Pristiocladodus* im Culm¹²⁾ und setzt sich fort im Kohlenkalk¹³⁾ mit *Pristiocladodus dentatus* (*M. Coy*), mit *Cladodus lamnoides* (*Newberry*), mit *Orodus ramosus* (*Agassiz*) und mit *Ctenoptychius apicalis* (*Agassiz*). Von vorne herein muss man nach dem vorhin Auseinandergesetzten annehmen, dass die Zähne den Palaeonotidani zuzurechnen sind, wenn auch bei ihnen die Zugehörigkeit zu Stacheln nicht nachweisbar ist.

Die Annahme ist richtig und statthaft in dem Augenblicke, wo der Nachweis gelingt, dass bei den Nachkommen der Palaeonotidani, den jetzt lebenden Grauhaien, resp. deren ausgestorbenen nächsten Verwandten (*Notidanus primigenius*) Zähne vorkommen, die den so eben aufgeführten gleichen, und ich glaube, dass dieser Nachweis nicht unschwer zu führen ist.

Es wäre zunächst vorauszuschicken, dass die vorderen Zähne im Kiefer allemal die älteren, die hinteren dagegen die jüngeren sind, oder ins Morphologische übersetzt, die vorderen Zähne sind das

1) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 3.

2) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 5.

3) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 7.

4) *Agassiz*, poissons fossiles du vieux grés rouge Taf. 33.

5) l. c.

6) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 12.

7) *Römer*, *Lethaea palaeozoica*. Taf. 48.

8) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 12.

9) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 19.

10) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 15.

11) *Agassiz*, Vol. 3, Taf. 19.

12) *Römer*, l. c. Taf. 38.

13) *Römer*, l. c. Taf. 48.

früheste Erbtheil, die hinteren das spätere. Daraus folgt dann weiter, dass die Form der vorderen Zähne als die primäre, die der hinteren als die sekundäre anzusehen ist. Die Gestaltung der Zähne in beiden Kiefern ist bei den Grauhaien bekanntermaassen ¹⁾ eine ausserordentlich verschiedene. Vorne finden sich spitzzackige Zähne mit vorragender Mittelspitze und Seitenzacken, nach hinten zu werden dieselben kammförmig, um in den Mundwinkeln pflasterförmig mit geringer mittlerer Erhebung zu enden. Somit dürfen wir auch wohl voraussetzen, dass die Bezahlung der Palaeonotidani eine wechselnde gewesen ist, von Formen, die zwischen *Pristichadodus*, beziehungsweise *Cladodus* bis zu *Orodus* schwanken.

Die vordersten Zähne des Oberkiefers bei den Grauhaien sind schlank, mit einfacher, etwas gebogener Spitze, die des Unterkiefers dagegen besitzen eine Mittelspitze und während der apex derselben glatt ist, so treten gegen die Basis hin Nebenzacken auf. Betrachten wir nun die fossilen Zähne, so finden wir, dass die ältesten, des *Pristichadodus*, annähernd eine solche Form besitzen mit glatter Spitze und gezahnter Basis, dann treten Zähne auf von *Cladodus lamnoides*, die den mittleren Oberkieferzähnen der Notidaniden gleichen, dann solche von *Ctenoptychius*, die grosse Aehnlichkeit mit den hinteren Oberkieferzähnen (niedrige Mittelspitze, viele Seitenzacken) der Grauhaie haben und schliesslich haben wir in *Orodus* Zähnen Formen, die lebhaft an die hinteren Kieferzähne erinnern. Nehmen wir nun auch an, dass immer nur eine Zahnform bei den paläozoischen Thieren ausgebildet war, so sind sie darum doch den Palaeonotidani zuzurechnen, weil wir bei jetzt lebenden Grauhaien als Erbtheil ihrer Vorfahren noch alle Zahnformen vertreten sehen, immer aber muss die dreiseitige Form (Mittelspitze auf breiter Basis) die primäre sein, was einmal mit den paläontologischen Thatsachen übereinstimmt, zweitens aber auch mit der Thatsache, dass solche Zähne vorn im Kiefer bei Grauhaien vorhanden sind.

Habe ich nun so auf Grund auch der paläontologischen Thatsachen die Ordnung der Holocephalen und der Palaeonotidani und ihren Zusammenhang mit den ältesten Vertretern der Subklasse der Elasmobranchi polyspondyli bestimmt, so habe ich in derselben Weise die Ableitungen der Plagiostomi cyclo-, tecto- und asterospondyli paläontologisch zu begründen.

Was zunächst die Plagiostomi cyclospandyli betrifft, die ja nach meiner Auffassung die ältesten sind, so ist es bei der Natur der Skeletbestandtheile und im Besonderen der Wirbelsäule, namentlich des *Laemargus* und *Echinorhinus* leicht begreiflich, dass Wirbelreste solcher Thiere überhaupt nicht vorhanden sind, selbst nicht einmal in Abdrücken. Es ist aber auch nicht wunderbar, wenn selbst von *Spinax* Wirbel oder gar Skeletbruchstücke fossil zu den grössten Seltenheiten gehören, weil der einzige feste Wirbelbestandtheil, der centrale Doppelkegel ausserordentlich schwach ist. Somit habe ich für meine Person auch keinen Wirbel aus älteren Perioden als der neozoischen gefunden und das Wirbelbruchstück (*Spinax major*), welches *Agassiz* ²⁾ aus der Kreide abbildet und beschreibt, bildet einen einzig dastehenden Fund aus älterer Zeit. Daraus nun aber schliessen zu wollen, die Plagiostomi cyclospandyli seien paläontologisch jüngeren Datums, wäre durchaus falsch. Freilich bieten die Zähne gegenüber denen der asterospondyli, beziehungsweise der tectospondyli keine auffallenden, besonderen Eigenthümlichkeiten, wenn es nicht später eingehenden histologischen Forschungen gelingen sollte, solche dennoch festzustellen, dafür aber haben wir die Flossenstacheln neben den Placoidschuppen, welche Letztere jedoch nichts Besonderes zeigen. Sie sind aus dem Pläner, also der Kreide Böhmens, als *Acanthias rotundatus*, *marginatus* und *major* beschrieben worden.

Die Stacheln unserer jetzt lebenden Dornhaie sind wenig gekrümmt und kurz. Hinten besitzen

1) J. Müller und J. Henle, System der Plagiostomen Taf.

2) *Agassiz* Vol. 3 Taf. 10b.

sie zwei scharfe Kanten und eine breite Furche, vorne sind sie dagegen scharfkantig, also einfach dreiseitig prismatisch, ein ungemein wichtiger Umstand.

Die fossilen Stacheln werden entweder glatt oder als mit feinen Längs- und Schrägstreifen versehen beschrieben und abgebildet¹⁾. Letzteres Merkmal halte ich ebenfalls für ganz ausserordentlich bedeutsam, insofern als wir die Stammeltern einmal unter den Trägern derjenigen Flossenstacheln zu suchen haben, die wie *Gyracanthus* unter den älteren Palaeonotidanen einfache, dreiseitig prismatische Stacheln besaßen, und dann unter solchen, deren Dornen längs und schräg gestreift erschienen, sei es nun, dass diese Streifung auf der ganzen oder nur auf einem Theile der Oberfläche vorhanden war. Eine solche Form haben wir im *Climatius*²⁾ aus dem Kohlenkalk von Baldrudery, der von Pietet³⁾ unter die Formen mit gezähnten Stacheln gerechnet wird. Bei *Climatius* ist nur die Basis schräg gestreift, somit überwiegen die einfachen Längsstreifen und das weist darauf hin, dass *Climatius*, der älteste unter den Plagiostomi cyclospodyli, nicht einfach von *Gyracanthus* mit gewundenen Längsrippen herzuleiten ist, sondern von einem Palaeonotidanen, welcher bedeutend älter durch einfache Längsstreifung seiner Flossenstachel sich unmittelbar von *Onchus*, etwa *Onchus tenuistriatus* aus dem Silur herleitete. Es müssen also die ältesten Plagiostomi cyclospodyli, wie ich es auch stammesgeschichtlich im vorigen Capitel gefolgert habe, von den ältesten Palaeonotidanen abstammen.

Bezüglich der Zähne bietet nur *Echinorhinus*, was freilich bei dem hohen Alter der Form von ganz besonderer Wichtigkeit ist, einen Zusammenhang mit den Notidanen dar, insofern, und das spricht abermals für das Alter der cyclospodyli, die Zähne Aehnlichkeit mit denen aus der Mitte des Unterkiefers der Grauhäie, die ja, wie wir gesehen haben, wieder an *Pristicladodus* anschliessen, haben. Somit könnte *Pristicladodus* aus dem Devon die älteste Stammform der Plagiostomi cyclospodyli unter den Palaeonotidanen sein.

Während nun die paläontologischen Thatsachen für die Stammesgeschichte der Plagiostomi cyclospodyli nur ausserordentlich spärlich fliessen, so bieten sie eine grosse Fülle bezüglich der Plagiostomi tectospondyli, und sie zeigen auf das Klarste das ungemein hohe Alter dieser Unterordnung an.

Pleuracanthus ist schon lange mit den Rochen in Verbindung gebracht, und dasselbe gilt für *Ptychodus*, allein in sehr bestrittener Weise. Unzweifelhafte Reste der so eigenartigen Rochen sind, abgesehen von den jüngsten tertiären Schichten, nur im Lias und im Oberen Jura gefunden und auch die der *Squalorajae*, namentlich aus dem Oberen Jura, sind immer nur vereinzelt geblieben, was bei der grossen Zahl jetzt lebender Vertreter einigermaassen überraschen muss.

Ich habe bereits hervorgehoben, dass mir das Material an lebenden Rochen spärlicher zugeflossen ist als aus den anderen Gruppen, und dass somit meine morphologischen und stammesgeschichtlichen Erörterungen vielleicht bedeutende Lücken aufweisen, allein ich habe Hairochen und eigentliche Rochen in allen Schichten bis zum mittleren Jura herunter in ungemein reicher Zahl gefunden und zwar alles Formen, die sich leicht auf die jetzt lebenden zurückführen lassen, ja vielfach mit ihnen identisch sind, und das ist ja auch bei der ungemein geringen Variabilität in der äusseren Gestalt, die bei den eigentlichen Rochen ein Kreuz für die Systematiker ist, gar nicht zu verwundern. Es beweist nun aber diese Thatsache, dass speciell die Gruppen der Rochen ungemein frühzeitig sich gefestigt haben, und dass sie, worauf auch der Bau ihrer Wirbelsäule hinweist, sich ausserordentlich früh aus den Haien entwickelten, dass also die Plagiostomi tectospondyli nächst den cyclospodyli die ältesten sind.

1) Agassiz Vol. 3, Taf. 10b, Fig. 11, 12, 13.

2) Agassiz, Poissons fossiles du vieux grès rouge. Taf. 33, Fig. 25.

3) l. c.

Da nun, wie erwähnt, die Flossenstacheln von *Pleuracanthus*¹⁾ von allen Paläontologen in Folge ihrer entschiedenen Aehnlichkeit mit denen der *Trygones* mit Rochen in Verbindung gebracht sind, so wäre zunächst auf die allgemeinen Merkmale derselben näher einzugehen. Es schliessen sich ihnen ja ausser einigen anderen *Aulacanthus* und *Orthacanthus* an, und so lässt sich die Reihe bis zum Devon hinunter verfolgen.

Die Flossenstacheln sind von vorne nach hinten comprimirt, also auf dem Querschnitt queroval und an der Seite mit Stachelreihen besetzt, jedoch zeigt sich in dieser Beziehung ein Unterschied. Während z. B. *Pleuracanthus laevis* stark abgeplattet erscheint und wie die jetzt lebenden Stachelrochen die Zähne ganz seitlich trägt, sieht man bei *Orthacanthus cylindricus*, dass die Abplattung weniger weit vorgeschritten ist, dass die Stachelreihen mehr nach hinten zu liegen kommen. Das Verhältniss bei *Orthacanthus* ist als das ältere anzusehen, das des *Pleuracanthus* als das secundäre, weil, wie die lebenden Formen lehren, die Abplattung zunimmt und dann weil die Gestalt des Flossenstachels bei *Orthacanthus* sich vielmehr der dreispitzig prismatischen Flossenstacheln der Haie nähert. Fragen wir nun, an welche Stachelform *Orthacanthus* zunächst anschliesst, so finden wir unter den jüngeren Palaeonotidaniden *Sphenacanthus*²⁾. Diesem Zusammenhange widersprechen auch nicht die an den Flossenstacheln auftretenden Längsrippen, die jedoch nicht spiralgig gewunden sind, sondern etwas gebogen verlaufen, auch nicht streng parallelen Verlauf zeigen, sondern unter einander Anastomosen eingehen. Auf diesen Umstand hat man besonderen Werth zu legen, denn wir kennen unter den Palaeonotidaniden zugerechneten Formen eine, die mit *Oracanthus* und *Gyracanthus* auf einer Stufe steht, *Byssacanthus*³⁾, und diese schliesst sich unmittelbar an *Onchus* an. Bei diesem zeigt sich eine ähnliche Skulptur der Oberfläche. Von *Onchus* ist es *heterogyrus*, der sich anschliesst, mehr wie *Onchus tennistriatus*. Da ersterer des gewundenen Verlaufes der Rippen halber jünger ist als letzterer, welcher ja mit den Stammformen der *Plagiostomi cyclospondyli* zusammenzubringen war, so zeigt sich auch darin die Stellung der *tectospondyli* als nächstälteste Unterordnung.

Es lässt sich also, meine ich, paläontologisch bestätigen, und ich glaube eine mikroskopische Analyse der Flossenstacheln, welche von den hier entwickelten Gesichtspunkten ausginge, würde weitere Beweise liefern, dass die *Plagiostomi cyclo-* und *tectospondyli* gemeinsamen Ursprunges in den Palaeonotidanen wurzeln, und dass, da die *Pleuracanthiden* und Verwandte nicht weit über die paläozoische Periode hinausragen, der Charakter der Rochen sich schon sehr frühzeitig in der mesozoischen Periode oder noch früher ausgeprägt haben wird, um vom Jura angefangen in den Formen sich fortzusetzen, wie wir sie noch heute auftreten sehen.

Dass diese Umwandlung der Haie in Rochen wirklich während der spätpaläozoischen Periode (*Dyas*), beziehungsweise zur frühmesozoischen (*Trias*) stattgefunden hat, dass ferner wirklich die Rochen aus Haien hervorgegangen sind, und dass somit die *Pleuracanthiden* Haie waren, das geht ebenfalls aus paläontologischen Thatsachen hervor und dafür ist *Xenacanthus*⁴⁾, *Janassa* und *Squaloraja polyspondyla*⁵⁾ ein Beweis, wovon der erste aus dem Rothliegenden, der zweite aus dem Zechstein, der dritte aus dem Lias stammt.

Xenacanthus ist bis auf den Schwanz in den allgemeinen Umrissen sowohl, wie in einzelnen

1) Agassiz Vol. 3, Taf. 45.

2) Agassiz Vol. 3, Taf. I.

3) Agassiz, Poissons fossiles du vieux grés rouge, Taf. 33.

4) Römer, Lethaea palaeozoica, Taf. 57

5) Agassiz Vol. 3, Taf. 42 u. 43.

Skelettheilen, theils Rippen, theils Extremitätenstücke, erhalten, und es wäre demnach eine mikroskopische Analyse der Gewebe nicht allein leicht auszuführen, sondern auch von der allergrössten Wichtigkeit. Bereits von den Paläontologen wurde die grosse Aehnlichkeit mit den Squatinae hervorgehoben, und Pietet¹⁾ zählt das Thier geradezu zu den Meerengeln. Jedenfalls haben wir es mit einer Haiform zu thun, bei welcher sich die Gestalt der Rochen auszubilden beginnt, und die namentlich mit Rücksicht auf den Stachel auf die Stachelrochen hinweist. Auch die Zähne, welche Agassiz als dem Diplodus²⁾ zugehörig aufführt, erscheinen mir im höchsten Grade der Beachtung werth. Sie sind mehrhöckerig, allein die Mittelspitze ist in der Entwicklung zurückgeblieben. Die Nebenzacken sind dafür aber sehr stark ausgebildet, ausserdem fein gezähnt und nähern sich in ihrer mikroskopischen Struktur denen des Sphenonchus³⁾. Dieser gehört dem unteren Lias an und besitzt eine Mittelzacke, die sich auf breiter Basis erhebt, ohne Nebenzacken. Die Zähne des Diplodus, welche bis ins Kohlengebirge hinein vorkommen, weisen auf eine Existenz der Hairochen bis in diese Periode zurück und weiter auf eine Fortsetzung zusammengehörender Formen bis in den unteren Jura, wenn man, und dazu bin ich im höchsten Grade geneigt, von der Ansicht ausgeht, dass, wenn Zähne trotz äusserer Formverschiedenheit die gleiche Struktur besitzen, die Träger derselben nahe verwandt sind. In diesem Falle muss Sphenonchus mit Xenacanthus directe Verwandtschaft haben. Damit wäre dann aber auch von paläontologischer Seite die Stellung der Pristiophoridae bei den Hairochen im höchsten Grade gestützt, denn wir wissen, dass sich die Zähne bei diesen Thieren auf einer ungemein breiten Basis erheben. Die Zähne des Xenacanthus haben nun aber auch, wie Agassiz bereits hervorgehoben hat, eine allgemeine Formähnlichkeit mit denen der Hybodonten, und da diese unzweifelhaft mit den Zähnen von Notidaniden auf das Engste zusammenhängen, so liegt darin ein weiteres paläontologisches Moment die Xenacanthi von den Palaeonotidani herzuleiten. Immerhin wäre es aber, wie ich bereits hervorgehoben habe, dringend nothwendig, die mikroskopische Untersuchung der Ueberreste des Xenacanthus vorzunehmen. Auch Janassa, welche eine Anordnung der Zähne wie die Myliobatiden zeigt, beweist, dass die Rochen von Haien herkommen, denn ihre Haut war mit Placoidschuppen bedeckt und die allgemeine Körperform bildete einen Uebergang zu den Haien.

Nehmen wir dann noch *Squaloraja polyspondyla* aus dem Lias hinzu, welche leider ebenfalls noch nicht mikroskopisch untersucht worden ist, aber in den allgemeinen Formverhältnissen am meisten Pristiophorus entspricht, und ferner bezüglich des Schwanzstachels an *Myliobates*, bezüglich der Brustflossen an *Rhinobatus* erinnert, so dürfen wir wohl aus allen diesen paläontologischen Thatsachen den Schluss ziehen, dass die ältesten Plagiostomi tectospondyli vom Devon angefangen bis zum unteren Jura mit seitlich gezähnten Rückenstacheln versehen Haie waren, welche von den Palaeonotidani abstammen. Wir dürfen aber weiter aus diesen Thatsachen schliessen, dass die ältesten Formen, *Xenacanthus*, *Squaloraja* und *Janassa* sich bis in die neueste Zeit in *Squatina*, in die *Squatinorajae* und in *Pristiophorus* fortsetzten, und dass die Scheidung in diese Formen mit dem Oberen Jura vollendet war. Für die Trennung der *Squatinorajae* und der *Pristiophori* ist namentlich *Squaloraja polyspondyla*, die alle Merkmale derselben vereinigt zu haben scheint, wichtig. Ausserdem steht dann der Ableitung der *Squatorajae* von den *Pleuracanthi*, namentlich mit Rücksicht auf die Flossenstacheln Nichts entgegen und von diesen sind dann die eigentlichen Rochen abzuleiten, unter denen wieder paläontologisch betrachtet hinsichtlich der Flossenstachel, der Bezahnung und der Placoidschuppen die *Trygones* als

1) l. c.

2) Agassiz Vol. 3, Taf. 22b. — Romer *Lethaea palaeozoica*, Taf. 57.

3) Agassiz Vol. 3, Taf. 22a.

älter angesehen werden müssen, gegenüber den Rajae. Ferner steht von paläontologischer Seite der Ableitung der Torpedines von den Rajae Nichts entgegen, denn während Rajae bereits im Oberen Jura deutlich nachweisbar sind, finden sich Torpedines erst in den jüngeren, neozoischen Schichten der Tertiärformation.

Was dann die letzte Unterordnung, die Plagiostomi asterospondyli, betrifft, so haben wir für deren Zusammengehörigkeit sowohl, wie für die Abstammung derselben ganz ausgezeichnete paläontologische Beweise, welche besser und klarer vor Augen liegen, als für die beiden anderen. Das kann ja auch nicht Wunder nehmen, da wir es mit der jüngsten und somit auch schärfer ausgeprägten Unterordnung zu thun haben. Nichts ist leichter als an der Hand der Paläontologie den Nachweis zu führen, dass die zu ihr gehörenden Thiere auf das Innigste mit den Notidani zusammenhängen, dass demnach die Palaeonotidani die Vorläufer der Plagiostomi asterospondyli sind, ja es lässt sich sogar mit ziemlicher Bestimmtheit sagen, zu welcher Zeit sich dieselben von den Stammformen der Palaeonotidani getrennt haben. Es fand das später statt, als bei den Plagiostomi cyclospandyli, welche mit *Climacium* und nach dem Auftreten von *Pristicladodus* zur Zeit des Devon und des Kohlenkalkes, jedenfalls schon zur Zeit des Rothen Toddliegenden getrennt waren und wie bei den Plagiostomi tectospondyli, die sich wohl schon zur Zeit des Devon mit *Pleuracanthus* gefestigt hatten. Die vollständige Abtrennung ist in der spätesten paläozoischen Periode, der des Zechsteins zu suchen, denn von dieser Zeit angefangen sehen wir die ältesten Formen derselben, bei allmähligem Verschwinden der Stammformen immer zahlreicher auftreten, während sie zur Zeit der Steinkohlenformation immer nur vereinzelt vorkommen.

Es sind die Hybodonten und die mit ihnen verwandten Strophodonten, welche Letztere sich erst im Keuper geltend machen. Diese Formen dauern bis in den Jura. Von Agassiz angefangen bis in die Neuzeit ist unter den Paläontologen kaum ein Zweifel gewesen, dass vor allen Dingen die Hybodonten mit den jetzt lebenden Scyllien auf das Innigste zusammenhängen, so dass, wie Quenstedt¹⁾ sich unter Anderem ausdrückt, sich zwischen den Zähnen der Scyllien und der Hybodonten Uebergänge finden. Das aber nicht allein, es wird auch ganz besonders hervorgehoben, dass die Uebergänge der Zähne gegen solche wie die der Cestracionten so allmähliche seien, dass eine scharfe Trennung nicht möglich und nimmt man dazu dann noch den Umstand, dass auch solche Uebergänge zwischen *Strophodus* und *Cestracion* behauptet werden, so ist für die Paläontologie die Zusammengehörigkeit der Scyllien der Zoologen, meinen *Scyllia* und *Scylliolamidae*, und der Aerodonten mehr oder minder eine feststehende Thatsache. Mit der Annahme allmählicher Uebergänge ist dann ferner mehr oder minder bewusst nicht bloß die Verwandtschaft, sondern auch der Uebergang der einen Form in die andere, mit anderen Worten das Entstehen der einen aus der anderen, damit auch die Richtigkeit der Darwin'schen Theorie zugegeben, und logischer Weise müsste dann die Evolutionstheorie, die man für eine Thierabtheilung in den allerverschiedensten Erdperioden nicht leugnen kann, auf alle anderen angewandt und geprüft werden. Jedenfalls sollte man die Richtigkeit des Darwin'schen Principes so lange anerkennen, als nicht überall die strikten Beweise für das Gegentheil erbracht worden sind. Das ist auf dem hier von mir behandelten Gebiete durchaus unmöglich.

Die Ueberreste, welche wir von den Hybodonten kennen, sind ausser den leider nicht genau untersuchten, überaus wichtigen Placoidschuppen die Zähne und Flossenstacheln, und da bei *Hybodus*

1) l. c.

reticulatus¹⁾ und minor²⁾ Zähne und Flossenstacheln zusammen gefunden worden sind, so haben wir damit eine recht gesicherte, paläontologische Basis.

Die Flossenstacheln der beiden Rückenflossen, die dieselben wie alle Plagiostomi asterospondyli besaßen, sind leicht gebogen, mit starker Basis, Längsrippen und an dem Hinterrande zwei Stachelreihen. Die Stacheln, welche ihnen meiner Ansicht nach in der Form und im äusseren Aussehen am nächsten stehen, gehören vor Allem den Geschlechtern *Ptychacanthus*³⁾, *Leptacanthus*⁴⁾ und *Homonacanthus*⁵⁾ an, und diese sind ja namentlich im Kohlenkalk und im Zechstein zu finden. Diese hingen dann wieder mit zahnlosen Flossenstacheln der älteren Perioden zusammen, welche, *Onchus* nahe stehend, einfache Längsrippen zeigen und welche wir alle den *Palaeonotidani* zugezählt haben. Darauf weist auch, wie erwähnt, aufs Klarste die Form der Zähne hin.

Die Zähne des *Hybodus reticulatus*⁶⁾, der ältesten Form aus dem Lias, besitzen eine stärker vorragende konische Zacke, welche oftmals als Mittelspitze erscheint, oft dagegen auch nicht, und dem entsprechend ist die Zahl der Nebenzacken entweder auf beiden Seiten gleich oder ungleich, zwei oder drei. An der Basis der Zacken zeigt sich eine Cannelirung. Bei einzelnen Formen, *Hybodus polyprion*⁷⁾, sind sogar die Nebenzacken auf die Mittelzacke gerückt, bei anderen (*Hybodus crossiconus*)⁸⁾ zeigen die Zähne wiederum nur eine Nebenzacke auf jeder Seite, anderen fehlen sogar auch diese und es zeigt sich ein einfacher Spitzenzahn. Diese Beiden stammen aus dem unteren Jura (Stonesfield). Bei *Hybodus medius* aus dem Lias (*Lyme regis*)⁹⁾ zeigt sich der Zahn als niedrige, dreieckige Erhebung, ohne Nebenzacken und mit einer bis an die Spitze gehenden Cannelirung. Dagegen zeigt *Hybodus plicatilis*¹⁰⁾ aus der Trias (Muschelkalk) an den Zähnen, die wie bei *reticulatus* gebaut sind, statt regelmässiger Streifung gewundene. Die Gesamtförmung der Zähne der älteren Formen erinnert, wenn man von der Furchung absieht, im höchsten Grade an die der jetzt lebenden *Notidani*. Diese Furchung tritt aber wieder auf bei *Cladodus*¹¹⁾ und die Zahnform ist im Wesentlichen dieselbe. *Cladodus mirabilis*¹²⁾ zeigt Zähne wie *Hybodus reticulatus* mit Mittelspitze, und *Cladodus striatus* und *marginatus*¹³⁾ bietet in der Faltung die grösste Ähnlichkeit mit *Hybodus plicatilis*. Dass aber auch Furchungen bei den ausgestorbenen eigentlichen *Notidani* nicht fehlten und die Stammformen sie somit gehabt haben müssen, das zeigt die Abbildung von *Agassiz*¹⁴⁾ von *Notidamus microdon*. Man wird also nicht fehl gehen, wenn man *Cladodus* als eine Vorform der *Hybodonten* betrachtet und sie den *Palaeonotidani* zuzählt. Wie *Cladodus lamnoides*¹⁵⁾ zeigt, besitzen dieselben auch Zähne ohne Furchen mit gerader, langer Mittelspitze und je zwei kleinen Nebenzacken. Die Hoffnung ist dabei gewiss nicht anzugeben, dass sich auch einmal zu diesen Zähnen die Stacheln finden werden.

1) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 9, 22a.

2) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 8b, 23.

3) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 5.

4) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 7.

5) *Agassiz*, Poissons fossiles du vieux grès rouge, Taf. 33.

6) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 22a.

7) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 23.

8) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 23, Fig. 25.

9) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 24.

10) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 24.

11) *Römer*, Lethaea palaeozoica, Taf. 48.

12) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 22b.

13) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 22b.

14) *Agassiz* Vol. 3, Taf. 36, Fig. 3a.

15) *Römer*, Lethaea palaeozoica, Taf. 48, Fig. 9.

Allein nicht blos *Cladodus* wird in verwandtschaftliche Beziehungen zu *Hybodus* zu bringen sein, sondern man muss auch annehmen, dass *Ctenoptychius*¹⁾ mit ihnen zusammenhängt und diese Form weist ja wieder auf *Pristicladodus* zurück, von dem ich angenommen habe, dass derselbe mit den *Plagiostomi cyclospandyli* in stammesgeschichtlichem Zusammenhang steht.

Ctenoptychius zeigt ja, wie ich bereits hervorgehoben habe, Zackenzähne, an denen, wie bei den meisten Zähnen der *Hybodonten* und den vordersten der *Notidaniden* die mittelste Zacke am meisten, wenn auch wenig über das Niveau der übrigen hervorragt.

Vor Allem ist nun aber für die weitere Betrachtung *Hybodus plicatilis*²⁾ aus der *Trias* und *undulatus*³⁾ aus dem Oberen *Jura* (*Purbeck*) maassgebend, und dabei liesse sich auch noch *Hybodus reticulatus*⁴⁾ aufführen. Sie schliessen sich an *Orodus ramosus*⁵⁾ des *Kohlenkalkes* an und diese Zahnform bietet ja, wie ich hervorgehoben habe, keine wesentlichen Unterschiede gegenüber *Petalodus* dar. Das Besondere der Zähne ist, abgesehen von der mittleren Erhebung, das Auftreten leistenartiger Erhebungen, die wesentlich in querer Richtung hinüber verlaufen und mit einander netzartige Zeichnungen bilden können. Wenn nun auch bei den *Hybodonten* neben der Mittelzacke Nebenzacken vorkommen, so erscheint das nicht aussergewöhnlich, da auch bei *Orodus cinctus*⁶⁾ die Furchen so tief sein können, dass das Aussehen mehrzackiger Zähne hervorgerufen wird. Dass diese *Oroduszähne* *Notidaniden* angehört haben, das lehrt, wie ich bereits hervorgehoben habe, der Charakter der hinteren Zähne der lebenden *Grauhaie*.

Damit haben wir also unter den Zähnen der *Elasmobranchier* der paläozoischen Periode, welche als Vorläufer der *Plagiostomi asterospondyli* zu betrachten und den *Palaeonotidani* zuzuzählen sind, die Formen *Ctenoptychius*, *Orodus* mit *Petalodus* und *Cladodus* und von diesen ist *Ctenoptychius*, wie sich auch paläontologisch ergibt, die älteste, während die beiden anderen jüngeren Datums sind. *Ctenoptychius* beginnt mit dem *Devon*, die beiden anderen mit dem *Kohleugebirge*. Die mehrzackigen, zusammengesetzten Zähne sind also, um das noch einmal hervorzuheben, die ältesten, die einfachen die jüngsten.

Mit *Orodus* und *Petalodus* haben wir nun aber die Stammformen von *Strophodus*. Diese treten erst in der *Trias* auf, und auch das ist höchst bedeutsam. Da sie von jüngeren Formen der paläozoischen Periode abstammen, so müssen sie jünger sein als *Hybodus*, welche mit dem älteren *Ctenoptychius* nähere Verwandtschaft zeigen und in der That wird ja *Hybodus carbonarius* zuerst im *Kohlengebirge* beobachtet. *Strophodus* schliesst sich ohne Weiteres *Aerodus* und damit den *Cestracionten* an, und dass diese jüngeren Datums sind, das geht auch aus dem Bau der *Flossenstacheln* hervor, die vollkommen glatt erscheinen. In Folge der Skulptur der *Flossenstacheln* der paläozoischen Periode müssen wir ja annehmen, dass gefurchte Stacheln wie gefurchte Zähne die primären, die glatten dagegen die secundären sind. Die bei *Orodus* über den Zahn verlaufenden Leisten sind bei *Aerodus* und *Strophodus* weniger transversal, dagegen mehr oder minder gegen die Spitze hin verlaufend. Darin können jedoch namentlich bei *Aerodus* grosse Unterschiede stattfinden, ebenso bezüglich des medianen Kammes, der den *Aerodonten* zukommt, den *Strophodonten* dagegen fehlt, allein es finden sich zwischen den Zahnformen der Beiden so mannichfache Uebergänge, dass man, da *Strophodus* wie

1) Römer, *Lethaea palaeozoica*, Taf. 18.

2) Agassiz Vol. 3, Taf. 22a.

3) Agassiz Vol. 3, Taf. 22a.

4) Agassiz Vol. 3, Taf. 22a.

5) Römer, *Lethaea palaeozoica*, Taf. 18.

6) Agassiz Vol. 3, Taf. 11, Fig. 2 u. 3.

die Stammform *Orodus* eine feine Punktirung der Oberfläche zeigt, dieselbe wohl neben *Hybodus* als Stammform der *Aerodonten* und *Cestracienten* zu stellen berechtigt ist.

Es ist nun nicht schwer an der Hand der paläontologischen Funde an Zähnen die Richtigkeit der Ableitungen aus den *Hybodonten* nachzuweisen, Ableitungen, die ich ja im vorigen Capitel an der Hand des Baues und der Entwicklung der Wirbelsäule machte. Es sind die ältere Gruppe der *Scylliolamnidae* oder *Otodonten* und die jüngere der *Scyllia*.

Wenn ich als Gruppenvertreter der *Scylliolamnidae*, *Stegostoma*, *Ginglymostoma* und *Crosso-rhinus* auführte, so liegt die Berechtigung dazu vor Allem in der Gestaltung der Zähne. *Ginglymostoma* hat Zähne, die, abgesehen von dem Mangel an Runzeln, durch das Auftreten mehrerer Nebenzacken sich direct an die der *Hybodonten* und *Notidani* anschliessen, während bei den anderen, namentlich *Stegostoma*, doch mindestens eine Nebenzacke neben der Mittelzacke vorhanden ist. Bei den lebenden Vertretern der Gruppe *Scyllia* sehen wir dagegen niemals mehrere Nebenzacken auftreten. Dass die Gruppe *Otodus* älter ist wie die der *Scyllia*, zeigt sich ferner darin, dass die zuweilen mit mehreren Nebenzacken wie bei *Ginglymostoma* versehenen Zähne Andeutungen der charakteristischen Rille zeigen (*Otodus obliquus*¹⁾ und *tricuspis*)²⁾, die wir bei den *Hybodonten* auftreten sehen, und endlich liegt ein paläontologischer Beweis darin, dass wir *Sphenodonten*, die wir den *Otodonten* zuzählen können, aus dem mittleren Jura kennen. Wie sich nun die *Cestracienten* unmittelbar an die *Aerodonten* anschliessen, ebenso sehen wir bezüglich des Vorkommens in den Erdperioden und bezüglich des Baues der Zähne (Nebenzacken, Cannelirungen) die *Lamnidae* ohne scharfe Grenze sich den *Scylliolamnidae* anschliessen. Wie im Bau der Wirbel, so sind auch in der Form der Zähne so leise Uebergänge, dass man das Entstehen der *Lamnidae* aus den *Otodonten*, wie das Hervorgehen der *Cestracienten* aus den *Aerodonten* paläontologisch anzunehmen genöthigt ist, unsomehr da die *Lamnae* namentlich zur Zeit der Tertiärperiode, die *Otodonten* dagegen hauptsächlich zur Zeit des Jura und der Kreide vertreten waren. Solche, dessen Ueberreste sich erst in spätterer Periode finden, würde dann an die *Lamnidae* anschliessen und dafür spricht auch der Bau der Zähne, denen jede Spur von Nebenzacken fehlt, wie sie doch den Vorfahren vielfach eigenthümlich sind.

Die Gruppe der *Scyllien* tritt sicher nachweisbar zuerst im Oberen Jura auf (*Pristiurus*, *Scyllium*, *affinis catulo* und *caniculae*) und schliessen sich dieselben bezüglich ihrer Zähne, die ja eine starke Mittelzacke mit einer Nebenzacke auf jeder Seite besitzen, unmittelbar den *Hybodonten*, namentlich dem *Hybodus apicalis*³⁾ aus der Trias an, welcher ausser der einen Nebenzacke (Anschluss an *Notidanus*) noch eine zweite kleinere besitzt. Das ist um deswillen auch interessant, weil wir bei einigen aus den *Scyllien* hervorgegangenen Formen, *Triacodon obesus*, *Galeocerdo tigrinus*, *Triacis*, *Scyllium*, Andeutungen zweier Nebenzacken als Erbtheil der Vorfahren finden. Dabei will ich nun aber von vorne herein hervorheben, dass mit diesen Nebenzacken die Zacken der Mittelspitze, die sich entweder über die ganze Seitenkante oder nur über die Basis erstrecken können, wie es bei *Dirhizodon* (Klunzinger), *Hemigaleus*, beziehungsweise *Galeocerdo* und *Carcharias* der Fall ist, nicht zu verwechseln sind. Diese Letzteren sind Bildungen secundärer Natur, und das zeigt auf das Deutlichste die Betrachtung jüngerer Thiere, deren Gebiss (*Prionodon glaucus*) von J. Müller und Henle⁴⁾ gezeichnet ist. Bei diesen treten die Zacken zuerst an der Basis auf, um sich im erwachsenen Alter bis an die Spitze auszubreiten.

1) Agassiz Vol. 3, Taf. 31.

2) Agassiz Vol. 3, Taf. 36.

3) Agassiz Vol. 3, Taf. 23.

4) l. c. Taf. 11.

Die Annahme nun, dass Hemigaleus die älteste Familie darstellt, wird paläontologisch dadurch gestützt, dass die Vertreter derselben, Hemigaleus, Galeocerdo und Dirhizodon, sich in den Geschlechtern Galeocerdo und Corax bereits zur mittleren Kreidezeit ziemlich zahlreich geltend machen und von da an sich bis zur Tertiärperiode fortsetzen, wo dieselben mit Hemipristis, dessen jetzt lebender Vertreter Dirhizodon ist, auftreten.

Dass sich Galeus wiederum von Hemigaleus herleitet und speciell mit Hemipristis und Dirhizodon zusammenhängt, das lehrt die Betrachtung der Zähne, die ja bei Galeus japonicus¹⁾ nur an der Basis gezähnt sind, und der Umstand, dass man dieselben erst zur Zeit der oberen Kreide fossil nachweisen kann. Ihnen entstammen dann wieder die Carchariden, und das beweist einmal das späte Auftreten derselben zur tertiären Periode (Oligocæn), während sie in der Kreide nur ganz vereinzelt beobachtet werden und ihre zahlreiche Vertretung zur Jetztzeit, sowie namentlich der Umstand, dass im Jugendzustand der Carchariden die Form der Zähne denen der Galei nicht allein, sondern auch der Hemigalei entspricht (Prionodon glaucus).

Die Familie Mustelus muss jünger sein. Dafür spricht die paläontologische Thatsache, dass die ersten Spuren derselben in der Oberen Kreide (Ciply) nur vereinzelt nachweisbar sind, während sie später reichlich auftreten und der Annahme, dass Cheiloscyllium ebenfalls eine jüngere Familie darstellt, wird von der Paläontologie wenigstens nicht widersprochen, insofern es bisher überhaupt noch nicht gelungen ist, und ich habe auf diesen Punkt meine ganz besondere Aufmerksamkeit gerichtet, fossile Ueberreste derselben nachzuweisen, bis auf einen Zahn, den Probst²⁾ aus der Molasse von Baltringen beschreibt.

1) J. Müller und Henle.

2) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. Württembergische naturw. Jahreshfte 1879.

Capitel V.

Allgemeine biologische Folgerungen.

Am Schlusse der allgemeinen Betrachtungen sei es mir nun noch gestattet, an der Hand paläontologischer Thatsachen auf eine Anzahl von Punkten aufmerksam zu machen, denen ich einiges Nachdenken gewidmet habe, und die mir wohl einiger Aufmerksamkeit werth zu sein scheinen. Es betrifft die geographische Verbreitung der Elasmobranchier und den Wechsel in derselben während verschiedener Erdperioden.

Es ist eine in die Augen fallende Thatsache, dass alte Formen wie die Notidaniden, Hexanchus und Heptanchus, deren Ursprung tief ins paläozoische Zeitalter hineinragt, dass ferner die Holocephalen, die noch älteren Ursprunges sind, zur jetzigen Periode unserer Erde, also trotz der ungeheuren Zeiträume, welche verflossen sind, nicht allein sich erhalten haben, sondern auch einen weiten geographischen Verbreitungsbezirk fast über die ganze Erde besitzen. Kommen doch Grauhaie im atlantischen Ocean und im Mittelmeere ebenso gut wie am Cap der guten Hoffnung bis nach Californien hin vor, und breiten sich sogar die Holocephalen, wenn auch bezüglich der beiden Arten streng geschieden, über die nördliche, beziehungsweise südliche Halbkugel aus.

Ferner muss es im höchsten Grade auffallen, dass jüngere Formen wie Cestracion, wie Hemigaleus, und von den Scyllien, *Scyllium Edwardsi*, von den Rhinobatiden, *Rhinobatus Horkeli* und *emaculus*, dass ferner Rajae wie *Raja eglanteria* u. s. w. in früheren Erdperioden eine grössere geographische Verbreitung hatten, als es jetzt der Fall ist, früher auch in unseren Meeren lebten, während dieselben jetzt auf tropische und subtropische Meere beschränkt sind, mit anderen Worten, dass sie früher wahrscheinlich eine allgemeine geographische Verbreitung besaßen.

Man wird mir vielleicht entgegen, es hängt das in letzterem Falle mit der Aenderung klimatischer Verhältnisse und somit auch mit der Veränderung der Nahrungsbedingungen im weitesten Sinne des Wortes, unter denen die Thiere lebten, zusammen, mit Aenderungen, welche die Thiere allmählig aus kalten oder kälter werdenden Zonen in die wärmeren trieben, allein ich glaube, selbst wenn man die klimatischen Umänderungen im weitesten Umfange annimmt, so ist damit noch nicht Alles erklärt, so einfach und naturgemäss eine solche Erklärung wäre, sobald man den Organismen eine rein passive Rolle zutheilt und jede Anpassung an Aenderungen ausschliesst. Es wirft sich dabei dann einfach die Frage auf, warum trifft dieser Unterschied in der geographischen Verbreitung und im Wechsel derselben die einzelnen Formen so ausserordentlich verschieden, warum hat sich z. B. Cestracion auf ein so sehr beschränktes Gebiet zurückgezogen und zwar vom Jura angefangen bis zur Kreideperiode, Hemigaleus vom Eocæn angefangen, zu welcher Zeit er noch in unseren Breiten vorkam, während er jetzt auf die

ostindische See beschränkt ist, die Otodonten, welche ebenfalls auf die ostindische See zurückgewichen sind, während dagegen die Holocephalen und Notidaniden alle Wechsel überdauerten und trotz der ungünstigen Lebensbedingungen, welche ihre abgeleiteten Formen theilweise sogar zum Aussterben brachten, jetzt unter allen Breiten leben? Warum fand ferner dieser Wechsel in der geographischen Verbreitung zu so verschiedenen Erdperioden statt, für die älteren Formen früher, für die jüngeren später?

Ich glaube, der Grund ist in der ungemein verschiedenen Anpassungsfähigkeit der verschiedenen Formen an wechselnde, äussere Bedingungen zu suchen und dieser Grund gilt nicht allein für die Verbreitung der Elasmobranchier, sondern ebenmässig für alle übrigen Organismen. Eine Form, welche sich leichter den äusseren Verhältnissen anzuschmiegen vermag, deren Organisation sich gleichsam wie weiches Wachs in die verschiedensten, zweckentsprechenden Formen modeln und kneten lässt, wird widerstandsfähiger ihre Verbreitung beibehalten, überall unter wechselnden Verhältnissen ihre Wachsthumsgrenze erreichen, demnach die zum Erreichen derselben nöthige Nahrungsmenge überall leichter sich schaffen und dann als Folge die Art fortpflanzen. Eine Form aber, deren körperliche Zusammensetzung nicht den äusseren Verhältnissen entsprechend sich zu modeln vermag, wird total aussterben oder an Orte sich drängen, an denen das Erlangen der Nahrung im weitesten Sinne des Wortes: Luft, Licht, Wärme, Wasser und feste Nahrung am leichtesten und in zuträglicher Form zu erreichen ist und in dieser Beziehung sind ja bestimmte Gegenden der Tropen und Subtropen, unter erstern namentlich auch der indische Ocean, bevorzugt.

Es lässt sich nun aber auch folgende Erwägung anstellen. Ein Organismus, der äusseren Einflüssen entsprechend reagirt und sich umwandelt, wird, je höher er steht, je complicirter er gestaltet ist, nur da sich ändern, demnach auch nur da ohne Mühe bestehen und zuerst entstehen, wo die Veränderungen in der Umgebung ganz unmerklich sind, langsam und allmählig, ohne Sprünge vor sich gehen, wo also der Wechsel in der Luft, der Wärme, des Lichtes, der Nahrungsmittel im weitesten Sinne des Wortes nur gering ist und längere Zeiträume erfordert. Dort wird die Fortpflanzung, von da aus die Verbreitung in allmählig weiter vorschreitender Anpassung an in kürzeren Zeiträumen und in grösseren Sprüngen vor sich gehenden Aenderungen der Umgebung geschehen, und das sind abermals die bevorzugten Gegenden der Tropen, von wo aus nicht allein die Elasmobranchier, sondern auch die grösste Zahl der übrigen Organismen niederer, höherer und höchster Ordnung in ihren Urformen meiner Meinung nach ihren Ausgang genommen haben. Dahin müssen dieselben aber auch wieder reducirt werden, ohne dass eine Wanderung im eigentlichen Sinne des Wortes stattzufinden braucht in dem Augenblicke, wo unter den ungünstigeren Lebensbedingungen anderer Breiten, denen sie sich anpassten, Momente auftreten, denen sie nicht gewachsen sind, denen sie also unterliegen. Es ist das namentlich dann der Fall, wenn ihnen aus irgend welchen Gründen die Rückkehr in die günstigeren Verhältnisse mittelst eigentlicher Wanderung verschlossen ist, was sich ereignen wird, wenn der Ursitz mit gut angepassten Thieren derselben Art voll besetzt ist. Sie sterben an den Orten der ungünstigen Bedingungen allmählig aus und das geschieht natürlich um so rascher, je mehr Formen auftreten, die sich den ungünstigen Lebensverhältnissen anzupassen vermögen.

Die ältesten Elasmobranchier (Notidani und Holocephali), niederen und indifferenten Entwicklungsstufen entsprechend sind, wie ihre Organisation zeigt, äusseren Einflüssen leichter zugänglich und das findet seinen Ausdruck in der bekannten Variation im Baue des Organismus, die im grossen Ganzen doch als zweckentsprechend erkannt werden muss. Mögen noch so viele Geschlechter von ihnen aussterben, die grosse Fähigkeit zu variiren, neue Formen auf Grund äusserer Verhältnisse an-

zunehmen wird sie in den Stand setzen, an den einmal eingenommenen Wohnsitzen trotz der Concurrenz der Vertreter ihrer Art und trotz des Auftretens und Eindringens fremder auszuharren, und somit ihre geographische Verbreitung zu sichern. Je jünger nun aber die Formen sind, je mehr die Merkmale und Organisationen in Folge der Anpassung an ganz bestimmte, besondere Verhältnisse des von ihnen eingenommenen Wohnsitzes sich festigen, desto mehr wird das Variiren, desto mehr auch die Anpassungsfähigkeit an andere Verhältnisse beschränkt und somit ihre Ausbreitung langsamer, desto leichter werden sie den Aenderungen in den Einflüssen der Umgebung erliegen, desto schneller auf günstigere Orte zurückgedrängt werden oder aussterben da, wo die Summe der Veränderungen äusserer Bedingungen am grössten, beharren, wo sie am geringsten, und somit die Concurrenz am leichtesten ist. Unter den Aenderungen in den äusseren Lebensbedingungen sind nun nicht allein die Aenderungen der Luft, des Lichtes, des Wassers, der festen Nahrungsbestandtheile zu verstehen, sondern auch die der lebenden Mitwelt. Die Thiere können verdrängt und zum Aussterben gebracht werden unter Anderem dadurch, dass ihnen nicht unmittelbar verwandte, sich ausbreitende Formen sich den vorhandenen Lebensbedingungen besser anpassen, z. B. die Abkömmlinge der Hybodonten gegenüber den Cestracionten. Das kann sich dann darin zeigen, dass die Art stationär bleibt, keine Aenderungen erleidet, somit keine neuen Arten aus sich erzeugt, wie es bei den Cestracionten der Fall ist, die gegenüber den Acrodonten und Strophodonten offenbar nur wenig Veränderungen aufweisen. Es kann aber auch dadurch geschehen, dass, um mich trivial auszudrücken, ihre Brüder oder ihre unmittelbaren Nachkommen, ihre Söhne, Enkel und Urenkel etc., die in Folge leichter Abänderungen sich besser den äusseren Lebensbedingungen angepasst haben, sie ausser Concurrenz und somit auf den Aussterbeetat setzen und nur dort ihr Dasein fristen lassen, wo Ueberfluss vorhanden ist. So werden die Scylliolamidae von den Lamidae, die Hemigalei von den Galei und diese wieder von den Carchariden verdrängt oder bei sich gleich bleibender geographischer Verbreitung an Artenzahl verringert, während die anderen zunehmen.

Nur im Wechsel, im langsamen, zweckmässigen, also einen Fortschritt bedingenden Variiren ist Leben, im Beharren beim Wechsel äusserer Verhältnisse liegt der Tod. Auf dem Variiren beruht die Bildung eines neuen Organismus, mag derselbe wie ein Sohn noch so sehr dem Vater gleichen, oder einer anderen Art angehören, das ist nur eine Frage der Zeit, die während der Aenderung verflossen ist.

Die ältesten Formen sind dabei am meisten variationsfähig, da sie, ich möchte sagen *potentia* Alles enthalten, was ihre Nachkommen in besonderer Organisation erwerben, so wie man sagen kann, dass in der Bindesubstanz *potentia* Faserknorpel, Knorpel und Knochen enthalten ist, weil sie sich unter gegebenen Verhältnissen in diese umzuwandeln vermag. Wie wäre es sonst bei dem Wechsel äusserer Bedingungen möglich, dass alle die ältesten Formen, die zugleich den niedersten Entwicklungsstufen entsprechen, sich bis in die Jetztzeit hinein haben retten können.

Nur aus der Fähigkeit, leicht sich anzupassen und zu variiren, und dafür ist ein bemerkenswerther Ausdruck, wie ich besonders betonen will, die relativ schnelle Entwicklung des Individuums vom Ei bis zur vollendeten Form, die bei den ältesten am raschesten, bei den jüngsten am langsamsten verläuft, ist es zu erklären, dass Organismen bereits zu den ältesten Perioden unserer Erde die höchsten Stufen der Vollkommenheit erreichten und dass z. B. hoch organisirte Krebse, Cephalopoden u. s. w. frühzeitig auftreten. In welcher Zeit das höchste Maass der Vollkommenheit einer Organismenabtheilung erreicht wird, ist eben lediglich von der Leichtigkeit abhängig, mit der der Körper auf äussere Einflüsse zu reagiren vermag und zu gleicher Zeit von dem grösseren oder geringeren Maass von Gunst oder Ungunst der äusseren Be-

dingungen. Dass z. B. die Cephalopoden bereits in den ältesten Perioden den höchsten Grad der Vollkommenheit erreichten, während die Entwicklung der Elasmobranchier, wie so vieler anderer auch jetzt noch nicht abgeschlossen zu sein scheint, das beweist lediglich, dass der Organismus der Cephalopoden (und damit stimmt ihre weite Verbreitung und die relative Schnelligkeit der Entwicklung bis zur vollendeten Form) leichter anpassungsfähig ist, leichter variirt, und dass gleichzeitig in den ältesten Perioden die äusseren Bedingungen zur Entwicklung, für die Variation und Entwicklung zu höchsten Formen am günstigsten waren, während das bei den anderen nicht in dem Maasse der Fall ist. Hier ist noch ein weites Feld der Forschung und vor allen Dingen des Experimentes, das mit den niedersten Organismen anfangend, die äusseren Lebensbedingungen bewusst variiren muss und dann zu höheren Formen fortschreitend makro- und mikroskopisch den Einfluss auf das Wachstum der einzelnen Organe, auf die Entwicklung derselben, auf das Erreichen der Wachstumsgrenze und somit auf die Bildung der Geschlechtsprodukte und auf die makro- und mikroskopische Zusammensetzung der entstehenden Tochterorganismen zu beobachten hat. Das ist die Aufgabe der noch in den Windeln liegenden vergleichenden Physiologie, die sich ebenso mit den Thatsachen der Palaeontologie zu durchdringen hat, wie die vergleichende und menschliche Anatomie.

0

DAS
NATÜRLICHE SYSTEM DER ELASMOBRANCHIER

AUF GRUNDLAGE
DES BAUES UND DER ENTWICKLUNG IHRER WIRBELSÄULE.

EINE MORPHOLOGISCHE UND PALÄONTOLOGISCHE STUDIE

VON

C. HASSE

O. Ö. PROF. DER MENSCHLICHEN UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT Breslau.

UNTER MITWIRKUNG

DER HERREN ASSISTENTEN PROSECTOR DR. G. BORN, DR. H. STRASSER UND DR. PH. STÖHR.

BESONDERER THEIL.

I. LIEFERUNG

MIT XII TAFELN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
VORMALS FRIEDRICH MAUKE
1882.

Besonderer Theil.

E i n l e i t u n g.

Morphologie der Skeletelemente der Elasmobranchier.

Taf. I, II, III.

In dem allgemeinen Theile habe ich bereits in ausführlicher Weise über die ersten Entwicklungsvorgänge im Axenskelete der Elasmobranchier Mittheilungen gemacht und mich den durch Balfour und Götte angebahnten Anschauungen in allen wesentlichen Stücken angeschlossen. Ich habe dabei gleichzeitig die Meinung geäußert, dass die skeletogene Schicht wie überhaupt die Binde substanz des Körpers den Adventitien der Aorten entstammt, eine Anschauung, welche bezüglich der äusseren Chordascheide bekanntlich zuerst von His und W. Müller, wenn auch für andere Wirbelthiergruppen, aufgestellt worden ist. An dieser Stelle soll es meine Aufgabe sein die Strukturverhältnisse und die Umwandlungen zu schildern, welche das eigentliche Bildungsgewebe des Axenskeletes im Besonderen der Wirbelsäule in der Reihe der Elasmobranchier darbietet und die mannichfaltigen Erscheinungen aus einander abzuleiten und entwicklungsgeschichtlich zu begründen. Dabei habe ich dann immer zu zeigen, wie die niedersten Gewebsformen den ältesten, die am Meisten entwickelten und umgewandelten den jüngsten Mitgliedern der Subklasse eigenthümlich sind, und dass sich zwischen ihnen auch in geweblicher Beziehung Uebergänge finden. Freilich wird dabei die ins Einzelne gehende Ausführung den einzelnen Capiteln vorbehalten bleiben müssen.

Ich habe bereits sowohl im Zoologischen Anzeiger¹⁾, wie auch in einer besonderen Schrift²⁾ die Summe meiner Erfahrungen auf diesem Gebiete kurz dargelegt, allein die meisten dieser Angaben werden kaum verstanden worden sein, weil ihnen die bildliche Darstellung nicht zur Seite stand. Diesem Mangel soll jetzt abgeholfen werden, und ich denke die Bilder, welche ich gebe, werden zur Genüge zeigen, in wie überaus verschiedenen Formen das Gewebe auftritt. Es herrscht ein Reichthum in der Gestaltung, welcher etwas Verwirrendes hat und sich durchaus nicht ohne Weiteres den landläufigen Begriffen der Histologen von dem Knorpel fügt, und doch ist meiner Ansicht nach überall das skeletogene Gewebe der Wirbelsäule der Elasmobranchier dieser Gewebsform zuzuzählen, mag die Grenze gegenüber dem eigentlichen Bindegewebe auch noch so verwaschen sein.

Weit entfernt anzunehmen, dass diese Schilderung des Baues des Knorpels eine abschliessende und vollendete ist, will ich vielmehr von vorne herein freimüthig die Mängel derselben hervorheben.

1) Jahrgang 1879.

2) Morphologie und Heilkunde. 2. Auflage, Leipzig 1880.

Es fehlt eine erschöpfende Analyse und vor Allem die Beobachtung zusammenhängender Entwicklungsreihen. Ich hebe das ausdrücklich hervor, um dem Vorwurfe zu begegnen, dass ich etwas vollkommen Abschliessendes habe liefern wollen. Allerdings habe ich versucht mir die mannichfaltigen Gestaltungen klar zu machen und entwicklungsgeschichtlich sowohl wie stammesgeschichtlich zu begründen, allein ich bin mir vollauf bewusst, dass spätere mit der Histologie und Histiogenese des Knorpels bei den Elasmobranchiern sich beschäftigende Forscher Manches in ein anderes Licht rücken, Manches auch wohl als ungenau erklären werden. Mir stand zum Zweck einer absolut richtigen Entscheidung in den vorliegenden Fragen nur ein verhältnissmässig geringes und gar kein lebendes Material zu Gebote, wie auch das Material an jüngeren Embryonen nur ein sehr begrenztes war. Da das Schwergewicht meiner Untersuchungen auf einem anderen Gebiete als auf dem ausschliesslichen der Gewebsentwicklung und der Gewebelehre lag, so musste ich mit meinem theilweise kostbaren Materiale haushalten und dasselbe nach den gesteckten Zielen verwerthen, anstatt dasselbe mit allen Hilfsmitteln der Neuzeit zu bearbeiten und mikroskopisch zu zerlegen. Immerhin glaube ich aber mit diesen Darlegungen ein Feld eröffnet zu haben, auf welchem der Histolog mühelos, weil nicht beirrt durch vielfache und verschiedenartige vorangegangene Beobachtungen und Schilderungen, reiche Früchte zu sammeln im Stande sein wird. Ich halte mich überzeugt, dass erst durch das Studium der Knorpelgewebe der Elasmobranchier ein richtiges Verständniss nicht allein des normalen, sondern auch des unter krankhaften Verhältnissen stehenden Knorpels erzielt werden wird.

Wie werthvoll für die Stammesgeschichte das Verhalten der Gewebe ist, darauf hat bereits Gegenbaur¹⁾ aufmerksam gemacht, dessen Untersuchungen über den Kopfknochen der Elasmobranchier auch um deswillen überaus werthvoll sind, weil sich in vielen Punkten eine vollkommene Uebereinstimmung mit den Verhältnissen der Gewebe an der Wirbelsäule herausstellt, eine Thatsache, welche Angesichts der Gleichartigkeit der Entstehung der beiden Abschnitte des Axenskeletes nicht überraschen kann.

Seit meinen vorläufigen Mittheilungen²⁾ habe ich nicht aufgehört dem Knorpel meine besondere Aufmerksamkeit zu widmen, ganz besonders auch mit Rücksicht auf die in jüngster Zeit von Fleisch³⁾ veröffentlichte Arbeit, eine Arbeit, in welcher man auch, wenn nicht vollkommen erschöpfende, so doch nahezu vollständige Literaturhinweise findet. Es könnte scheinen, dass meine auf vergleichend anatomischem und entwicklungsgeschichtlichem Wege erzielten Resultate vielfach in Widerspruch mit den von ihm vertretenen Anschauungen stehen, allein, wie er selbst hervorhebt, sind die Widersprüche nur scheinbare. Ich habe es selbstverständlich nicht unterlassen wiederholt meine Befunde an der Hand der seinigen zu prüfen, und ich glaube es wird aus dem Folgenden deutlich hervorleuchten, dass wir uns im grossen Ganzen auf dem gleichen Boden bewegen. Ganz besonders habe ich es mir angelegen sein lassen bezüglich der Fibrillenstruktur der Knorpelgrundsubstanz, sowie bezüglich der die Fibrillen verbindenden Kittmasse meine Beobachtungen mit denen von Fleisch in Einklang zu bringen, und ich glaube, dass mir das namentlich auch bezüglich der niederen Form der Knorpelgrundsubstanz in ausreichendem Maasse gelungen ist. Freilich müssen noch besonders auf dieses Verhalten gerichtete weitere Untersuchungen angestellt werden, und zwar zu jeder Entwicklungsperiode der Haie und Rochen und womöglich am frischen Material, selbstverständlich mit Hülfe der verfeinerten neueren Technik. Untersuchungen, welche jedoch ausser meinem Macht- und Zeitbereich lagen und

1) Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, 3. Heft, 3. Abschnitt.

2) l. c.

3) Untersuchungen über die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels. Würzburg 1880.

liegen. Wie die Dinge nun aber in Folge der neueren und meiner eigenen Erfahrungen liegen, so drängt sich mir bezüglich des Wesens des Knorpels immer wieder die Definition dieses Gewebes auf, welche ich hiermit an die Spitze stelle.

Der Knorpel ist eine Bindesubstanz, bestehend aus Bindesubstanzzellen und einer festen chondringebenden Grund- oder Zwischenzells substanz, welche letztere aus durch eine Kittsubstanz **gleichmässig** mit einander verbundenen Fäserchen zusammengesetzt ist.

Ich betrachte mit Flesch vor Allem die Kittsubstanz als die Trägerin der Ernährungsflüssigkeit des Knorpels. Die Ernährung erfolgt auf dem Wege der Imbibition unendlich fein vertheilter Substanzen und geht demgemäss mit einer ungemeinen Intensität vor sich. Eine andere Frage ist natürlich die, ob auf diese Weise die Ernährung des Knorpels immer und überall in gleicher und gleichmässiger Weise erfolgt. Diese Frage ist in dem Augenblicke zu verneinen, wo die Imbibitionsfähigkeit der Kittsubstanz, wie es in der That der Fall ist, Unterschiede aufweist oder wenn dieselbe etwa Massenunterschiede zeigt. Dann wird auch der Knorpel, welcher die ausgedehnteste und zugleich am meisten imbibitionsfähige Kittsubstanz besitzt, am leichtesten Umbildungen, sei es in fortschreitender, sei es in rückschreitender Richtung, darbieten und somit bildungsfähiger sein als der, in welchem die Kittsubstanz weniger leicht durchtränkt wird. Dabei ist von vorne herein vorauszusetzen, dass der erstere Knorpel am Anfange der Entwicklungsreihe des Gewebes, der letztere dagegen mehr am Ende derselben steht, dass der erstere demnach früher bei den Thieren auftritt sowohl im Leben des Einzelnen als im Leben des Stammes, der letztere dagegen später und als Eigenthümlichkeit stammesgeschichtlich jüngeren Formen angehört.

Ich weise ferner auch die Ansicht von Flesch, nach welcher der Kitt der Knorpelgrundsubstanz wahrscheinlich mit dem Protoplasma der Zellen zusammenhängt, nicht von der Hand, wenn ich dieselbe auch dahin formuliren möchte, dass die Kittsubstanz von den Grundsubstanzen das am wenigsten modificirte Protoplasma darstellt.

Gehe ich nun auf den Unterschied des Knorpels gegenüber dem eigentlichen Bindegewebe ein, so liegt derselbe, abgesehen von dem Unterschiede in der chemischen Zusammensetzung (Chondrin und Collagen), darin, dass bei letzterem Gewebe die Verbindung der Fibrillen unter einander entweder gar nicht vorhanden (cytogenes Bindegewebe) oder discontinuirlich ist (fornuloses, areoläres, geformtes Bindegewebe). Daraus folgt dann aber auch ferner von selber, dass bei dem gleichen Wesen im Baue Mischungen und Uebergänge der beiden Gewebe in einander ganz gewöhnliche Vorkommnisse sein müssen, und dass ferner, wie es auch thatsächlich der Fall, beide Gewebe einen und denselben Ausgangspunkt, eine und dieselbe gemeinsame Grundform haben. In Bezug auf die Ernährungsbahnen lässt sich dann der Unterschied zwischen Knorpel und Bindegewebe dahin ausdrücken, dass in letzterem ausgebildete Saftlücken oder Safräume vorhanden sind, welche dem ersteren fehlen.

Gehe ich nun noch einmal auf die vorhin gegebene Definition zurück, so ergibt sich, dass die Kapsel- oder Zellmembran nicht nothwendig einer Knorpelzelle eigenthümlich zu sein braucht, dass dieselbe demnach von geringer Bedeutung für das Wesen das Gewebes ist, und damit würden dann eine Anzahl von Geweben zum Knorpel gehören, welche man namentlich früher allgemein dem Bindegewebe zuzählte, wie z. B. die Hornhaut des Auges oder wie das Spindelzellgewebe, welches unter Anderem im häufigen Labyrinth der Wirbelthiere so ausgedehnt vorkommt, und welches als Spindelzellknorpel der Knorpelsubstanz zugezählt werden muss. Der gemeinsame Ausgangspunkt, wenigstens des faserigen Bindegewebes und des Knorpels, ist meiner Ansicht nach die homogene Binde-

substanz embryonalen Charakters, dessen Zwischenzellmasse, aus dem Protoplasma hervorgegangen, mehr fest und homogen erscheint.

Die erste Entwicklung des Knorpelgewebes der Elasmobranchier lässt sich nicht allein an Embryonen der verschiedenen Familien, sondern auch an im Wachstum begriffenen älteren Thieren, vor allen Dingen an der chondroblastischen Schicht verfolgen. Die Vorstufen des Knorpels des Axenskeletes der Elasmobranchier sind namentlich von Balfour¹⁾ und Götte²⁾ bei Embryonen beobachtet worden, während sie, wie die grosse Zahl der übrigen Forscher, u. A. J. Müller, Leydig, Gegenbaur, die Bildung des Knorpels vom Perichondrium aus wenig beachteten, und doch möchte das perichondrale Wachstum dieselbe Aufmerksamkeit verdienen wie das Wachstum des Knochens von der Beinhaut aus, welches ja gerade in neuerer Zeit Gegenstand überaus wichtiger Forschungen geworden ist.

Balfour und Götte sind darin einig, dass die erste Anlage des bleibenden Axenskeletes eine einfache Reihe rings um die Chorda gelagerter, dicht zusammenschliessender, rundlicher Zellen ist, welche im weiteren Verlaufe der Entwicklung zu spindelförmigen, rings um die Rückensaite liegenden Zellreihen werden. Diese sondern die elastica externa ab, allein sie liegen dann nicht mehr dicht geschlossen, sondern sind in eine Intercellularsubstanz eingebettet, welche, wie mir aus Götte's allerdings nicht allzu klaren Angaben hervorzugehen scheint, als aus dem Zellprotoplasma hervorgehend gedacht werden muss.

Mit diesem Stadium beginnen auch meine Untersuchungen, und nehme ich keinen Anstand mich im Wesentlichen den beiden Forschern anzuschliessen und zugleich bezüglich der elastica externa, soweit sich dieselbe an der Oberfläche der Chordascheide, der skeletogenen Schicht, entwickelt, was bei den niederen Elasmobranchiern mit getrennten Bogenbasen immer der Fall ist, meine früher geäusserten Ansichten zurückzunehmen und für diesen Fall die ältere Ansicht, wonach es sich um eine Zellabscheidung, eine Cuticularbildung handelt, wieder herzustellen. Damit ist nun freilich die Frage nicht abgeschnitten, wie entstehen die der elastica externa gleichenden Bildungen, welche sich im Inneren der Wirbelkörper derjenigen Elasmobranchier finden, bei welchen die Bogenbasen ringsum zur Vereinigung kommen. Diese Frage wird uns im Verlaufe der Schilderungen noch weiter beschäftigen.

In dem mir vorliegenden Stadium der Bildung (Fig. 1) ist das Gewebe unzweifelhaft Knorpel, allein ein Knorpel, welcher durchaus nicht mit dem hyalinen identisch ist, sondern sich durch seine ungemeine Imbibitionsfähigkeit gegenüber färbenden Substanzen (Karmin, Hämatoxylinlösungen) von diesem unterscheidet. Ich habe ihm deswegen den Namen Vorknorpel gegeben. Dasselbe Gewebe liegt auch an der Oberfläche der wachsenden Bogen (Fig. 2 c, Fig. 3), sei es in dünnerer oder dickerer Lage, und hier ist es aus dem Perichondrium oder der unter demselben befindlichen chondroblastischen Schicht hervorgegangen (Fig. 2 a).

Diese Schicht besteht an der Oberfläche zunächst aus einem dicht geschlossenen Zellblastem (Fig. 2 a), welches durchaus demjenigen homolog ist, welches Balfour und Götte als erste Anlage der Chordascheide beschrieben haben, und auf welches auch Strasser³⁾ in einer vortrefflichen Arbeit bei Tritonen die Aufmerksamkeit gelenkt und als axiales Blastem bezeichnet hat. Freilich müssen

1) Development of the Elasmobranch fishes. 1878.

2) Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystems der Wirbelthiere. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XV.

3) Zur Entwicklung der Extremitätenknorpel bei Salamandern und Tritonen. Morphologisches Jahrbuch. Bd. V, 1879.

noch eingehendere Untersuchungen die vollkommene Identität nachweisen, allein vorläufig ist nirgends ein Grund zu finden dieselbe von der Hand zu weisen und nicht an der wesentlichen Uebereinstimmung in der Bildung des Knorpels bei den verschiedensten Thieren festzuhalten. Der einzige Unterschied, welcher hervorzuheben wäre, wäre der, dass die einzelnen, das Blastem zusammensetzenden Zellen nicht rundlich, sondern wahrscheinlich unter dem Wachstumsdrucke, beziehungsweise -zuge abgeplattet, spindelförmig geworden sind. Unter dieser Zelllage folgt dann, wie ich mich überzeugt zu haben glaube, eine Schicht wenn auch nicht völlig so abgeplatteter Zellen (Fig. 1 *a*, Fig. 2 *b*), welche mehr oder minder aus einander gerückt eine verhältnissmässig gering entwickelte und wie mir scheint vollkommen homogene Zwischenzellschicht zeigen (Fig. 1 *a*). Dieselbe liesse sich mit dem Nichts vorweg nehmenden Namen embryonale, homogene Bindesubstanz belegen, da dieselbe überall am Axenskelete auftretend sowohl die Bindegewebsmassen der Zwischenwirbelräume als die Knorpel der Wirbel hervorgehen lässt. In dieser Schicht des chondroblastischen Gewebes habe ich nun niemals solche dunkle Elemente gesehen, wie Strasser sie aus der Knorpelanlage des Extremitätenskeletes der geschwänzten Amphibien beschrieben und mit dem Namen prochondrale Elemente belegt hat. Ich halte es im hohen Grade für wahrscheinlich, dass die beiden Gewebsformen die gleichen sind und glaube, dass der Mangel der dunklen prochondralen Elemente in der chondroblastischen Schicht der Elasmobranchier auf ein Fehlen der mechanischen Momente oder richtiger gesagt auf einen geringeren Einfluss derselben auf das Gewebe an dieser Stelle als auf das axiale Blastem des Extremitätenskeletes zurückzuführen ist.

Betrachten wir nun das aus der chondroblastischen Schicht in verschiedener Dicke sich entwickelnde Gewebe des Vorknorpels, welches die Farbstoffe so überaus leicht annimmt und festhält, so lenkt, ganz abgesehen von allen Formverhältnissen und Formänderungen, welche die Zellen darbieten können, die Grundsubstanz vor allen Dingen die Aufmerksamkeit auf sich. Sie bietet ein Verhalten, welches durchaus nicht mit der Vorstellung einer alle Zeit homogenen Grundsubstanz in Einklang zu bringen ist. Allerdings gelingt es durchaus nicht immer (Fig. 2 *c*) ohne Weiteres besondere Strukturverhältnisse nachzuweisen, es spielen dabei unzweifelhaft die Konservierungsmethoden sowohl wie der Zustand der aufbewahrten Thiere eine nicht zu unterschätzende Rolle, allein in einer Menge von Fällen bieten sich dem Auge immer Bilder dar, welche darauf hinweisen, dass besondere Unterschiede in der Grundsubstanz vorhanden sind, dass dieselbe aus feinen, durch eine Kittsubstanz verbundenen Fibrillen (Fig. 11) besteht. Zeigen dieselben auch häufig gleiches Lichtbrechungsvermögen, so sieht man doch, wie unter Umständen die Kittsubstanz für gefärbte Flüssigkeiten ein grösseres Imbibitionsvermögen besitzt und sich demnach optisch gegenüber den Fibrillen deutlich hervorhebt. Oftmals zeigt sich nur eine zarte Punktirung wie bei den Embryonen von *Acanthias* (Fig. 1 *b*) oder es tritt eine zarte Streifung auf wie an den Bogenbasen von *Raja miraletus* (Fig. 3 *a*) oder eine gesonderte ungemein feine Faserung wie bei *Centrina Salviani* (Fig. 4 *a*).

Was dann die in der fibrillärstreifigen Grundsubstanz des Vorknorpels eingebetteten Zellen betrifft, deren Kerne namentlich in frühen Entwicklungsperioden immer nur von wenig Protoplasma umgeben sind, so behalten sie oftmals, namentlich in den oberflächlichen Schichten (Fig. 1 *c*, Fig. 3), die ausgeprägte abgeplattete Spindelform bei oder zeigen auch wohl Sternfiguren. Diese Formen sind jedenfalls, da sie sich den in den chondroblastischen Lagen vorherrschenden Formen nähern, als die primären anzusehen, allein sie nehmen, und das ist eine secundäre und nur den jüngeren Formen unter den Elasmobranchiern zukommende Erscheinung (Fig. 1, Fig. 2), mehr oder minder vollkommen die Kugelgestalt an. Es zeigt sich dabei, dass die Zellen anfänglich nackt in der Grundsubstanz liegen,

dass sie membranlos sind und dass sich somit noch nicht eine von der Grundsubstanz scharf gesonderte Knorpelkapsel gebildet hat (Fig. 1). Diese bildet sich erst in tieferen Schichten mit dem zunehmenden Alter des Gewebes an der Wand der Zelhöhle aus und ist somit eine erst im weiteren Verlaufe der Gewebsentwicklung auftretende Bildung. Bemerkenswerth erscheint es mir ferner, dass bei der jüngeren Form des Vorknorpels mit mehr spindelförmigen Zellen, den ich den Namen Spindellvorknorpel geben möchte, die Verbindung der Zellen mit der Grundsubstanz eine weit innigere ist als bei dem von mir sogenannten Rundzellenvorknorpel, in welchem die Zellen bei Schnitten leicht aus ihren Höhlen herausfallen. Es beweist das meiner Ansicht nach eine ursprüngliche innige Beziehung des Protoplasma zur Intercellulärsubstanz, einen embryonalen Zusammenhang der beiden, wie ein solcher ja auch in der Neuzeit von den besten Forschern angenommen wird. Nach ihnen wird ja die Knorpelgrundsubstanz durch Umwandlung des Oberflächenprotoplasma der Zellen gebildet.

Für meine Auffassung der Zusammensetzung der stark imbibirbaren Grundsubstanz des Vorknorpels aus das Licht nahezu gleich brechenden Fibrillen und der Kittsubstanz sprechen, wie mir scheint, auch die Zeichnungen von Götte¹⁾, in welchen ebenfalls eine leichte Streifung der Grundsubstanz bemerkbar ist, und in gleichem Sinne verwerthe ich die in der Arbeit von Fleisch²⁾ in einer als Vorknorpel anzusehenden Oberflächenschicht des Femurknorpels vom Frosche dargestellte Streifung.

Bevor ich nun den Vorknorpel weiter verfolge, möchte ich mich zunächst einmal dem Intervertebralgewebe zuwenden, welches sich im Verlaufe sowohl der individuellen, wie der Stammesentwicklung von dem der Wirbelkörper und Bogen sondert. Die ursprüngliche Anlage ist, wie ich bereits hervorgehoben habe, dieselbe, und die Entwicklung geht mit der der Bogen und Wirbelkörperanlagen so lange parallel, bis sich aus der embryonalen homogenen Binde- oder Grundsubstanz oder dem tieferen Lager der chondroblastischen Schicht an der Stelle der Bogen und Wirbelkörpermassen Vorknorpel entwickelt. So viel ich gesehen, erscheint in dem Zwischenwirbelraume, wo derselbe gesondert ist, immer diese homogene Binde- oder Grundsubstanz, in deren gleichmässiger Grundmasse die Zellen an der Oberfläche (Aussenzone) nur dichter gedrängt auftreten wie in der Tiefe (Innenzone), wobei ich dann gleichzeitig hervorheben möchte, dass die Zellen alsbald die wunderbarsten Gestalten, Spindelform mit ausserordentlich langen, geschlängelten Ausläufern annehmen können (Fig. 7). Ob dabei auch chemische Unterschiede zu Tage treten und die Grundsubstanz Collagenreaktion zeigt, vermag ich nicht zu sagen. Das Gewebe verharrt nun aber nicht immer auf dieser einfachen Stufe, sondern differenzirt sich im Gegentheil in verschiedenster Weise (dishomogene Entwicklung), sei es zu Vorknorpel, sei es zu Schleimgewebe, sei es zu Bindegewebe oder zu einem Gemisch dieser verschiedenen Gewebsarten. Bei der Umwandlung in Bindegewebe tritt jedenfalls ein Zerfall der Grundsubstanz in Fasern ein, welche letztere dann wieder, wie bei der vorknorpeligen Grundsubstanz, aus durch Kittsubstanz gleichmässig verbundenen Fibrillen zusammengesetzt sein können, während die Zellen, unter deren Einwirkung wohl der Zerfall und die Bildung der Saftlücken vor sich geht, sich zu Bindegewebszellen umwandeln. Da nun diese Gewebsbildung nicht durchaus von der des Knorpels verschieden ist, so ist es kein Wunder, wenn sich auch am Wirbelkörper und Bogen im Knorpel Bindegewebsfasern und wiederum im Bindegewebe Knorpelmassen bilden können (dishomogene Entwicklung zu Bindegewebsknorpel). Auf diese Verhältnisse werde ich später weiter eingehen.

Kehren wir nun wieder zum Vorknorpel zurück, so hob ich vorhin hervor, dass, wenn derselbe

1) l. c. Taf. XXIX, Fig. 14.

2) l. c. Taf. I, Fig. 1.

nackte, abgeplattete oder spindelförmige Zellen enthielte, er als niederste Form des Knorpels anzusehen sei, und es fragt sich nun, ob dieses Gewebe durchaus oder wenigstens zum grössten Theile selbst im erwachsenen Zustande die Wirbelsäule zusammensetzen hilft. In der That sehen wir, dass der Spindelzellvorknorpel den Hauptbestandtheil des Axenskeletes der Chordascheide bei den Holocephalen und den Notidaniden, ja bei einem Theile der Plagiostomi cyclospodyli und zwar den ältesten, *Laemargus* und *Echinorhinus*, ausmacht. Es ist ein Gewebe, welches namentlich bei *Laemargus* (Fig. 5) schon bei oberflächlicher Betrachtung die grösste Uebereinstimmung mit dem Hornhautgewebe der höheren Thiere darbietet. Immerhin sind einige Unterschiede gegenüber dem wachsenden Vorknorpel vorhanden, Unterschiede, welche leicht dazu verleiten können das Gewebe als Bindegewebe zu deuten. Das ist sowohl von *Leydig*¹⁾ als auch von *Gegenbaur*²⁾ bezüglich der *Chimaera* geschehen, während *R. Owen*³⁾ und *Kölliker*⁴⁾ bei den Notidaniden von einem Faserknorpel sprechen. *Götte* wiederum betrachtet dasselbe als einen rückgebildeten Knorpel. Die Unterschiede gegenüber dem wachsenden, chondroblastischen Knorpel bestehen darin, dass einmal die Zellen ihre Form ändern und einen weit ausgeprägter spindelförmigen Charakter tragen (Fig. 5 u. 6), dass dieselben ferner durch Vermehrung der Grundsubstanz weiter aus einander gerückt zu sein pflegen, und dass in dieser die Fibrillenstruktur viel deutlicher zu Tage tritt. Im Uebrigen ist das Imbibitionsvermögen dasselbe geblieben, die Fäserchen sind aber durch stärkeres Lichtbrechungsvermögen von der Kittsubstanz gesondert, und demnach tritt ihre Verlaufsrichtung deutlicher hervor (Fig. 5 u. 6). Sie verlaufen nicht parallel, sondern überkreuzen einander in ähnlicher Weise, wie es *Flesch*⁵⁾ von dem Hyalinknorpel des Femurkopfes vom Frosche zeichnet. Von einer Zerklüftung der Grundsubstanz, wie beim faserigen Bindegewebe, ist keine Rede und Zerpufungspräparate, wo auch immer und in welcher Ausdehnung genommen (Fig. 5 a), zeigen niemals isolirte Fasern, sondern immer nur unregelmässig gestaltete, abgerissene, den gleichmässigen Zusammenhang der Grundsubstanz bekundende Fetzen. Die sehr platten, membranlosen Zellen zeigen oftmals ausserordentlich lange (Fig. 5 u. 6) und wie bei *Chimaera* (Fig. 6) oftmals geschlängelte, protoplasmatische Fortsätze, ähnlich denen der homogenen Bindesubstanz der Innenzone des Zwischenwirbelgewebes von *Squatina* (Fig. 7). Ob sich dieselben, wie es bei den Knorpelzellen anderer Thiere der Fall ist (Fig. 8 a), in elastische Fasern umwandeln, kann ich nicht mit Sicherheit entscheiden. In diesem Spindelzellvorknorpel erschienen mir die Fortsätze immer ausschliesslich protoplasmatischer Natur. Eben so wenig habe ich finden können, dass sich die Zellfortsätze regelmässig mit einander verbinden. Sie sind in den meisten Fällen ganz unzweifelhaft von einander getrennt.

Als eine höhere Stufe des Vorknorpels betrachte ich, wie erwähnt, den Rundzellenvorknorpel, und das folgt einfach daraus, dass diesem Gewebe eine Umwandlung zu Theil werden kann, welche dem Spindelzellenvorknorpel niemals eigenthümlich ist, nämlich die Bildung von Zellenmembranen, von Knorpelkapseln (Fig. 9). Dabei wirft sich nun, nachdem wir gesehen haben, dass Vorknorpel mit runden Zellen auch bei dem aus dem chondroblastischen Lager wachsenden Gewebe gebildet werden kann, wiederum die Frage auf, ob derselbe auch bleibend bei den Elasmobranchiern vertreten ist. Ist

1) Lehrbuch der Histologie.

2) Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des *Lepidosteus*. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaften, Bd. III.

3) Comparative anatomy of Vertebrates.

4) Ueber die Beziehungen der chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderer Fische. Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. X.

5) l. c. Taf. V, Fig. 3.

es der Fall, dann muss derselbe jüngeren Formen als den bisher erwähnten zukommen. Das ist auch vollkommen zutreffend, und das Thier, welches denselben sowohl im Wirbelkörper, als in den Bogen und in dem Zwischenwirbelkörper am vollendetsten und verhältnissmässig gleichmässigsten verbreitet zeigt, ist *Spinax niger*, der einzige Vertreter der Vorläufer der übrigen jetzt lebenden Dornhaie, der jüngeren Form der *Plagiostomi cyclospodyli*. Somit erfahren meine stammesgeschichtlichen Folgerungen, welche ich im allgemeinen Theile niedergelegt habe, auch durch die Gewebzusammensetzung ihre Bestätigung, und kann ich kommenden Forschern für das Studium des Vorknorpels nicht dringend genug dieses Thier, sowie die Holocephalen und Notidaniden empfehlen, weil das Material von anderen ausgezeichneten Repräsentanten für dieses Gewebe, wie z. B. *Echinorhinus* und *Laemargus*, ausserordentlich schwer zu beschaffen ist. Bei *Spinax niger* (Fig. 9) bin ich zuerst und ohne Mühe auf die Fibrillenstruktur der Grundsubstanz aufmerksam geworden.

Bei seinem ersten Entstehen unterscheidet sich der Rundzellenvorknorpel (Fig. 1) von dem Spindelzellvorknorpel nur durch die Form der Zellen und durch das bereits erwähnte Verhalten derselben zur Grundsubstanz. Das Verhalten ändert sich aber im Laufe der individuellen sowohl wie der Stammesentwicklung dahin, dass in dem Rundzellenvorknorpel erwachsener Thiere rings um die Zellen in der Regel entweder dünnere oder dickere Knorpelkapseln gebildet werden. Dabei lässt sich nur ganz allgemein feststellen, dass die Dicke der Kapseln geringer zu sein pflegt (Fig. 9 u. 10) als es im hyalinen Knorpel der Fall ist. Bei dem frühzeitigen Auftreten der Kapsel und der Einschliessung der Zellen kann es, ganz unbeschadet der Möglichkeit oder selbst Wahrscheinlichkeit, dass unendlich feine protoplasmatische Fortsätze die Kapselmembran durchsetzen und in die Grundsubstanz vielleicht mit der Kittsubstanz verbunden hineinragen, nicht überraschen, dass Umwandlungen der Zellsubstanzen in elastische Fasern in späterer Zeit nicht mehr vorkommen. Diese bilden sich immer verhältnissmässig spät und dann nur aus verhältnissmässig derben Zellfortsätzen (Fig. 8). Der Rundzellenvorknorpel ist somit, soweit ich untersucht habe, niemals ein elastischer Knorpel.

Ich kann nun aber den Rundzellenvorknorpel nicht verlassen, ohne das Verhalten bei *Pristiophorus*, einem *Tectospondylus* der ursprünglichsten Form, zu besprechen, welcher mit *Spinax* etwa auf der gleichen Linie der Entwicklung stehend ebenfalls in ausgedehntem Maasse sowohl im Wirbelkörper, wie in den Bogen Rundzellenvorknorpel zeigt. Freilich will ich dabei nicht unterlassen zu betonen, dass die von mir untersuchten Thiere kaum erwachsen waren, allein in den mir vor Augen gekommenen Stadien zeigten sich die Zellen membranlos, und damit ist der Ausspruch „in der Regel“, den ich bezüglich der Zellkapsel gebrauchte, gerechtfertigt. Es ist ein Verhalten (Fig. 11) wie bei den jüngsten *Acanthias*embryonen, und es treten, wenn auch nicht überall, so doch an ausserordentlich vielen Stellen der Bogen von den Zellen ausgehende und ein zierliches Netzwerk bildende, lange, protoplasmatische Ausläufer auf (Fig. 11). Ob nun diese vielleicht an vollkommen erwachsenen Thieren die Umwandlung zu elastischen Fäserchen durchmachen, ob sie verschwinden, ob sich später eine Knorpelkapsel ausbildet, das sind Fragen, wohl werth, dass darauf hin besondere Untersuchungen angestellt werden. Erscheinungen, welche wir bei anderen Thieren in den einzelnen Kapiteln kennen lernen werden, weisen darauf hin, dass dieselben bestehen bleiben. In welchem Verhältnisse diese Zellausläufer zu den Elementen der Grundsubstanz stehen, ist ebenfalls noch zu untersuchen.

Bei dieser Gelegenheit, wo bildliche Darstellungen die Beschreibung stützen, möchte ich, wie ich es bereits in meiner Schrift „Morphologie und Heilkunde“ gethan habe, wiederum die Aufmerksamkeit der pathologischen Anatomen auf die Verhältnisse des Vorknorpels lenken. Ich halte mich nicht bloß überzeugt, dass die Vorstufe desselben, das chondroblastische Gewebe, sondern dass auch

das prochondrale bei den Neubildungen, seien dieselben gutartiger oder bösartiger Natur, eine besondere Rolle spielt, und ich gestehe, ich bin unter Anderem bei Betrachtung der auf seiner Taf. I, Fig. 11 u. 13 von Hannover¹⁾ dargestellten Gewebsmasse von der Aehnlichkeit mit dem Vorknorpel der Elasmobranchier im höchsten Grade überrascht worden. Die Faserung der Grundsubstanz tritt ja auch bei dem normalen Spindel- (Fig. 5 u. 6) und Rundzellenvorknorpel (Fig. 9) ohne Weiteres zu Tage und zwar desto mehr, je älter die Thiere sind, so dass die Fibrillenstruktur der Grundsubstanz des Knorpels einer Neubildung durchaus nicht ohne Weiteres als ein Zeichen rückschreitender Umwandlung zu Bindegewebe angesehen zu werden braucht. Eine solche Annahme wird nur dann ihre Berechtigung haben, wenn wirklich, wie bei dem Bindegewebe, Faserzerklüftung nachgewiesen werden kann. Im entgegengesetzten Falle, bei Nachweis gleichmässigen Zusammenhaltes der Fibrillen, wird man eine frühe Bildungsstufe des Knorpelgewebes anzunehmen haben. Ich halte mich überzeugt, dass nur eine wirkliche Zerklüftung der Grundsubstanz ein Zeichen des Beginnes des Gewebszerfalles ist, sei derselbe durch krankhafte Verhältnisse bedingt, sei es, dass er im natürlichen Laufe des Lebens erfolge, wie es im Greisenalter stattfinden kann.

Ich hob bereits hervor, dass das chondroblastische Gewebe und zwar vor Allem die embryonale, homogene Bindesubstanz, sei dieselbe wie bei dem wachsenden Knorpel an der Oberfläche desselben oder wie bei dem Embryo wohl überall in der Anlage des Axenskeletes um die Chorda herum vorhanden, immer die Entwicklung zu Vorknorpel zeige. Dieser Satz erleidet jedoch erhebliche Ausnahmen, welche mich zur Aufstellung der dishomogenen Entwicklung geleitet haben. Wo Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe sich scheiden, da ist sie in der Regel vorhanden, da das Zwischenwirbelgewebe theilweise zu Bindegewebe werden kann, allein auch in dem Wirbelkörper findet unter Umständen eine dishomogene Entwicklung zu Knorpel und Bindegewebe statt, ein Beweis, dass die Grundlagen der beiden Gewebe des Knorpels und des faserigen Bindegewebes die gleichen sind (membranlose Zellen mit homogener, fester Grundsubstanz). Durch die ungleichartige Entwicklung entsteht der Gefäss- und der Bindegewebsknorpel.

Was zunächst die Bildung des Gefässknorpels, welche ich bei Embryonen von *Squatina* und *Pristis antiquorum* (Fig. 12 u. 13) verfolgt habe, betrifft, so ergeben meine Beobachtungen, welche aber durchaus keinen abschliessenden Charakter tragen, darüber Folgendes:

An bestimmten Stellen der Peripherie wuchert das chondroblastische Zellgewebe in dem Maasse, wie das der Umgebung sich zu Knorpel verwandelt, und auf diese Weise entstehen unregelmässig gestaltete, mehr oder minder tief in den Knorpel ragende Zapfen (Fig. 12 a), in denen noch keine Spur von Gefässen zu entdecken ist. Die Zellen derselben erscheinen spindel- oder sternförmig und sind in eine mehr oder minder ausgedehnte, homogene Grundsubstanz eingebettet. Diese imbibirt sich stärker als die der umgebenden Knorpelsubstanz und erscheint dem entsprechend weicher und hat sich in der Zusammensetzung gewiss verhältnissmässig weniger von der Grundlage, dem Zellprotoplasma, entfernt. In diesem Zapfen bildet sich das endotheliale Gefässrohr (Fig. 13 a), ob aber an Ort und Stelle oder von den perichondralen Gefässen aus vordringend, das zu entscheiden ist mir nicht gelungen. Die Erscheinung aber, welche mit dem Auftreten des Gefässlumens verbunden ist, ist eine augenfällige. Die Zellmassen des Zapfens werden zusammengedrängt (Fig. 13 b) und ordnen sich concentrisch um das endotheliale Rohr, eine Anordnung, welche doch wohl von dem Blutdrucke abhängig sich rein mechanisch erklären lässt. Die weiche Grundsubstanz erscheint dabei sparsamer, die Zellen

1) Om Bruskins Dannelse og Udvikling. Vid. Sels. Skrifter 5 Raekke, naturw. og math. Afdeling 7. B.

verbindend, macht aber auch gleichzeitig eine Umwandlung durch und zwar zu prochondraler Grundsubstanz. So erklärt es sich, wie die Gefässe stets von einer stark imbibirbaren Vorknorpelhülle begleitet erscheinen, mag das Gewebe des Wirbelkörpers sonst einen Charakter annehmen, welchen es wolle. Eine Verzweigung der Gefässe habe ich nie beobachtet, ebenso wenig wie es mir gelang in der Gefässlücke zwei Gefässe zu sehen. Es muss somit namentlich bei den radiär eindringenden Gefässen der seltene Fall einer blind endenden Gefässlichtung vorhanden sein.

Die Bildung des Bindegewebsknorpels vermag ich mir auf Grund meiner Beobachtungen nur in folgender Weise zu erklären:

Ich habe dieselbe am klarsten bei *Symnus lichia* gesehen (Fig. 14 u. 15), bei welchem Thiere, ausser vielleicht den Carchariden, auch im verkalkten, centralen Doppelkegel Bindegewebsfasern als stark imbibirbare, cylindrische Stränge vorkommen. Diese sind etwa nach Art der Sharpey'schen Fasern in der verkalkten Grundsubstanz eingebettet, ohne dass dieselben, so viel ich gesehen, selbst an dem Verkalkungsprocess Theil nehmen. Die Entwicklung dieses centralen Doppelkegels, das Wachsthum desselben und damit auch des Bindegewebsknorpels in dieser Form habe ich ganz besonders deutlich an der Grenze gegen den Zwischenwirbelraum hin verfolgen können (Fig. 15). Das Zwischenwirbelgewebe stellt bei diesem Thiere ein im Wesentlichen parallelfaseriges Bindegewebe dar (Fig. 15 a), in dessen Lücken die bekannten spindelförmigen Bindegewebskörperchen liegen. An dem Uebergange zu dem centralen Doppelkegel, welcher wie alle ursprünglich aus Vorknorpel besteht, sieht man die Bindegewebszellen rundlich werden (Fig. 15 b), ihre Ausläufer verlieren und alsbald sich einkapseln. Damit geht dann die Bildung prochondraler Grundsubstanz Hand in Hand und diese drängt die Bindegewebsfasern aus einander, so dass diese von einander weit getrennt schliesslich als drehrunde Stränge in der verkalkenden Grundsubstanz des centralen Doppelkegels verlaufen (Fig. 16 a).

An der Oberfläche des Wirbelkörpergewebes sieht man die Hervorbildung des Bindegewebsknorpels in ähnlicher Weise geschehen, obgleich namentlich auch hier noch viel tiefer dringende Untersuchungen angestellt werden müssten. Das chondroblastische Gewebe macht, wie ich mit Bestimmtheit behaupten zu dürfen glaube, nicht unmittelbar die Umwandlung zu Vorknorpel durch, sondern die Grundsubstanz zerklüftet in Bindegewebsfasern und erst, nachdem dieses geschehen ist, bildet sich um die in den Lücken liegenden Zellen, welche gleichzeitig die runde Form annehmen (Fig. 14) und eine Kapsel zu bilden anfangen, prochondrale Grundsubstanz, welche dann wie bei dem Wachstume des centralen Doppelkegels die Bindegewebsfasern auseinanderdrängt. So verläuft schliesslich jede Bindegewebsfaser von der anderen auf weite Strecken getrennt durch die knorpelige Grundsubstanz. Dabei will ich es dahin gestellt sein lassen, ob nicht die ältesten Bindegewebsfasern allmählig einer Auflösung unterliegen. Dafür scheinen mir folgende Umstände zu sprechen. In den tiefsten Lagen, in denen sich diese Fasern finden, laufen dieselben fein zugespitzt aus (Fig. 14). Ausserdem zeigen sie aber eine Umwandlung, welche ich auf nichts Anderes als auf einen Zerfall zurückführen kann. Man sieht deutlich (Fig. 14) eine feine Streifung in den Fasern auftreten, wie eine Art Plättchenzerfall.

Dabei wäre ich denn bei den rückschreitenden Umwandlungen des Vorknorpels angelangt, allein ehe ich auf diese, welche mir ganz besonders für die pathologische Anatomie wichtig erscheinen, eingehe, möchte ich die Aufmerksamkeit auf eine eigenthümliche Anordnung der Zellen lenken, welche mir besonders häufig bei den Rochen vorgekommen ist, und für die ich als Beispiel den Knorpel der Bogenoberfläche von *Rhinobatus cemiculus* genommen habe (Fig. 17). Während die Zellen, so lange das Gewebe den Charakter des Spindelzellvorknorpels trägt, einzeln liegen (Fig. 17 a) und selbst dann,

wenn sie wie im Rundzellenvorknorpel rundlich geworden sind, immer, selbst in Gruppen, die runde Gestalt bewahren (Fig. 17 *b*), zeigen sie nahe der Oberfläche in regelmässigen Abständen (Fig. 17 *c*) eine eigenthümliche Reihenordnung. Ich habe dieselbe in den vorläufigen Mittheilungen ¹⁾ mit dem Ausdrucke Schachtelung der Zellen bezeichnet. Fehlen mir nun auch direkte, entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen, so möchte ich doch glauben, dass es sich um eine regelmässige Theilung und zwar um eine Quertheilung der Knorpelzellen handelt, wobei denn die zwischen den Theilzellen entwickelte Grundsubstanz nur eine sehr geringe Ausdehnung besitzt. Dafür besitzt sie jedoch ein ausserordentlich hohes Imbibitionsvermögen, welches grösser ist als das der gewöhnlichen prochondralen Grundsubstanz. Dies lässt mir wiederum den Schluss gerechtfertigt erscheinen, und dafür spricht auch die geringe Menge der Grundsubstanz, dass wir es mit einer jüngeren Form des Zwischenzellgewebes zu thun haben.

Als ein Zeichen des Zerfalles, der rückschreitenden Umbildung ist wohl die Zerklüftung der Knorpelgrundsubstanz ohne direkt nachweisbare Antheilnahme der Zellen, welche im Gegentheil ihren ursprünglichen Charakter bewahren, anzusehen (Fig. 18). Ich habe dieselbe in den Kalkplatten der Bogenoberfläche, welche ja sehr ausgedehnt bei den Rochen vorkommen, besonders häufig beobachtet. Diese Zerklüftung erinnert mich an den Vorgang, welcher bei dem gichtischen, beziehungsweise dem senilen Knorpel geschildert wird, und ich halte mit Rücksicht auf die normalen Vorkommnisse bei den Elasmobranchiern die Annahme nicht für ganz ungerechtfertigt, dass dieser Faserzerfall, diese Zerklüftung ihre Ursache in mechanischen Verhältnissen, wie sie bei den Bewegungen der Wirbelsäule herrschen, hat. Da die Oberfläche der Wirbelkörper und Bogen mit Kalkplättchen versehen ist, welche wenn auch nur durch geringe, weiche, nachgiebige Zwischensubstanzen getrennt sind, so muss die Ausgiebigkeit der Bewegungen der Wirbelsäule von diesen Zwischenmassen abhängig sein. Es muss in ihnen eine grössere Verschiebung der Theilchen wie in den Kalkplatten und -plättchen auftreten, und so ist es kein Wunder, um so weniger, weil die Grundsubstanz ungleichförmig ist (Fibrillen und Kittsubstanz), wenn eine Trennung, eine Spaltung eintritt, wodurch einer freieren Beweglichkeit unzweifelhaft Vorschub geleistet wird.

Ausserordentlich interessant, namentlich im Hinblick auf krankhafte Verhältnisse, erscheint mir die Umwandlung des Vorknorpels zu Schleimgewebe, ein Vorgang, welcher ganz normal sowohl im Zwischenwirbelgewebe (Fig. 19), als auch im Wirbelkörper (Fig. 10) von *Spinax niger* zur Beobachtung kommt. Habe ich nun auch im Zwischenwirbelgewebe die Schleimmetamorphose nicht direkt beobachten können, so gelingt es desto leichter am Wirbelkörper.

Das Intervertebralgewebe bildet sich bei diesen Thieren immer abwechselnd zu prochondralen Knorpellamellen (Fig. 19 *a*) und wirklichem Schleimgewebe (Fig. 19 *b*), einem cytogenen Maschennetze aus, in welchem die Kerne der ursprünglichen Zellen den Maschenwänden der umgewandelten Grundsubstanz ankleben können. Dieses Alveolenwerk zeigt sich identisch mit dem, welches sich in der Innenzone des Wirbelkörpers bildet und folgende Entstehungsweise zeigt. Die prochondrale Grundsubstanz (Fig. 10 *a*) ändert ihr fibrilläres Aussehen und wird körnig (Fig. 10 *b*), sie erweicht. Dabei macht das Protoplasma der Zellen die Gallert- oder Schleimmetamorphose durch, bekommt dadurch ein grösseres Volumen, bläht die vorhandene Zellkapsel auf, welche dann mit ihrem Inhalt dem Kerne und der zuweilen von einem protoplasmatischen Netzwerke (Fig. 10 *c*) durchsetzten Schleim- oder Gallertmasse in ein zartes Maschenwerk mehr körniger Grundsubstanz eingebettet erscheint. Die Zell-

1) l. c.

kapsel kann aber auch verschwinden, die Alveolen der körnigen, umgewandelten, prochondralen Grundsubstanz können bersten, die Maschen sich in einander öffnen, und dann bekommt man das Bild eines echten Schleimgewebes.

Habe ich nun so die wesentlichen Verhältnisse des Vorknorpelgewebes und dessen Entstehung geschildert, so wende ich mich jetzt zu einer wichtigen Umwandlung desselben, zu seiner Metamorphose in den hyalinen Knorpel, ein Vorgang, der als fortschreitend zu bezeichnen ist. Das beweist vor allen Dingen der chondroblastisch wachsende Knorpel. In den tiefsten Lagen findet sich Hyalinknorpel, während sich an der Oberfläche Vorknorpel zeigt, dem dann am Perichondrium das chondroblastische Gewebe folgt (Fig. 3 u. 4). Es erscheint mir dabei, wenn man die ganze Reihe der Elasmobranchier überblickt, interessant, dass diese Umbildung nicht plötzlich, sondern ganz allmählig vor sich zu gehen pflegt (Fig. 24). Namentlich bei den Thieren, bei denen der Vorknorpel ausserordentliche Verbreitung findet, und das sind ja die ältesten unter den Elasmobranchiern, erscheint der Hyalinknorpel nur in geringer Masse, nur fleckenweise, und von diesem Verhalten bis zum Vorherrschen des hyalinen Knorpels, als Zeichen der höchsten Differenzirung nur den jüngsten Formen zukommend, herrschen alle möglichen Uebergänge. Diese Uebergänge müssen um so mehr die Aufmerksamkeit erregen, weil sie bisher von den Forschern so gut wie vollkommen übersehen worden sind. Der Einzige, welcher, soweit mir bekannt, Bilder gefunden, welche sich mit den kommenden Schilderungen in Einklang bringen lassen, ist Gegenbaur¹⁾, welcher ebenso wie Leydig²⁾ nicht allein die verschiedenen Zellformen im Knorpel der Elasmobranchier und deren gegenseitiges Verhältniss gesehen hat, sondern auch Andeutungen der Zusammensetzung der Grundsubstanz. Freilich sind seine diesbezüglichen Angaben nicht bestimmt genug und nicht ausreichend durch Abbildungen unterstützt, allein ich zweifle nicht daran, dass er, wenn auch an dem Schädelknorpel der Elasmobranchier, das Richtige gesehen hat, ebenso wie seine Beschreibung der gleich den Krystallspaltflächen den Knorpel durchsetzenden Streifen kaum auf etwas Anderes zurückzuführen sein möchte als auf die Erscheinungen des gemischten Knorpels.

Der gemischte Knorpel bildet sich aus dem Vorknorpel in folgender Weise:

Bei den Thieren, bei welchen, wie bei *Spinax*, der Vorknorpel in allen Theilen des Axenskeletes so ausserordentlich überwiegt, wenn derselbe auch in vollendeterer Form wie bei den *Holocephalen* und *Notidaniden* auftritt, scheint mir die Entstehung des gemischten Knorpels am Besten verfolgbar. Es treten (Fig. 20), ohne dass die Fibrillenstruktur der Grundsubstanz sich in irgend welcher Weise ändert, ohne dass ferner die Zellen irgend welche Aenderungen erleiden, in der Zwischenzellmasse unregelmässige, helle Stellen auf (Fig. 20), welche bald die Zellen oder Zellgruppen vollständig oder unvollständig umgeben, bald ohne Beziehung zu diesen ausschliesslich im Zwischengewebe vorkommen. Diese hellen Flecke in stark imbibirbarer Grundsubstanz kann ich ihrem ganzen Verhalten entsprechend nicht anders denn als locale Anhäufungen hyaliner Grundsubstanz betrachten, welche ohne scharfe Grenze gegenüber der prochondralen allmählig in diese übergeht und somit wahrscheinlich durch eine bestimmte physikalische Umwandlung der Fibrillen ohne besondere Betheiligung der Kittsubstanz aus dieser entstanden erscheint. Daher schreibt sich ein anderes Lichtbrechungs- und geringeres Imbibitionsvermögen gegenüber Farbstoffen. Immerhin muss ich es aber fraglich lassen, ob nicht auch die Kittsubstanz der Fibrillen Aenderungen erleidet. Darauf weist der Umstand hin, dass sich das Lichtbrechungsvermögen der Kittsubstanz mit dem der Fibrillen in gleichem Sinne ändert.

1) l. c.

2) Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie, Leipzig 1852.

Wäre das nicht der Fall, so müssten die Fibrillen schärfer als in der vorknorpeligen Grundsubstanz hervortreten, was sie jedoch nicht thun. Das Auftreten der hyalinen Grundsubstanz bald um die Zellen oder Zellgruppen, bald zwischen ihnen ist nun freilich bei der Umwandlung des Vorknorpels in gemischten Knorpel nicht gerade die Regel, allein das Verhalten bei *Spinax* ist dennoch ganz besonders wichtig und interessant, weil die beiden Typen des gemischten Knorpels dadurch in schönster Weise verknüpft werden.

Das regelrechte Verhalten zeigt sich unter Anderem zuerst bei *Laemargus borealis* (Fig. 21 u. 22), bei welchem der Spindelzellvorknorpel des Wirbelkörpers an einzelnen Stellen sich zu einem gemischten Spindelzellknorpel umwandelt. Um die Zelle oder um eine Gruppe derselben bilden sich, wie ich es bereits angegeben habe, Höfe oder Inseln von hyaliner Grundsubstanz (Fig. 21 *a*). Von dieser lässt sich bei anderen Thieren, sei es überall oder an einzelnen Stellen, selbst an in gewöhnlicher Weise in Alkohol aufbewahrten Präparaten nachweisen, dass sie aus Fibrillen und Kittsubstanz zusammengesetzt ist, obgleich dieselbe unter den gewöhnlichen Behandlungsmethoden, bei gleichem Lichtbrechungsvermögen der beiden Substanzen homogen erscheint. In dieser Grundsubstanz liegen die Zellen, gerade wie es in der prochondralen der Fall ist, nackt, ohne Kapsel und senden Ausläufer aus (Fig. 21 u. 22). Ob nun aber und in welcher Weise diese einen Einfluss bei der Ausbildung der hyalinen Grundsubstanz haben, das ist noch zu erforschen. Durch diese Inselbildung erscheint der stark imbibirbare Vorknorpel auf Schnitten als ein dickes Balkennetz (Fig. 21 *b*), welches in unregelmässiger Weise den Hyalinknorpel durchsetzt, und dieses Aussehen mag viele Forscher, wie unter Anderen auch Kölliker und Göttsche zur Annahme einer weiten Verbreitung von Faserknorpel unter den Elasmobranchiern verleitet haben, womit keineswegs gelegnet werden soll, dass nicht wahrer Faserknorpel bei diesen Thieren existirt. Die Balken sind aber keine Fasern und Fasernetze, sondern es ist ein Alveolensystem, welches sich von einem areolären Bindegewebe himmelweit unterscheidet und auf Quer-, Längs- und Schrägschnitten immer in derselben Weise erscheint. Gegen die Grenze des Zwischenwirbelraumes sieht man häufig in der prochondralen Grundsubstanz ein stärkeres Vortreten der Fibrillen (Fig. 22 *a*) als erste Andeutung eines Zerfalles, allein von einem wirklichen Faserknorpel ist hier keine Rede.

Die nächst höhere Form des gemischten Knorpels ist nun wiederum Rundzellenknorpel, welcher demnach einmal jüngeren Thierformen eigenthümlich sein muss, wie man das unter Anderem an *Spinax* (Fig. 20) sieht, sodann aber voraussichtlich in den ältesten Theilen der Wirbelsäule, wie im Bogenknorpel oder in den Theilen des Wirbelkörpergewebes, welche der Chorda am nächsten liegen, vorkommen wird. Das ist Alles vollkommen zutreffend, und wiederum bietet *Laemargus* in der vertebralen Einschnürung der Innenzone (Fig. 23) einen erfreulichen Beweis für das Hervorgehen des Rundzellenknorpels aus dem Spindelzellknorpel. Hier zeigt sich bereits das Ueberwiegen der hyalinen Grundsubstanz und demnach zunehmende Feinheit des Alveolenwerkes der prochondralen (Fig. 23 *a* u. *b*), sowie eine Mischung von Rund- und Spindelzellen in den besten Uebergangsformen. Dabei scheint auch den runden Zellen zunächst eine selbständige Kapsel zu fehlen.

Ich erwähnte soeben das allmähliche Ueberwiegen der hyalinen Grundsubstanz über die prochondrale, und das lässt sich in schönster Weise in aufsteigender Reihe von den älteren zu den jüngeren Formen nachweisen. Sehr charakteristisch ist dabei die Anordnung der prochondralen und hyalinen Grundsubstanzen, welche sich, wie z. B. *Centrosephyllum* (Fig. 24) im Inneren des Wirbelkörpers zeigt, oftmals die Waage halten. Die Vorknorpelsubstanz stellt hier (Fig. 24) in radiärer Richtung angeordnete, sich sparsam mit einander verbindende Streifen dar, zwischen denen die hyaline säulenartig

angeordnet ist. Damit erscheint eine Anordnung, welche bei den einzelnen Formen wohl der Betrachtung und Beschreibung werth ist, weil sie meiner Ansicht nach der Ausdruck einer bestimmten Wachstumsrichtung ist, und weil damit für die Ernährungsverhältnisse der Wirbel wichtige Fingerzeige gegeben sind. Selten sieht man dabei, wie einzelne Zellen (Fig. 24 a) in der prochondralen Grundsubstanz eingebettet bleiben, allein das Verhalten ist immer bezüglich des stammesgeschichtlichen Zusammenhangs, so in diesem Falle des *Centroseyllum* mit *Spinax*, interessant und wichtig. In der Regel liegen die Zellen in den hyalinen Höfen und bei diesem Verhalten läge natürlich die Vermuthung nahe, dass bei der Umwandlung der prochondralen in die hyaline Grundsubstanz es der Zellen oder des Zellprotoplasmas nicht bedürfte, dass aber die Zellen wirklich nicht die ausschliessliche Rolle bei der Umwandlung spielen, das lehrt der nachher noch weiter zu verfolgende Umstand, dass sich hyaline Grundsubstanz auch gänzlich ausserhalb des Bereiches der Zelle bilden kann.

Bei einem bedeutenden Ueberwiegen der hyalinen Grundsubstanz kann die prochondrale zuweilen (Fig. 4) auf Schnitten als ein System von Fasern imponiren, und wenn dann zugleich die Fibrillenstruktur derselben deutlich zu Tage tritt (Fig. 4), macht es den Eindruck, als spalteten die Fasern sich wieder zu feinsten Fäserchen. Macht man nun aber Schnitte in verschiedenen Richtungen, so zeigt es sich, da immer dasselbe Bild wiederkehrt, da keine Querschnittsfiguren von Fasern oder Fäserchen sich zeigen, dass es sich um ein ausserordentlich dünnwandig gewordenes Alveolensystem handelt. In solchen Fällen ist der Vergleich mit Krystallspaltflächen, wie Gegenbaur ihn aufgestellt hat, ein vollkommen gerechtfertigter. Bei dieser Gelegenheit möchte ich aber darauf aufmerksam machen, dass es mir durchaus noch nicht abgemacht erscheint und wohl Gegenstand weiterer Untersuchungen werden dürfte, ob bei dieser Verdrängung der prochondralen Grundsubstanz, bei der ja gerade die fibrilläre Struktur derselben deutlich zu Tage tritt, und bei der die Annahme einer physikalischen Umwandlung in Folge von Druck oder Zug durchaus nichts Unwahrscheinliches hat, nicht dennoch eine Faserzerklüftung in derselben, eventuell eine weitere Umwandlung derselben zu elastischen Fasern oder lamellenähnlichen Bildungen stattfinden kann. Darüber scheinen mir die Akten durchaus noch nicht geschlossen, und Erscheinungen, welche wir am hyalinen Knorpel kennen lernen werden, weisen darauf hin, dass dergleichen vorkommen könnte, und dass vielleicht manche Bildungen, welche als elastische Fasern oder Streifen auftreten, nicht direkt von den Zellen gebildet sind, sondern durch den Wachstumsdruck oder -zug der Umgebung zu Fasern oder Lamellen umgewandelte, prochondrale Grundsubstanz darstellen. Hier muss eine eingehende Untersuchung der Entwicklung Klarheit bringen, und zeigt sich nun, dass solche Vorgänge wirklich stattfinden, dann sind wir berechtigt einen solchen Knorpel als Faserknorpel zu bezeichnen.

Sehr deutlich lässt sich auch die Bildung des gemischten Knorpels und der Uebergang zu einem vollkommen hyalinen Knorpel (Fig. 3) beim Oberflächenwachsthum verfolgen, und sind die Bilder dabei oft von einer ausserordentlichen Schönheit und Zierlichkeit (Fig. 25). Näher der Oberfläche bilden sich um die Zellen des Vorknorpelgewebes entweder um jede einzelne, oder um Gruppen derselben schwache, lichte Höfe (Fig. 25), welche in der Tiefe immer deutlicher hervortreten und zuweilen confluiren. Gewöhnlich sind dieselben von einander getrennt, allein je älter die Schichten werden, desto näher rücken sie an einander, und schliesslich kann der Abstand so gering werden (Fig. 26), dass die hyaline Grundsubstanz von einem feinen, zierlichen Netzwerk mit polygonalen oder runden Maschen durchzogen erscheint. Die Knorpelkapseln können dabei mehr oder minder deutlich hervortreten (Fig. 26).

Ganz besonders wichtig ist nun aber das Verhalten des gemischten Knorpels, welches ich in Fig. 27 dargestellt habe. Das Präparat ist dem *Rhynchobatis laevis* entnommen, allein wie wir sehen

werden, zeigt sich diese Anordnung auch bei anderen Thieren. Die Gewebsform ist histogenetisch und stammesgeschichtlich dem gewöhnlichen gemischten Knorpel gleich zu setzen, zeigt aber meines Erachtens auf das Klarste, dass die Verwandlung der leicht imbibirbaren, prochondralen in die schwer imbibirbare, hyaline Grundsubstanz nicht ausschliesslich unter der Einwirkung des Zellprotoplasma geschieht, sondern von durch bestimmte Ernährungsverhältnisse hervorgerufenen Zusammensetzungen der prochondralen Grundsubstanz, möglicherweise ausschliesslich, abhängig ist, wie ich das bereits in meinen früheren Mittheilungen hervorgehoben und auch für die Verkalkung angenommen habe. Während sich sonst überall, oder wenigstens an den meisten Stellen Höfe und Inseln hyaliner Grundsubstanz unmittelbar um die Zellen bilden, bleiben in diesem Falle dieselben einzeln oder in Gruppen zusammenliegend von prochondraler Substanz umschlossen (Fig. 27). Diese tritt entweder in Gestalt runder Höfe oder netzförmig verbundener Streifen (Fig. 27) auf, während sich die hyaline Grundsubstanz, ohne regelrecht Zellen einzuschliessen, um diese Höfe und zwischen diesen Streifen in weiter Ausdehnung hervorbildet. Diese Form des gemischten Knorpels sehen wir ja bereits im Knorpel von *Spinax* (Fig. 20) angedeutet, sie zeigt sich aber bei einzelnen Haien und Rochen in ganz charakteristischer Weise. Auch um deswillen ist mir eine hervorragende Betheiligung der Zellen an der Umwandlung der Grundsubstanzen zweifelhaft, weil deutlich nachweisbare Ausläufer derselben bis in die hyaline Masse hinein zu fehlen pflegen.

Der echte hyaline Knorpel löst oft plötzlich (Fig. 3) den gemischten, beziehungsweise den Vorknorpel ab und zeichnet sich, wie bekannt, durch seine geringe Imbibitionsfähigkeit Farbstoffen gegenüber aus. Als die höchste Form des Knorpels erscheint er ausschliesslich nur bei den jüngsten Elasmobranchiern und bei älteren Thieren höchstens in den am frühzeitigsten sich herausbildenden Bogen. Die Zellen desselben sind gewöhnlich die bekannten eingekapselten Rundzellen (Fig. 28), welche entweder einzeln, oder in Gruppen zusammen liegen, allein auch in diesem Gewebe kommen, wie z. B. bei *Squatina*, Zellformen vor, welche, ohne deutlich nachweisbare Membranen zu besitzen, ein mehr spindel- oder sternförmiges Aussehen zeigen, und in solchen Fällen kann es vorkommen, dass die kurzen Ausläufer an ihrem Ende Umwandlungen zu elastischer Substanz zeigen (Fig. 8 a). Es lässt sich also auch hier ein Spindel- und Rundzellknorpel unterscheiden, von welchen wiederum der letztere die höchste Vollendung darbietet. Was nun die Grundsubstanz betrifft, so erscheint sie (Fig. 3, 29, 30) bei Anwendung der gewöhnlichen Reagentien vollkommen homogen, allein bei einzelnen Thieren, wie z. B. bei *Cephaloptera* (Fig. 18 u. 28), gelingt es selbst an Alkoholpräparaten, sogar bei schwachen Vergrösserungen in vollkommenster Weise die fibrilläre Struktur nachzuweisen, wie dieselbe ja in der neuesten Zeit in der Arbeit von *Flesch*¹⁾ besonders ausführlich behandelt worden ist. Die Homogenität beruht also auch hier lediglich auf dem gleichen Lichtbrechungsvermögen, welches Fibrillen und Kittsubstanz für gewöhnlich besitzen.

Indem sich nun auf diese Weise die wesentlichste Uebereinstimmung des Baues des hyalinen Knorpels der Elasmobranchier mit dem der anderen Thiere herausstellt und die Fibrillenstruktur der Grundsubstanz somit auch für den Knorpel ein gemeinsames Merkzeichen bildet, erscheint der Hyalinknorpel nur als eine besondere Modification, welche sich dadurch auszeichnet, dass ihr Imbibitionsvermögen für gefärbte Flüssigkeiten, wie wir sie gewöhnlich als Tinktionsmittel anwenden, geringer ist als das des gemischten oder gar des Vorknorpels. Daraus folgt nun aber keineswegs mit Nothwendigkeit, dass das Imbibitionsvermögen überhaupt aufgehoben ist. Dass das nicht der Fall, dafür spricht

1) l. c.

ja die Möglichkeit durch Anwendung anderer Flüssigkeiten die Fibrillenzusammensetzung sichtbar zu machen, beziehungsweise einen Fibrillenzerfall einzuleiten. Dabei wird auch hier wieder die inter-fibrilläre Kittsubstanz als die imbibitionsfähige Masse anzusehen sein, und ich bin jetzt durchaus der Ansicht, dass durch ihre Vermittlung die Ernährungsflüssigkeit in unendlich feiner Vertheilung, aber in ungemein reichlichem Maasse den Zellen zugeführt wird, und dass dieselbe somit wie bei den übrigen Knorpelarten die Ernährungswege darstellt, so vollendet, so zahlreich, dass der Knorpel, wie ja auch seine mannichfaltigen Umwandlungen lehren, den lebhaftesten Stoffwechsel hat. Die Ernährungsweise des Knorpels schliesst sich somit der Ernährungsweise an, welche J. Arnold¹⁾ bei den geschichteten Epithelien aufgestellt hat, und welche meiner Ansicht nach allen durch Kittsubstanz zu zusammenhängenden Lagern verbundenen Zellen eigenthümlich ist. Dass die Kittsubstanzen der verschiedenen Knorpel, wenn sie unter einander gemischt vorkommen, wie auch die Fibrillen zusammenhängen, brauche ich wohl nicht besonders hervorzuheben, ebenso wie die etwaigen Beziehungen zu dem Zellprotoplasma dieselben sein müssen. Um also ein Ernährungssystem des hyalinen Knorpels herzustellen, bedarf es nicht nothwendig einer Beimischung prochondraler Substanzen, wie ich eine solche in meinen früheren Mittheilungen vermuthet habe, sondern dieses ist ohne Weiteres in der zusammenhängenden Kittsubstanz gegeben, deren näheres Verhältniss zu den Zellen noch immer der Aufklärung harret.

Der weiteren Aufklärung harret nun aber auch ein anderes Verhalten, welches wohl einer besonderen Untersuchung werth wäre. Es betrifft die Bildung von Balken, Fasern oder Lamellensystemen, welche oftmals netzförmig verbunden (Fig. 30), entweder nach Art der *elastica externa* concentrisch um die Chorda gelagert sind oder in verschiedener Weise gegen die Oberfläche hin radiär ausstrahlen können. Ich muss es dahin gestellt sein lassen, ob diese Bildungen Reste eingeschlossener, prochondraler Grundsubstanz oder Neubildungen der hyalinen Grundmasse sind. Ich vermuthete bereits früher, dass Beides vorkommen könne und deutete auf erstere Möglichkeit bei Gelegenheit meiner Schilderung des gemischten Knorpels hin. Einige Embryonen von *Mustelus laevis* von 18—40 Ctm. Länge haben mir im Wesentlichen das Untersuchungsmaterial geliefert. Während sich in den vorausgehenden Stadien nichts Besonderes in der hyalinen Grundsubstanz des Wirbelkörperinneren zeigte, erschienen plötzlich auf Schnitten (Fig. 29) wachsartig glänzende, allein gegenüber der umgebenden Grundsubstanz nicht scharf abgesetzte Fäden, welche sich, wenn man sich zur Controle sowohl der Längs- als der Querschnitte bedient, als Platten oder Lamellen darstellen. Die Grundsubstanz ist dabei verhältnissmässig sparsam (Fig. 29) und die Zellen liegen ziemlich dicht zusammen. Zellkapseln lassen sich dabei nicht als gesonderte Bildungen nachweisen. Im weiteren Verlaufe der Entwicklung (Fig. 30) treten die Platten, welche ein unregelmässiges Alveolenwerk bilden, deutlicher hervor, grenzen sich schärfer ab, werden stärker lichtbrechend, und zugleich erscheint die hyaline Grundsubstanz vermehrt und die Zellen sind weiter aus einander gerückt (Fig. 30). Diese Erscheinung beweist meiner Ansicht nach auf das Klarste, dass es nicht allein ein perichondrales Wachsthum des Hyalinknorpels durch Vermittlung des Vorknorpelgewebes giebt, sondern dass auch ein endochondrales, ein expansives Wachsthum statt hat und zwar dadurch, dass hyaline Grundsubstanz direkt von den Zellen aus gebildet werden kann, ohne dass dieselbe zuvor die prochondrale Stufe durchläuft.

Die Erscheinung des inneren, expansiven Wachsthumes scheint mir nun aber auch ein Licht auf die Bildung der Lamellensysteme zu werfen. Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, dass die-

1) Ueber Kittsubstanz der Epithelien, Virchow's Archiv, 64. Bd.

selben unter dem Einflusse des Wachstumsdruckes oder -zuges der um die Zellen neu gebildeten hyalinen Massen entstehen, wobei dann die ursprünglich um die Zellen gebildeten hyalinen Grundsubstanzen eine Compression und damit eine physikalische Umänderung erleiden. Ich habe in diesen Lamellen bei ihrem Entstehen keine Faserstruktur nachweisen können. Die Richtung derselben wäre dann ferner insofern interessant, als sie an den verschiedenen Stellen des Wirbels die Richtung des expansiven Wachstumes angeben würden, wodurch natürlich Form und Struktur des Axenskeletes beeinflusst werden muss.

Habe ich nun so die allgemeinen Verhältnisse des unverkalkten Knorpels der Elasmobranchier geschildert, so wende ich mich jetzt zu den Erscheinungen des Verkalkungsprocesses, und dabei verfehle ich nicht folgenden Satz an die Spitze zu stellen:

Jeder Verkalkung des hyalinen Knorpels geht unter dem Einflusse bestimmter, nicht näher bekannter Ernährungsverhältnisse desselben, vielleicht unter besonderer Theilnahme des Zellprotoplasma eine Umwandlung der hyalinen Grundsubstanz zu leicht imbibirbarer, prochondraler Grundsubstanz voraus und erscheint überhaupt letztere ausschliesslich zur Aufnahme von Kalksalzen geeignet.

Ist somit nach meiner Auffassung eine direkte Betheiligung der höchsten Stufe des Knorpelgrundgewebes an der Verkalkung ausgeschlossen und findet dieselbe lediglich in der einen Vorstufe derselben, in der vorknorpeligen Grundsubstanz, statt, so muss die hyaline entweder von einer aus dem Zellprotoplasma gebildeten, prochondralen Grundmasse verdrängt werden, oder sie muss sich sei es im Ganzen, sei es zu einem Theile zu prochondraler Masse umwandeln, es muss ihr also im letzteren Falle die Möglichkeit des Zurücktretens von einer vollendeteren Stufe zu einem, wenn man so will, embryonalen Stadium inne wohnen. Nun kennen wir aber kein Beispiel, wo ohne Antheilnahme der Zellen, welche die Bildungsfähigkeit stets dann vollkommen bewahren, wenn der Zelleib keine Umwandlungen erlitten hat, das Zurücktreten einer Zwischenzellmasse in eine frühere Bildungsstufe vor sich geht, es müsste denn sein, dass die Grundsubstanz Reste ursprünglicher Bildungsubstanzen, die immer wieder protoplasmatischer Natur sein müssen, einschliesse, von welcher aus dann die Umwandlung zu prochondraler Substanz geschähe. Da man nun bei der eintretenden Verkalkung nicht im Stande ist eine direkte Antheilnahme, eine Veränderung der in den Zwischenzellsubstanzen eingebetteten Zellen nachzuweisen, so ist man darauf angewiesen, eine Bildungsmasse in der hyalinen Grundsubstanz anzunehmen, auf welcher die Ueberführung derselben zu leicht imbibirbarer Masse beruht. Da bietet sich denn die Kittsubstanz der Fibrillen dar, von der ja auch ich wie Fleisch annehme, dass vorzugsweise diese mit dem Zellprotoplasma zusammenhängend die Leiterin der Ernährungsflüssigkeiten darstellt. Sie muss den protoplasmatischen Charakter am Meisten bewahrt haben und demnach fortbildungsfähig geblieben sein. In welcher Weise sich nun aber die Kittsubstanz an der Verkalkung betheiligt, welche Rolle ferner die Fibrillen bei dem Prozesse spielen (die Knorpelkapsel bleibt dabei, wie ich gefunden habe, ganz ausser Frage), das ist indessen durchaus nicht klar, und diese Vorgänge bedürfen eines ganz besonders eingehenden Studiums. Ich halte mich überzeugt, dass bei der Verkalkung Fibrillen und Kittsubstanz sich nicht allein verschieden verhalten, sondern, dass auch gegenüber dem Verhalten derselben vor der Verkalkung physikalische Unterschiede vorhanden sind, und ich schliesse das mit voller Bestimmtheit daraus, dass, mag auch die Grundsubstanz vollkommen homogen verkalken, die Struktur derselben nach der Entkalkung sich vollkommen gewahrt zeigt (Fig. 31). Das zeigt vor allen Dingen auch die Betrachtung fossiler, verkalkter Knorpel (Fig. 42 u. 43), bei welchen sich die Fibrillenstruktur des ursprünglichen Knorpels immer aufs Schönste nach-

weisen lässt, mag es sich dabei um eine Knorpelart handeln, welche es wolle. Dass einer der Bestandtheile der Grundsubstanz zuerst an der Verkalkung Antheil nimmt, das scheint mir daraus hervorzugehen, dass, wenn ein Vorknorpel, ein gemischter, oder ein hyaliner Knorpel (Fig. 32, 33, 34, 40) verkalkt, in der Regel nicht von vorne herein eine homogene Verkalkung eintritt, sondern es geht eine Ablagerung von Kalkkrümeln vorher, und diese sind stets gesondert. Erst wenn diese Ablagerung vollendet ist, tritt die homogene Verkalkung ein. Da nun, wie erwähnt, die Kalkkrümel getrennt sind, da ferner kein Grund vorliegt anzunehmen, dass die Kalksalze auf einem anderen Wege als durch die Ernährungsbahnen zugeführt und weiter verbreitet werden, da schliesslich nach unseren Annahmen die Kittsubstanz, mit der die Kalksalze in Lösung führenden Ernährungsflüssigkeit zuerst durchtränkt wird, so meine ich ist die Behauptung gerechtfertigt, dass jede Verkalkung mit einer Abscheidung der Kalksalze in Gestalt von Krümeln in der Kittsubstanz vor sich geht, und dass diese, sei es unter dem Einflusse der die Salze in Lösung führenden Ernährungsflüssigkeit allein, sei es unter dem gleichzeitigen Einflusse des Zellprotoplasma, eine physikalische Umänderung erfährt, welche bewirkt, dass die in Lösung befindlichen Kalksalze in ihr ausgefällt werden. Man sieht, welch ein reiches Feld der Beobachtung hier noch zu erschliessen ist und wie überaus wichtig, namentlich für die Bildung des Knochengewebes, eine solche Beobachtungsreihe sein wird.

Die zuerst auftretende Verkalkung ist bei den Elasmobranchiern immer die des centralen Doppelkegels. Die Thiere, welche also lediglich diese Verkalkung besitzen, müssen älter sein als jene, bei denen sich die Verkalkung weiter ausbreitet. So ist es in der That.

In dem allgemeinen Theile¹⁾ wurde bereits hervorgehoben, dass die Mittelzone der Wirbelkörperanlage ein in der Entwicklung zurückbleibendes Gewebe darstelle und als solches verkalke. Dasselbe bleibt eben auf der niederen Stufe des Vorknorpels stehen (Fig. 31) und zwar meistens auf der des Spindelzellvorknorpels. Dem entsprechend können die Zellen die aller mannichfaltigsten Gestalten, mit allen möglichen Uebergängen zu den gewöhnlichen Rundzellen zeigen. Da nun die Struktur der prochondralen Grundsubstanz ganz besonders deutlich bei den Holocephalen zu Tage tritt, so ist es nicht wunderbar, wenn sich in dem centralen Doppelkegel nach der Entkalkung die Fibrillenstruktur so überaus deutlich zeigt (Fig. 31).

Bei jüngeren Elasmobranchiern kann das Gewebe des centralen Doppelkegels vor der Verkalkung die Umwandlung zu gemischtem Knorpel mit runden Zellen durchmachen (Fig. 16, 34) und dann verkalkt derselbe wie der gemischte Knorpel überhaupt. Enthält er dabei Bindegewebsfasern (Fig. 16), so scheinen mir diese weder hier, noch anderswo an dem Verkalkungsprocess Antheil zu haben.

Viel später treten die Verkalkungen an der Oberfläche auf, zeigen sich jedoch stets unter der Oberfläche im Vorknorpelgewebe und zwar zuerst in der ganzen Ausdehnung derselben, ohne jedoch, wenn Knorpelkapseln vorhanden sind, diese zu ergreifen. Auch hier macht die zuerst auftretende Kalkkrümelablagerung der homogenen Verkalkung, als einer späteren Bildung, Platz, gerade wie es mit dem Doppelkegel der Fall ist (Fig. 32). Stammesgeschichtlich ist dieses Verhalten insofern interessant, als bei den ältesten Elasmobranchiern die Oberflächenverkalkungen nur Kalkkrümelablagerungen diffuser Natur sind, während dagegen bei den jüngeren die homogene Verkalkung in Gestalt der regelmässigen Belegplatten der Wirbelsäule Platz greift. Diese kann schichtweise vor sich gehen und somit wie bei den Knochen Lamellenstruktur darbieten.

Bei den jüngsten Thieren treten dann zu den Verkalkungen des centralen Doppelkegels und

1) S. 24.

denen der Oberfläche im Inneren der Wirbelkörper Verkalkungen in mannichfaltigster Gestalt auf, und diese bieten um deswillen ein erhebliches Interesse, weil dieselben bei älteren Thieren vorzugsweise im gemischten Knorpel entstehen, während sie bei den jüngsten und am weitesten von den Stammformen entfernten Thieren den Hyalinknorpel ergreifen, ausgenommen in der Umgebung eindringender Gefässe, wo ausschliesslich Vorknorpelmasse verkalkt.

Die Verkalkung des gemischten Knorpels bietet ein ganz besonderes Interesse, weil dieselbe ganz verschiedene Bilder liefert, je nachdem die prochondrale Grundsubstanz zwischen den Zellen mit ihren hyalinen Höfen gelagert ist (Fig. 33, 34, 35, 36, 37) oder direkt die einzeln oder in Gruppen zusammen gelagerten Zellen innerhalb der hyalinen Grundsubstanz umlagert (Fig. 38, 39, 41).

Zuerst erscheint eine Kalkkrümelablagerung (Fig. 35 *a*) und zwar, und das erscheint mir ausserordentlich wichtig, immer zuerst in den Theilen der prochondralen Grundsubstanz, welche der Zelle am nächsten sind (Fig. 33 *a*, 38), also im ersteren Falle unmittelbar an der Peripherie der hyalinen Höfe (Fig. 33 *a*), im letzteren unmittelbar an den Knorpelkapseln (Fig. 38). Dieser Umstand hat mich in der Ansicht bestärkt, dass nicht allein unter dem Einflusse der Ernährungsflüssigkeiten, sondern auch unter dem des Zellprotoplasma die für die Ausfällung der Kalksalze nöthige Modification der knorpeligen Grund-, im Besonderen der Kittsubstanz zu Stande kommt. Auf dieser Stufe kann die Verkalkung beharren (Fig. 38), und werden selbstverständlich solche Thiere älter sein als solche, bei welchen sich in der ganzen prochondralen Substanz Kalkkrümel ablagern, wie es in dem nächsten Entwicklungsstadium der Fall ist.

Ist dieses geschehen, dann greift erst die homogene Verkalkung Platz (Fig. 33 *b*, 35 *b*), allein ich will nicht unterlassen hervorzuheben, dass auch von vorne herein eine homogene Verkalkung eintreten kann, wie sich das zuweilen bei der Verkalkung prochondraler Höfe (Fig. 39) um die Zellen und ebenso bei der Bildung der sogenannten periostalen Keile der Wirbelkörper der jüngsten Elasmobranchier zeigen kann (Fig. 36 u. 37). Merkwürdig ist nun aber, dass in allen Fällen der Verkalkung eines gemischten Knorpels die hyaline Grundsubstanz unversehrt erhalten bleibt (Fig. 33 *c*, 34, 35, 36, 37). Bildet die hyaline Grundsubstanz, sei es um einzelne Zellen (Fig. 33, 36, 37), sei es um Zellgruppen (Fig. 34, 35), Höfe, und stellt die prochondrale Grundsubstanz somit ein vollkommen regelmässiges (Fig. 36, 37) oder unregelmässiges (Fig. 34, 35) Alveolenwerk dar, so erscheinen die Zellen mit ihren Höfen nach der Verkalkung von dem zierlichsten Kalknetz umspannen (Fig. 36, 37), und dieses Netz lässt sich namentlich auch schön an fossilen Wirbeln nachweisen (Fig. 43), bei welchen die Zellen mit den hyalinen Höfen vollkommen ausgefault sind. Finden sich nun aber prochondrale Höfe um die Zellen (Fig. 39) oder Zellgruppen, so verkalken diese, wie bereits erwähnt, oft homogen und in lamellöser Schichtung (Fig. 39), und dann zeigt sich die sogenannte Knollenbildung, wie man sie namentlich sehr deutlich an fossilen Wirbeln (Fig. 41) beobachten kann. In einem solchen Falle wird die hyaline Grundsubstanz in unregelmässiger Weise zerklüftet und, wie fossile Wirbel lehren (Fig. 41), es entstehen im verkalkten Knorpel mit den darin befindlichen Zellhöhlen grosse, unregelmässige, mehr oder minder sternförmige Lücken oder Höhlen.

Die Verkalkung des hyalinen Knorpels kann man am deutlichsten an der Umgebung des centralen Doppelkegels oder an den Grenzen der bereits im hyalinen Knorpel anderweitig gebildeten Verkalkungen beobachten (Fig. 40). Ich finde immer, dass, wenn sich der hyaline Knorpel zur Verkalkung anschickt, derselbe von einem von der Verkalkungsgrenze bis zur Peripherie sich allmählig vorschiebenden und gegen die Verkalkungsgrenze hin immer deutlicher werdenden Alveolenwerk leicht imbibirbarer Substanz durchsetzt wird, welches sich in Nichts von der prochondralen unterscheidet und

dem Ganzen den Charakter eines gemischten Knorpels giebt. Dieses Alveolenwerk umfasst entweder Einzelzellen oder Gruppen mit ihren hyalinen Höfen (Fig. 40), und in ihm findet zuerst eine Kalkkrümelablagerung statt, welche dann später der homogenen Verkalkung (Fig. 40) Platz machen kann. In dem Maasse nun, wie die Verkalkung vorschreitet, wird die prochondrale Grundsubstanz immer ausgedehnter und zwar auf Kosten der hyalinen, so dass dieselbe schliesslich und damit auch die Verkalkung bis an die Zelle, beziehungsweise bis an die Zellkapsel reicht. In diesem Augenblicke ist der Umwandlungs- und Verkalkungsprocess der hyalinen Grundsubstanz beendet. Dieselbe erscheint dann resorbirt, richtiger gesagt vollkommen umgewandelt in eine Masse, welche gleich der prochondralen eine Beschaffenheit besitzt, die die gelösten Kalksalze, sei es krümlig, sei es homogen, zur Fällung treibt. Der Vorgang findet statt ohne direkte Antheilnahme von Gefässen, wie das doch bei der Verknöcherung regelrecht der Fall ist. Der Process erscheint somit als ein Vorläufer der Verknöcherung und die Pathologie würde ihn wohl als einfache Knorpelerweichung bezeichnen.

Erster Abschnitt.

Die Holocephalen.

Die Holocephalen.

Taf. IV und V.

Die Güte des Herrn Dr. Günther und des Herrn Prof. Dohrn setzte mich in den Stand eingehende Untersuchungen über *Chimaera monstrosa* anzustellen, und der Freundschaft des Herrn Dr. Hubrecht in Leiden verdanke ich die Möglichkeit auch *Callorhynchus antarcticus* in den Bereich meiner Untersuchung ziehen zu können. War das Stückchen Wirbelsäule des Thieres, welches ich empfing, auch getrocknet und namentlich in den Bogenabschnitten verletzt, so gelang es doch in hinreichend genügender Weise nach Aufweichen und durch Anwendung feiner Schnitte über die so ausserordentlich wichtigen histologischen Verhältnisse ins Klare zu kommen.

Die Wirbelsäule der *Chimaera* vor Allem ist bereits früher Gegenstand ausführlicher Untersuchungen gewesen, und da Namen wie J. Müller¹⁾, Leydig²⁾ und Gegenbaur³⁾ ausser den jüngeren Götte⁴⁾ und Hubrecht⁵⁾ mit denselben verknüpft sind, so liesse sich wohl voraussetzen, dass eine weitere Forschung kaum viel Neues zu Tage fördern würde. Immerhin möchte aber Einiges von dem, was ich bringe, des Interesses nicht entbehren und zugleich neu sein. Damit rechtfertigt sich dann eine ausführliche Darstellung, selbst wenn dieselbe manches Bekannte wiederholt. Ich sehe von einer solchen aus dem Grunde nicht ab, weil Götte⁶⁾ in neuester Zeit Annahmen macht, denen ich mich nicht anschliessen kann.

Er behauptet, dass die Zusammensetzung der Wirbelsäule bei *Chimaera* einen histologischen Rückschritt bedinge, und das kann wohl nur heissen, dass die Vorfahren dieser Thiere ein Axenskelet besaßen, dessen Gewebe eine höhere Stufe einnahm. Wäre diese Behauptung richtig, dann stände mein ganzes natürliches System auf den schwankendsten Füßen, denn es liesse sich bei einer Differenzirung, welche die Wirbelsäule oder irgend ein anderes Organ träre, leicht die Frage aufwerfen, ob man es nicht mit rückschreitenden Bildungen zu thun habe, seien dieselben nun mikro- oder makroskopischer Natur, träfen dieselben die einzelnen Elemente oder ganze Zellcomplexe (Gewebe). Bei der Götte'schen Behauptung hindert an letzter Stelle Nichts anzunehmen, dass die Vorfahren der Thiere

1) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden, Abhandlungen der königlichen Akademie der Wissenschaften zu Berlin, 1834.

2) Lehrbuch der Histiologie.

3) Ueber die Entwicklung des *Lepidosteus* mit vergleichend anatomischen Bemerkungen. Jenaische Zeitschrift für Medicin und Naturwissenschaft, Bd. III.

4) Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skeletsystemes der Wirbelthiere. Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XV.

5) Bronn's Classen und Ordnungen des Thierreiches. Abtheilung: Fische.

6) l. c.

mit bindegewebiger Wirbelsäule eine solche mit ausgedehnter Verknöcherung besassen. Dabei würde natürlich jedes System unmöglich werden, selbst wenn es gelänge den Entwicklungsgang des Axenskeletes bei sämtlichen jetzt lebenden Wirbelthieren zu verfolgen. Es blieben dann immer noch die ausgestorbenen übrig. Ich glaube die rückschreitende Umwandlung ist nur mit der äussersten Vorsicht dann anzunehmen, wenn es gelingt eine solche auf dem Wege der Entwicklungsgeschichte nachzuweisen. So lange das aber nicht möglich ist, ist sie unbedingt zu verwerfen, namentlich wenn es sich um einen Grundbestandtheil des Körpers handelt, wie es mit der skeletogenen Schicht des Axenskeletes der Fall ist. Es scheint mir ein müssiges Spiel da regressive Metamorphosen anzunehmen, wo sonst nur fortschreitende Umwandlungen sich zeigen.

J. Müller hat sich in seiner berühmten vergleichenden Anatomie der Myxinoiden zuerst über die allgemeinen Verhältnisse des Baues der Wirbelsäule von *Chimaera monstrosa* ausgesprochen und trifft seine Beschreibung im Wesentlichen das Richtige. Abgesehen von der Schilderung der Verschmelzung des vorderen Abschnittes der Wirbelsäule und dessen Verbindung mit dem Schädel macht er besonders auf die Thatsache aufmerksam, dass zwischen je zwei durchtretenden Spinalnerven sich nicht ein, sondern zwei Bogenstücke finden. Er schildert die Wirbelsäule als ein mit Gallerte gefülltes, faserknorpeliges Rohr, umgeben von fibröser Haut, welche oben ein Rohr für das Rückenmark bildet. An dem oberen, häutigen Rohr Knorpelschenkel, an dem unteren Umlänge der Säule paarige, knorpelige Basilartheile¹⁾.

„An dem unteren Theile der chorda dorsalis sitzen zwei knorpelige Streifen, die von vorne nach hinten an Dicke abnehmen, vorn eine Strecke von 1'', wo sie am stärksten sind, nicht abgetheilt sind, von da bis zum Ende des ersten Drittels des Körpers in breite Basilarstücke (Haemapophysen) quer getheilt sind und paarweise neben einander liegen, im Allgemeinen der Zahl der Knorpelbogen (Neurapophysen) entsprechend. Doch stimmen die Quertheilungen der einen Seite nicht immer mit denen der anderen Seite. Die Abtheilung des Bogentheiles der Wirbelsäule ist regelmässiger. Dieser Theil besteht aus knorpeligen Schenkeln (Neurapophysen), die auf dem Gallertrohr aufsitzen, sich am ganzen vordersten Drittel dachförmig zusammenschliessen, aber nur einen Canal, den für das Rückenmark, enthalten. An der Basis, wo diese knorpeligen Schenkel spitz auf dem Gallerteylinder oder dessen ringförmiger Scheide aufsitzen, ist zwischen je zwei Schenkeln noch ein dreieckiges Knorpelstück eingeklemmt, welches er in der Figurenerklärung als *cartilago intercruralis*, weiterhin als *os intercalare* s. *cartilago intercalaris* bezeichnet, und oben, wo die Bogenschenkel sich vereinigen, liegen in der oberen Mitte (am vorderen Stück der Wirbelsäule) kleine, längliche Knorpelchen, welche das Dach schliessen, aber nicht zwischen zwei Seitenschenkeln, sondern zwischen je zwei ganzen Bogen in der Mitte liegen.“ Diese nennt er später *cartilagines intercalares spinales*.

1) Nach dieser kurzen, später weiter ausgeführten Beschreibung und nach dem, was J. Müller vorher über die Struktur der chorda dorsalis der Wirbelthiere hervorgehoben hat, ist es mir nicht verständlich, wie Götte dazu kommt anzunehmen, J. Müller habe unter Faserknorpelrohr die äussere Chordascheide oder die skeletogene Schicht verstanden und seine Schilderung sei nicht mehr den modernen histologischen Anschauungen entsprechend. Das Faserknorpelrohr ist die mit Gallerte gefüllte Chorda und seine Betrachtungen, welche er im Cap. II, S. 142 daran knüpft, zeigen nicht allein den genialen Scharfblick des Forschers, sondern sind, möchte ich sagen, Punkt für Punkt von den neueren Histologen zu unterschreiben. Die fibröse Scheide ist nach ihm die skeletogene Schicht, und Götte kann sich glücklich schätzen in J. Müller mit seinem Ausdrucke, es entstünden die Bogen in dieser Scheide, einen Vorgänger in seinen mit so vielem Eifer vertheidigten Anschauungen über die Entstehung der Bogen (siehe seine Entwicklungsgeschichte der Unke) gefunden zu haben. Ich gestehe beim aufmerksamen Lesen der J. Müller'schen Angaben nicht die geringste Unklarheit oder Verwirrung entdecken zu können. Vollendete Klarheit ist es gerade, was diesen ersten unter den deutschen vergleichenden Anatomen auszeichnet.

„Die Basilar- (Haemapophysen) und die Bogenstücke (Neurapophysen) hängen übrigens unter sich nicht zusammen. Sowie die unteren oder Basilarstücke (Haemapophysen) am vordersten Theil der Wirbelsäule der Chimaera nicht abgetheilt noch halbirt sind, so sind auch die vorderen Bogenstücke verschmolzen und bilden eine grosse, sich über das Niveau der Wirbelsäule erhebende, sattelförmige, vorn und hinten höhere Erhebung mit oberer Gräte. An dem hinteren oberen Ende dieser Erhebung ist die Rückenflosse in einer breiten Gelenkfläche befestigt. Am vordersten Theile der Wirbelsäule von Chimaera monstrosa hängen der Bogentheil und der basilare Theil der Wirbelsäule verschmolzen zusammen, und es ist hier das Gallertrohr ganz von der knorpeligen Wirbelmasse umgeben. Auch ist die Furche zwischen den Basilarstücken am vordersten Stück der Wirbelsäule nur hinten durchgehend, vorn und in der Mitte aber seicht, so dass die Masse hier nicht mehr in zwei Reihen von Seitentheilen getrennt ist¹⁾.“

Gegenbaur²⁾ erhebt auch keinen Einspruch gegen das Thatsächliche in der Darstellung J. Müller's, nur führt derselbe die Beschreibung sowohl bezüglich des vorderen, als des hinteren Endes der Wirbelsäule weiter, und lasse ich seine Schilderung, gegen die ich nichts Erhebliches zu erinnern haben werde, in den wesentlichsten Punkten folgen. „Am vordersten Wirbelsäulenende tritt die Chorda sammt Scheide im Vergleiche zu der äusseren Knorpelmasse zurück. Die letztere geht von den oberen, den Spinalcanal umschliessenden Bogen jederseits continuirlich über die Seitentheile der Chordascheide (cuticula chordae) und trifft in der unteren Medianlinie mit der der anderen Seite zusammen, ohne jedoch hier eine vollständige Verschmelzung einzugehen. Man trifft hier (siehe seine Taf. IX, Fig. 15) dicht unter der kielartig ausgezogenen Chordascheide einen nicht von Knorpel, sondern von faserigem Gewebe eingenommenen Raum, durch den beide Seitenhälften des Knorpels von einander getrennt werden³⁾.“

„An dieser Stelle verläuft ein schmaler Längscanal, nicht die von J. Müller erwähnte und geschlossene Furche zwischen den Basilarstücken oder Haemapophysen, unter welchem eine ganz dünne Knorpellage die beiderseitigen Hälften der Knorpelschicht verbindet. Die seitlichen Knorpelmassen sind zusammengewachsen. Da auch am Boden des Spinalkanales kein Knorpel vorhanden ist, so ist die ganze Veränderung dieses Abschnittes von einer Verschmelzung der Neur- und Haemapophysen einer Seite abhängig. Da die elastica externa der Chordascheide sich erhält, so ist damit eine vollkommene Trennung derselben von den Bogenstücken gegeben. Ausserdem findet sich an der Oberfläche der Bogen eine Bildung von Kalkplättchen, die sich durch die Intervertebrallöcher auf die Innenfläche fortsetzen. Diese stimmen mit denen der Selachier überein und sind noch von einer Gewebsschicht bedeckt. Hin und wieder wird der Knorpel von weiten, schon dem blossen Auge als weissliche Streifen sichtbaren Canälen durchzogen.“

„Während am vordersten Abschnitte das ausserhalb der Chordascheide gelegene Knorpelgewebe der Bogen überwiegt, tritt es nach hinten allmählig zurück, und es werden bald die Seitenflächen der Chordascheide (Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht) frei. Am Schwanzabschnitte verschwinden

1) Die Beschreibung J. Müller's lässt an Klarheit Nichts zu wünschen übrig, und dennoch ist dieselbe auch von Seiten Hubrecht's missverstanden worden. Dieser Autor bezeichnet nämlich in der Kopie nach J. Müller die cartilagine intercrurales als Neurapophysen, die Neurapophysen aber als cartilagine intercrurales. Wenn das auch, worauf auch Götte besonders aufmerksam macht, an und für sich richtig ist, so entspricht es doch nicht den Anschauungen J. Müller's, und das möchte doch wohl bei der geschichtlichen Bedeutung dieses Maanes besonders zu betonen sein.

2) l. c.

3) Dieses Verhalten erinnert lebhaft an das gleiche, welches sich bei vielen Rochen findet.

die verkalkten Ringe der Chordascheide, deren J. Müller kurz als ringförmige Scheide Erwähnung thut und vortrefflich zeichnet.“ Die bis hierher deutliche, innere elastische Membran ist feiner geworden und noch weiter nach hinten gar nicht mehr unterscheidbar. Die Abgrenzung der Bogen (Neurapophysen) und Basilarstücke (Haemapophysen) von der Faserschichte wird nach hinten zu immer unbestimmter. Es ist nicht bloß der Mangel der *elastica externa*, wodurch die feinere Unterscheidung der von der skeletbildenden Schicht gelieferten Gewebe unmöglich wird, sondern es ist vielmehr eine vollkommene der beiderseitigen Gewebe, welche solches bewerkstelligt. Das Bindegewebe geht durch allmähliche Umänderung seiner Beschaffenheit in Knorpel über. Selten setzt sich die *elastica* noch eine kurze Strecke weit unter die Bogen fort, dann sieht man aber sowohl unter, als über ihr Knorpel lagern. Dies beweist, dass nicht ein Schwinden der Chordascheide, sondern ein Uebergang des Gewebes derselben in Knorpel gegeben ist. Der Knorpel der Bogen assimilirt sich das Bindegewebe der Chordascheide. An vier Stellen zwischen den ursprünglichen Ansatzstellen der Bogen und Basilarstücke erhält sich das Gewebe der Chordascheide länger in seinem faserigen Zustande, doch sind auch hier einzelne Knorpelzellen in nesterartige, hyaline Parthien eingesprengt.“

„Noch weiter am fadenförmigen Ende der Wirbelsäule erhält sich das ringförmig geschichtete Fasergewebe der Chordascheide nur dicht an der Chorda. Es bildet eine nach hinten zu immer schmaler werdende Zone. Die äusseren Theile der Scheide sind überall durch Knorpel gebildet. Zuweilen bildet dieser, besonders an den Seiten, unregelmässige Ausbuchtungen, welche von dem Reste der *elastica* überkleidet sind. Eigenthümlich ist hier das Vorkommen zahlreicher radiärer Streifen in der sonst hyalinen Intercellularsubstanz. An einzelnen Orten erscheinen diese als Canälchen, in welche Fortsätze einer weichen, die Oeffnungen der *elastica* durchsetzenden Substanz eindringen. Die Knorpelzellen zeigen eine diesen Canälchen parallele Anordnung. Endlich bleiben nur noch in den Bogeninterstitien faserige Theile der Scheide bestehen. Diese besitzen eine radiäre, aber keineswegs regelmässige Anordnung und bilden auf dem Querschnitte eine Kreuzfigur, deren Centrum von der Chorda eingenommen wird. Die Scheide der Chorda ist hier vollkommen in die Bogentheile aufgegangen, und am letzten Stück ist sogar die Chorda nicht mehr scharf abgegrenzt, indem Streifen hyaliner Substanz aus ihr hervor unmittelbar in das Knorpelgewebe eingehen. Nur kleine Reste der *elastica* erhalten sich aussen am Knorpel.“

Wenn ich nun trotz dieser sorgfältigen Beschreibung meiner beiden ausgezeichneten Vorgänger ausführlich eigene Mittheilungen folgen lasse, so geschieht es, weil manche Punkte als von stammesgeschichtlicher Bedeutung besonders hervorgehoben zu werden verdienen, die von meinen Vorgängern nur in Andeutungen oder gar nicht behandelt worden sind.

Die Rückensaite stellt nicht überall am Rumpfe einen einfachen cylindrischen Strang dar, sondern bietet, wie Querschnitte lehren, an verschiedenen Stellen Formunterschiede. Am vordersten Abschnitte der Wirbelsäule (Fig. 4) kreisrund, erscheint derselbe am Rumpfe und am hintersten Schwanzende seitlich abgeplattet (Fig. 3, 5, 6, 7). Damit aber nicht genug, es erscheint namentlich deutlich an der Schwanzbasis und am Rumpfe (Fig. 3) eine Modification, die als erste Andeutung einer vertebralen Einschnürung der Chorda den Basen der Neurapophysen entsprechend anzusehen ist. Ein senkrechter Querschnitt durch die Mitte der Rückenmarksbogen zeigt die Chorda als eine Raute (Fig. 3 *ch*), deren Winkel gegen die Zwischenräume der Bogenbasen gerichtet sind, und ein senkrechter Längsschnitt (Fig. 2) durch ein Stück der Rumpfwirbelsäule zeigt, wenn auch nicht in vollkommen regelmässiger Weise, wie bei den höheren Elasmobranchiern, den Bogenbasen, namentlich den oberen

entsprechend leichte Vorbuchtungen der skeletogenen Schicht, und dem entsprechend verläuft der Begrenzungscontour der Rückensaite wellenförmig¹⁾.

Es entspricht somit dieses Verhalten der Entwicklungsstufe der Wirbelsäule aller Elasmobranchier, bei welcher die Ausbildung der Bogen und der Wirbelkörperanlage ihren Anfang nimmt, einer Stufe, welcher wir nur bei *Hexanchus*, dem niedersten unter den Notidaniden, annäherungsweise wieder begegnen werden. Darin liegt ein weiterer Beweis für die Annahme, dass die Holocephalen die niedersten und ältesten Formen unter den Elasmobranchiern sind.

Das Centrum der Rückensaite der *Chimaera* enthält einen leicht geschlängelt verlaufenden (Fig. 1, 2 *f*), seitlich abgeplatteten (Fig. 3 *f*) Strang, der auf Längs- und Querschnitten sich ausserordentlich leicht herauslöst, so dass in solchen Fällen die Chorda von einem Längscanal (Fig. 1 u. 2) durchsetzt zu sein scheint. Ein gleicher scheint auch bei *Callorhynchus* vorzukommen, wenigstens ist der Raum zur Aufnahme desselben als centraler Canal auf dem Querschnitt nachweisbar (Fig. 10). Der Strang besteht aus einer homogenen, leicht streifigen Masse, welche bei Färbung mit Bismarckbraun leicht gelblich gefärbt erscheint. Hie und da treten einige verkümmerte Kerne hervor. Die Betrachtung der unmittelbaren Umgebung dieses Stranges, welcher auch unter Anderen bei den Notidaniden nachweisbar ist, belehrt uns über die Entstehung desselben. Es sind die centralen, zusammengepressten und mit einander verschmolzenen Vaeuolenwände oder Membranen der centralen Chordazellen, deren Kerne mit dem Protoplasma ja in den meisten Fällen bei dem Auftreten der Hohlraumbildung vollkommen verschwinden. Der Strang muss somit durch den Wachstumsdruck der peripheren Chordamassen entstanden sein. Während am Rumpfe und an der Schwanzbasis die Vaeuolen an der Oberfläche polygonal erscheinen, sind dieselben in der unmittelbaren Umgebung des *funiculus chordae*, wie ich ihn bezeichnen will, der Längsaxe desselben entsprechend abgeplattet und unmittelbar am Strange vollkommen zusammengedrückt, so dass die Vaeuolenwände, freilich ohne mit einander zu verschmelzen, sich berühren. Von da bis zur vollkommenen Verschmelzung, wie sie im Strange herrscht, und welche gleichzeitig mit einer nicht näher gekannten physikalischen Aenderung der Substanz desselben Hand in Hand geht, ist nur ein Schritt. Gegen die Peripherie werden die polygonalen, überall mit Gallerte gefüllten Hohlräume der Rückensaite immer kleiner, verlieren dabei allmählig die polygonale Form und stellen mehr radiär gegen das Centrum gerichtete Spalträume dar, ein Verhalten, welches bei *Callorhynchus* an der Basis des Schwanzes und bei *Chimaera* am Ende desselben überall die Norm ist, so dass die Vaeuolenwände beim Durchschnitt den Anblick radiär gestellter, derber Fasern darstellen (Fig. 6, 7 u. 10). Die so schön bei *Chimaera* nachweisbare Grössenabnahme der Hohlräume gegen die Oberfläche hin beweist, dass die Annahme von Balfour²⁾ und Götte³⁾, nach welcher das Wachsthum der Chorda durch Vaeuolenbildung von der Peripherie aus erfolgt, durchaus richtig ist.

An der Oberfläche der Rückensaite finde ich bei *Chimaera* (das getrocknete Stück der Wirbelsäule von *Callorhynchus* war ungeeignet zur Feststellung dieses Verhaltens) ein zartes, protoplasmatisches Lager, in welchem rundliche Kerne eingebettet sind. Es ist mir nicht gelungen an irgend einer Stelle den Zerfall desselben in Einzelzellen zu beobachten, obgleich verschiedene Wachstumsstufen

1) Ganz ähnliche Verhältnisse zeigen die beiden Dipnoi (*Protopterus* und *Ceratodus*). Wie *Callorhynchus* sich verhält, vermag ich nicht zu sagen, da die mir zur Untersuchung übergebenen Stücke der Wirbelsäule stark getrocknet und demnach seitlich eingeschrumpft waren.

2) A Monograph on the development of Elasmobranch fishes, London 1878.

3) l. c.

der Chimaera von mir untersucht wurden, und somit befindet sich dieses Blastem, welches die Grundlage eines Chordaepithels bildet, auf einer niedrigen Entwicklungsstufe. Das ist abermals ein Hinweis auf die niedere Stellung der Holocephalen unter den Elasmobranchiern. Die *elastica interna* (Fig. 12 *ei*), die *cuticula chordae*, das Absonderungsproduct desselben ist eine ausserordentlich zarte Membran, welche auf Querschnitten leicht gefaltet erscheint und somit die elastische Natur klar zu Tage treten lässt.

Der Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht, die äussere Chordascheide der Autoren, welche sich durch die zusammenhängende *elastica* (*elastica externa*) nach aussen abgrenzt, bleibt zeitlebens auf der Entwicklungsstufe der Wirbelkörperanlage sämtlicher Elasmobranchier, auf welcher keine scharfe Trennung in Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe stattfindet und damit auf der niedersten Stufe stehen. Immerhin findet aber ein Unterschied bezüglich der beiden Repräsentanten statt. Wie schon Hubrecht¹⁾ angedeutet hat, steht *Callorhynchus* am tiefsten, während *Chimaera* bereits einen Fortschritt in der Entwicklung zeigt. Dieser liegt bei *Chimaera* in der Differenzirung einer Aussen-, Mittel- und Innenzone (Fig. 1 u. 2 *a, m, i*). Freilich ist die Trennung nicht so weit vorgeschritten wie bei den übrigen Elasmobranchiern. Wenn dieselbe nun auch bis auf die Bildung der Aussenzone (Fig. 7) an den hintersten Abschnitten des Schwanzes fehlt, so zeigt doch *Callorhynchus* nicht einmal diese (Fig. 10 *wa*), und somit erscheint dieses Thier unzweifelhaft der Stammform am meisten genähert, einer Form, welche bezüglich ihrer skeletogenen Schicht unmittelbar an die der Stammformen der Fische überhaupt und unter den jetzt lebenden Fischen an die der Cyclostomen anschliesst, bei welchen in dem Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht, in der äusseren Chordascheide noch keine gewebliche Differenzirung über die Stufe der Bindesubstanz hinaus stattfindet.

Was zunächst *Callorhynchus* betrifft (Fig. 10 *wa*), so habe ich, wie bereits erwähnt, an keiner Stelle des mir von meinem Freunde Hubrecht zur Untersuchung übergebenen Materiales, welches dem Schwanze entnommen worden ist, irgend welche Unterschiede wahrgenommen, und er selber hebt ausdrücklich hervor, dass die Wirbelsäule ein weiches, ungegliedertes Rohr ohne irgend eine Spur einer Verkalkung sei. Die gleichmässige äussere Chordascheide, der Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht (Fig. 10 *wa*) besteht aus einem Fasergewebe, welches weder in die Kategorie des faserigen Bindegewebes, noch des Bindegewebsknorpels zu rechnen ist, sondern der niederen Stufe des Vorknorpels angehört, welche ich in der Einleitung geschildert habe, und welche bei den niedersten Elasmobranchiern vorkommend sich durch das besonders deutliche Auftreten der Fibrillen, sowie das besonders starke Tinktionsvermögen auszeichnet. Es zeigen sich dabei membranlose, überwiegend sternförmige Zellen eingesprengt, während nur hie und da rundliche Zellen erscheinen, die in ihrem Aussehen schon mehr Knorpelzellen gleichen (gemischter Spindel- und Rundzellenvorknorpel). Die Fibrillen sind dabei nicht einfach concentrisch um die Chorda angeordnet, sondern (Fig. 10) zeigen in der dorsalen und ventralen Mitte aufsteigende Züge, welche gegen die Oberfläche hin zwischen den Bogenbasen sich fächerartig ausbreiten. Seitlich zwischen den Bogenbasen überwiegt allerdings der concentrische Verlauf, allein auch dieser ist durch radiäre, entweder senkrecht zu der Chordascheide oder schräg verlaufende Züge unterbrochen. Umgeben ist das ganze Gewebe (Fig. 10 *wa*) von einer derben *elastica externa*, welche zwischen den Bogenbasen eine zusammenhängende cuticulare Masse darstellt, während dieselbe unter den Bogenbasen durchbrochen erscheint. In den Lücken geht das Bogengewebe continuirlich in das Wirbelkörpergewebe über, der beste Beweis, dass wir es mit einem Knorpelgewebe zu thun haben.

1) l. c.

Das Gewebe der Bogen, welche nicht so erhalten waren, dass es möglich gewesen wäre die mikroskopischen Verhältnisse allseitig festzustellen, besteht aus hyalinem Knorpel, dessen mit Zellmembranen versehene Zellen in schönen, rundlichen Gruppen zusammenliegen. Die Bogenbasen (Fig. 10 *n* u. *h*) sind vollkommen von einander isolirt, und nur das Perichondrium derselben zieht rings um die Wirbelkörperanlage, die äussere Chordascheide mit ihrer elastica herum. Dieses entspricht dem Verbindungsgewebe der Bogenanlagen, welches Balfour¹⁾ von den Haiembryonen richtig beschreibt.

Bei Chimaera erhebt sich die äussere Chordascheide, der Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht ebenfalls nicht über die Stufe der unsegmentirten Wirbelkörperanlage der Elasmobranchierembryonen (Fig. 1 u. 2), immerhin aber zeigt dieselbe eine höhere Ausbildung und dem entsprechend auch eine höhere gewebliche Entwicklung, als das bei Callorhynchus der Fall ist. Habe ich nun auch der Schilderung Gegenbaur's bezüglich des vordersten Endes der Wirbelsäule nichts Wesentliches hinzuzufügen, so kann ich doch bezüglich der übrigen Körperabschnitte Thatsachen hervorheben, welche mir von einschneidender Bedeutung zu sein scheinen. Zudem werde ich auch die Punkte besonders hervorheben, in welchen ich von der Deutung Gegenbaur's abzuweichen genöthigt bin.

In dem entwicklungsgeschichtlichen Capitel des allgemeinen Theiles habe ich gezeigt, dass der Fortschritt im Aufbau der gleichmässigen Wirbelkörperanlage der Elasmobranchierembryonen darin bestehe, dass zuerst eine Aussenzone sich bilde, welcher dann die Innen- und Mittelzone folgen. Demnach nimmt, da am fadenförmigen Schwanzende von Chimaera nur eine Aussenzone gebildet ist (Fig. 7), dieses die niederste Bildungsstufe ein, nähert sich im Bau am meisten den in der ganzen Wirbelsäule des Callorhynchus vorkommenden Verhältnissen. Die höhere Entwicklung wird also erst weiter vorne an der Schwanzbasis und am Rumpfe erreicht, indem sich der Aussenzone die Innen- und die Mittelzone zugesellen (Fig. 1 u. 2 *a*, *i* u. *m*, Fig. 5 u. 6). Da wir nun sehen, dass in der auf niederer Entwicklungsstufe stehen gebliebenen Wirbelkörperanlage des Schwanzes echter Knorpel in reichlichem Maasse sich findet und dem prochondralen Fibrillengewebe nicht nachsteht, während dagegen in den weiter vorgeschrittenen Abschnitten sowohl in der Aussen- wie in der Innen- und der Mittelzone der Vorknorpel, also die niedere Gewebstufe mächtig entfaltet erscheint, so kann die Auffassung Götte's, nach welcher das Wirbelkörpergewebe rückgebildet erscheint, stammesgeschichtlich betrachtet bei den Vorfahren demnach weiter entwickelt war, unmöglich richtig sein. Entweder ist die Bildungsstufe der Wirbelanlage am hinteren Schwanztheile als ein Rückschritt, als eine Rückbildung des aus Aussen-, Mittel- und Innenzone bestehenden Abschnittes des Axenskeletes anzusehen, und dann muss logischer Weise die darin vorkommende Bildung echten Knorpels als ein geweblicher Rückschritt aufgefasst werden, eine Annahme, welche allen Annahmen der Histiologen Hohn spricht, oder, und das ist das Einfachste und Naturgemässeste, man muss annehmen, dass in einem stammes- und entwicklungsgeschichtlich niedrig stehenden Organe oder Organtheile ausnahmsweise unter besonderen Verhältnissen ein geringer Theil des Gewebes eine Umwandlung zu höheren Gewebformen durchmachen kann. Das ist ein Satz, welcher sich überall und am leichtesten gerade bei den Elasmobranchiern beweisen lässt. Diese Thierklasse zeigt ja überall trotz ihrer niederen Gesamtorganisation im Einzelnen weit über die Classe hinausgreifende Fortschritte. Es zeigt sich also bei Chimaera im grossen Ganzen in der Wirbelkörperanlage, der äusseren Chordascheide nicht ein Rückschritt, sondern

1) l. c.

ein ganz allmählicher Fortschritt, und somit ist auch hier die Evolutionstheorie nicht zu durchbrechen, sondern ihr erwächst darin eine feste Stütze.

So weit ich das peitschenförmige Schwanzende der Chimaera untersucht habe, und der Beschreibung Gegenbaur's nach zu urtheilen reicht seine Beobachtung gerade so weit, sehe ich die Wirbelkörperanlage rings von einer *elastica externa* (Fig. 6 *ee*) umgeben, welche zwischen den Bogenbasen zusammenhängend nur unter denselben von innen nach aussen durchbrochen, aber immerhin deutlich nachweisbar erscheint. Rings um die Chorda findet sich am Schwanzende eine schwache Faserlage (Fig. 7 *hl*), deren auch Gegenbaur Erwähnung thut. Die Elemente derselben sind ringförmig um die Rückensaite gelagert. Dieselbe hat mein besonderes Interesse dadurch erregt, dass derselben die Zellelemente so gut wie vollkommen fehlen, und gelang es mir nur nach Durchsicht einer Anzahl von Querschnitten solche nachzuweisen. Da es sich also um eine Fibrillenstruktur zeigende Intercellularsubstanz handelt, so nehme ich keinen Anstand dieselbe der homogenen Schicht für homolog zu erklären, welche bei Haifischembryonen der frühesten Stadien eine kurze Weile um die *cuticula chordae* herum, als Differenzirung der skeletogenen Schicht existirt, und welche früher zu Verwechslungen mit der *elastica interna* oder der *cuticula chordae* Anlass gab. Somit wäre auch dieser niedrige Entwicklungszustand der Wirbelsäule an dem am weitesten in der Bildung zurückgebliebenen Schwanzstücke der Chimaera bleibend und zeigt wiederum die niedere Stellung der Träger im Systeme an. Der überwiegende Theil der äusseren Chordascheide besteht an der Basis des peitschenförmigen Schwanztheiles (Fig. 7) überwiegend, am Ende desselben dagegen etwa zur Hälfte (Fig. 6) aus demselben prochondralen Gewebe, welches wir bei *Callorhynchus* auftreten sahen. Somit steht die Basis des peitschenförmigen Anhanges auf einer früheren Bildungsstufe als das hinterste Ende, und das stimmt vollkommen mit den Erfahrungen bei den übrigen Fischen überein, bei welchen ja das äusserste Schwanzende seinen eigenen Entwicklungsgang durchmacht (Heterocercie, Endostyl). Die mit spindel- und sternförmigen Zellen durchsetzte fibrilläre Grundsubstanz verläuft grösstentheils concentrisch um die Chorda, jedoch zeigen sich auch radiäre und schräge Verlaufsrichtungen (Fig. 7) der Fibrillen. Die Fäserchen besitzen dabei alle einen etwas geschlängelten Verlauf. Wie bereits Gegenbaur hervorgehoben hat, sind die prochondralen, deutlich Fibrillenstruktur zeigenden Massen am hintersten Ende des peitschenförmigen Anhanges (Fig. 6) auf die Zwischenräume zwischen den Bogenbasen beschränkt und bilden somit auf dem Querschnitt eine Kreuzfigur (Fig. 6), während sie an der Basis desselben (Fig. 7) sich unter die Bogen erstrecken. Immerhin treten sie auch hier nicht bis an die durch die durchbrochene *elastica externa* (Fig. 7 *ee*) geschiedenen Bogenbasen (Fig. 7 *h* u. *n*) heran, sondern sind durch vier gesonderte Anhäufungen (Fig. 6 u. 7) von echtem Knorpel ersetzt, welche continuirlich mit dem Hyalinknorpel der Bogen zusammenhängen und ebenso allmählig mit ihrer scheinbar homogenen Intercellularsubstanz in die deutlich fibrillär gebaute Grundsubstanz des Vorknorpels übergehen. Diese vier gesonderten Knorpelnester oder Knorpelkerne, welche am hintersten Schwanzende (Fig. 6) weiter gegen die Chorda vordringen und den Raum zwischen den Kreuzarmen des Vorknorpels ausfüllen und durch Umwandlung desselben entstanden sind, erheben sich über das Niveau der Wirbelkörperanlage (Fig. 6 u. 7) und stellen am Schwanz gleichsam vier Träger der Bogenbasen dar, so dass die *elastica externa*, welche sich unter Letzteren befindet, ebenfalls in die Höhe gedrängt und durch den Wachstumsdruck gesprengt wird. Sie sind vielleicht unter dem Einflusse der geweblichen Sonderung der Bogenbasen entstandene Homologa der sonst zusammenhängenden Aussenzone der Wirbelkörper der Elasmobranchier. Als solche besitzen sie das grösste Interesse. Wissen wir doch

aus den entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen Balfour's¹⁾, dass sich die Aussenzone wahrscheinlich nicht als ein zusammenhängendes Ganzes, sondern aus einzelnen Knorpelkernen hervorbildet. Somit bliebe auch in dieser Beziehung *Chinaera* auf einer sehr frühzeitigen Entwicklungsstufe stehen, welche von den übrigen Elasmobranchiern überwunden wird, und es liegt in diesem Verhalten zugleich die erste Andeutung des Auftretens verschiedener Massen, verschiedener Knorpel im Wirbelkörper so vieler niedrig stehender Plagiostomen. Damit ist der Beweis des Vorhandenseins einer ursprünglich dishomogenen Entwicklung der Aussenzone weiter geführt. Von einer Verkalkung innerhalb der Wirbelkörperanlage ist am peitschenförmigen Anlange des Schwanzes ebenso wenig die Rede, wie bei *Callorhynchus*. Ausserhalb der *elastica externa* findet sich zwischen den Bogenbasen das Bindegewebe, welches eine Fortsetzung des Perichondrium des Rückenmarks und der Blutgefässbogen darstellt.

An dem Rumpfe und an dem eigentlichen Schwanze ist die Entwicklung der Wirbelkörperanlage weiter vorgeschritten, und das zeigt sich vor Allem auch in dem Fehlen der zellarmen, dünnen Schicht um die Chorda, welche, wie das im weiteren Verlaufe der Entwicklung bei den Haiembryonen auch geschieht, durch die ausgebildete Innenzone ersetzt worden ist.

Die Innenzone (Fig. 11 u. 12 *i*) besteht aus prochondralem Gewebe (Spindelzellvorknorpel), in welchem die Fibrillen sowohl concentrisch um die Chorda (Fig. 11 *i*), als auch, wie der Längsschnitt (Fig. 12 *i*) lehrt, radiär gegen die Mittelzone (Fig. 11 *m*) aufsteigen. In ihr liegen, wesentlich in ringförmiger Anordnung, nackte, sternförmige, dreispitzige Zellen eingesprengt.

Die Mittelzone (Fig. 11 u. 12 *m*) stellt ebenfalls Vorknorpel dar, welcher jedoch, wie der Längsschnitt (Fig. 12) zeigt, nicht gleichmässig, sondern in regelmässigen Biegungen um die Chorda verläuft, und dessen spindel- und sternförmige Zellen sowohl, wie die Fibrillen regelmässige, concentrische, zugleich aber auch eine strahlenförmige Verlaufsrichtung zeigen. Den Vorbuchtungen der Mittelzone gegen die Chorda entsprechend zeigen sich Verkalkungen des Vorknorpels, welche Gegenbaur als Bindegewebsverkalkungen ansieht. Diese ringförmigen Verkalkungen (Fig. 4 u. 5 *k*), welche auf dem Längsschnitt (Fig. 1 u. 2) das Bild von centralen, amphicoelen Wirbelkörpern darbieten, hat J. Müller in vollkommener Weise von dem vordersten Ende der Wirbelsäule gezeichnet. Dass dieselben nun aber nicht einzeln den Wirbelkörperverkalkungen der höheren Elasmobranchier gleich zu stellen sind, geht schon daraus hervor, dass die Zahl derselben den Bogenbasen gegenüber (Fig. 2 u. 8) eine veränderliche ist, und dass dieselben vor allen Dingen keine sogenannten vertebralem Einschnürungen der Chorda hervorrufen. Sie sind einzeln betrachtet den centralen Doppelkegeln oder Verkalkungen nur ähnllich, aber nicht gleich.

Die Aussenzone (Fig. 11 u. 12 *a*) ist freilich auch Vorknorpel mit deutlich fibrillärer Grundsubstanz (Rundzellenvorknorpel), allein die Zellen sind rundlich, in Gruppen zusammengelagert, im Aussehen den Zellen des hyalinen Knorpels gleich, und so beweist dieser Fortschritt in dem geweblichen Aufbau wiederum, dass die Aussenzone eine zeitig in der Entwicklung auftretende Bildung ist. Die Richtung der Fibrillen der Grundsubstanz ist hier wie in der Innenzone theils ringförmig um die Chorda gehend, theils radiär gegen die Oberfläche hin. Uebrigens erscheint die Aussenzone nicht überall gleichmässig entwickelt, und das ist insofern interessant, als dadurch ein unmittelbarer Anschluss an die vier Knorpelinseln der Aussenzone der Wirbelkörperanlage am hinteren Schwanzende erreicht wird (Fig. 4). Zwischen den Bogenbasen am geringsten, erreicht sie unter denselben das

1) l. c.

höchste Maass der Entwicklung, und das weist darauf hin, dass auch hier die erste Differenzirung der Aussenzone unter den Bogenbasen ihren Anfang nimmt, eine Schlussfolgerung, die freilich erst durch die direkte Beobachtung streng bewiesen werden muss.

Die *elastica externa* zwischen den Bogenbasen erscheint an einzelnen Stellen von Fasern durchbohrt, welche offenbar dem Verbindungsgewebe der Bogen nach Balfour entstammen und sich in den radiären Fibrillenzügen der Wirbelkörperanlage verlieren. Auch Gegenbaur thut ihrer Erwähnung. Es wäre wohl der Mühe werth zu untersuchen, ob es sich nicht einfach um Gefässe handelt. An den Bogenbasen ist die *elastica* nicht, wie an dem hinteren Schwanzabschnitte, in die Höhe gedrängt, wohl aber mehrfach durchbrochen (Fig. 11 u. 12 *ee*), und zwar von innen nach aussen, so dass die einzelnen Stücke die allermannigfaltigsten, baumförmig verzweigten Figuren darstellen. Selbst da, wo die *elastica externa* unter den Bogenbasen noch einigermaassen zusammenhängt, erscheint dieselbe (Fig. 11 *ee*) nicht als eine gleichmässige Cuticularmembran, sondern hat Fortsätze mannigfaltigster Art. Ob dieses Folge der Abspaltung durch benachbarte Zellmassen ist oder ob vielleicht eine Neubildung, eine Verstärkung der Membran stattfindet, das vermag ich nicht zu sagen und muss weiterer Untersuchung vorbehalten bleiben.

Nach dieser Schilderung der Wirbelkörperanlage in vorderen Körperabschnitten wende ich mich nun zu dem viel früher sich sondernden Bogenantheil der skeletogenen Schicht, wobei an die Spitze zu stellen wäre, dass sowohl bei *Callorhynchus*, wie bei *Chimaera*, mit Ausnahme des vordersten Körperendes die oberen und unteren Bogenanlagen sowohl dorsal, ventral, als seitlich vollkommen getrennt erscheinen (Fig. 4 u. 5), und dass das Gewebe überall aus Hyalinknorpel besteht. Somit zeigen auch bezüglich der getrennten Bogen die Holocephalen ihre niedere Stellung, eine niedere als die, welche die übrigen Elasmobranchier einnehmen. Bei ihnen kommt in irgend einer besonderen Weise eine Verbindung der Bogen, sei es rings um die Chorda, sei es nur an der Seite, zu Stande. Die Entwicklung der Bogenanlage der skeletogenen Schicht entspricht also vollkommen der des Wirbelkörperantheiles und deckt sich durchaus mit den frühesten Stadien der Wirbelsäulenentwicklung bei den Haien und Rochen. Wie ich bereits hervorhob, habe ich bezüglich der makroskopischen Verhältnisse nur *Chimaera* untersuchen können, allein ich zweifle nicht daran, dass bei *Callorhynchus* genau die gleichen Verhältnisse herrschen.

Am Rumpfe (Fig. 9) ist die obere und untere Bogenanlage in regelmässige Segmente, Neur- und Haemapophysen (Fig. 9 *n* u. *h*) getheilt, deren Grenzen in denselben senkrechten Ebenen gelagert sind und sich somit decken. Die Haemapophysen (Fig. 9 *h*) stellen dicht aneinander schliessende, dreiseitig prismatische, breite, niedrige Stücke dar, deren scharfe Kante nach aussen gekehrt ist (Fig. 5 *h*), während die Neurapophysen (Fig. 9 *n*) (J. Müller's *intercalaria*) pyramidale Knorpelchen darstellen, welche mit der Basis der Wirbelkörperanlage aufsitzen, und zwischen denen sich regelmässig keilförmig gestaltete (Fig. 9 *iu*) *intercalaria* (J. Müller's oberer oder Rückenmarkbogen) einschieben. Zwischen den Schaltstücken, oberhalb jedes Rückenmarkbogens (Fig. 9) treten in regelmässigster Weise die dorsalen, durch die Spitze jeder Neurapophyse die ventralen Nervenzweige durch. Oberhalb der *intercalaria* (Fig. 9) finden sich dann noch in bereits von J. Müller geschilderter Weise die Schlussstücke. Alle Knorpelstücke sind durch einfach faseriges Bindegewebe mit einander verbunden. Jeder Neur- und Haemapophyse, also jedem Wirbelsäulensegmente entsprechend findet sich in der Wirbelkörperanlage eine wechselnde Anzahl bis zu 5 Kalkringen, welche durchaus nicht in regelmässigen Abständen von einander, sondern unregelmässig erscheinen (Fig. 9). Von den Kalkplättchen, welche Gegenbaur an der Bogenoberfläche beschrieb, habe ich ebenso wenig wie Götte etwas entdecken können.

Möglich, dass meine Thiere nicht alt genug waren, obgleich ich das von Dr. Günther gütigst geschenkte Exemplar für ausgewachsen halten muss.

Am Schwanze finden sich nicht allein obere, sondern auch untere, hyalinknorpelige Schlussstücke, und nur an dem fadenförmigen Ende sind die Rückenmarks- sowohl, wie die Blutgefässbogen durch eine bindegewebige Membran geschlossen, dafür zeigt sich aber in der Differenzirung der Bogenanlagen zu Haem- und Neurapophysen (Fig. 8 *h* u. *n*) ein Verhalten, welches um so mehr die Aufmerksamkeit erregen muss, als wir wissen, dass am Schwanze niedere, den Verhältnissen der Stammformen entsprechende Entwicklungsstufen sich finden. Die Segmentirung der oberen und unteren Bogenanlage geht nicht in derselben regelmässigen Weise (Fig. 8) wie am Rumpfe (Fig. 9) vor sich. Die Grenzen der Neur- und Haemapophysen decken sich nicht, und die Grösse der einzelnen Rückenmarks- und Blutgefässbogen ist eine durchaus verschiedene (Fig. 8 *h* u. *n*). Dazu kommt dann noch, dass zwischen je zwei durchtretenden Nerven nicht eine, sondern zwei oder sogar drei Neurapophysen eingeschaltet sind, so dass jedes Wirbelsäulensegment (Scleromer) aus zwei, beziehungsweise drei Wirbelstücken besteht, und dem entspricht denn auch in jedem Segmente der Wirbelkörperanlage die Vielzahl der Kalkringe und der Wechsel in der Zahl derselben. Da wir nun wissen, dass die Bogen zuerst gebildet sind, dass also der Wirbel seinen Charakter erst durch den Bogen bekommt, so sehen wir, dass jedes Scleromer am Schwanze zwei oder drei Wirbel umfassen kann. Wir haben hier also Polyspondylie, und da wir nach den Untersuchungen J. Müller's¹⁾, welcher dieser Vielheit ausdrücklich Erwähnung thut und zwar bei Chimaera, sowie auch durch die Untersuchungen Kölliker's²⁾ und v. Jhering's³⁾ wissen, dass bei allen anderen Fischen, Cyclostomen, Notidaniden, auf jedes Scleromer ursprünglich mindestens zwei Wirbel kommen, so deutet dieses ausnahmsweise Vorkommen von mehr als zwei Wirbeln darauf hin, dass die Vorläufer der Holocephalen polyspondyle Fische mit durchaus unregelmässig entfalteten Haem- und Neurapophysen waren, und dass nur die Scleromere oder Wirbelsäulenabschnitte, oder Vorwirbel als regelmässige Bildungen vorhanden waren.

Bei diesem Verhalten im Bau der Wirbelsäule der Holocephalen ist es nun nicht wunderbar, dass die fossilen Ueberreste derselben ausser Zähnen und Stacheln zu den grössten Seltenheiten gehören, und ich darf es deswegen als ein besonderes Glück schätzen, dass die Liebenswürdigkeit meines verehrten Collegen Zittel mich in den Stand setzte, an den Ueberresten der Wirbelsäule einer Chimaera aus dem oberen Jura von Solenhofen histiologische Untersuchungen anzustellen. Vielleicht gelingt es dadurch die Aufmerksamkeit der Sammler auf diese unscheinbaren, aber so wichtige Aufschlüsse versprechenden Ueberreste zu lenken. Selbstverständlich sind nur die ringförmigen Wirbelkörper (Fig. 13, 14) vorhanden, und erkennt man an dem abgesprengten Stücke deutlich, dass genau dieselben Verhältnisse obwalten, wie bei unserer jetzt lebenden Chimaera. Es sind, wie sich aus dem Vorhandensein einer Oberflächenfurche (Fig. 14 *f*) ergibt, auf die Fläche gebogene Kalkringe. Im Uebrigen kehren sie einander abgerundete Flächen entgegen.

Diese Uebereinstimmung in der äusseren Form der im fossilisirten Zustande mit einem wachsgelben Schimmer und Aussehen behafteten Kalkringe lässt natürlich auch auf eine gleiche histiologische Zusammensetzung schliessen. Wenn nun aber dieselbe weder auf dem Längs- (Fig. 16), noch auf dem Querschliff (Fig. 15) deutlich zu Tage tritt, wenn es weder gelingt überall Fasern noch die Lücken,

1) l. c.

2) Ueber die Beziehungen der chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. Verhandlungen der physikalisch-medizinischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. X.

3) Das peripherische Nervensystem der Wirbelthiere. Leipzig 1878.

welche im Leben von spindel- oder sternförmigen Zellen eingenommen waren, nachzuweisen, wenn die Lücken unregelmässig und mehr rund erscheinen (Fig. 16), oder wenn eine Faserung auf dem Querschnitte nur hie und da angedeutet erscheint (Fig. 15), so ist das wohl auf Rechnung der Vorgänge bei der Fossilisation zu setzen. Die äussere Form ist erhalten, die gewebliche Zusammensetzung aber nur nothdürftig zu erkennen, weil das verkalkte Gewebe allmählig gleichmässig aufgelöst, naturgemäss durch homogene Kalkmasse ersetzt wurde, wobei selbstverständlich die Formen der Zelllücken geändert werden konnten. Der Fund ist ungemein wichtig, denn da bei der Fossilisation eines höher entwickelten, verkalkten Knorpels die gewebliche Struktur auf das deutlichste zu erkennen ist, so müssen die Kalkringe der ausgestorbenen Holocephalen, wie die der jetzt lebenden Chimaera auf einer niederen Gewebsstufe gestanden haben.

Zweiter Abschnitt.

Die Notidaniden.

Die Notidaniden.

Taf. VI und VII.

Hexanchus.

Ich beginne die Beschreibung mit Hexanchus, von welchem ich in dem allgemeinen Theile behauptete, dass derselbe der älteste und am niedrigsten organisirte unter den jetzt lebenden Grauhaien sei. Die Güte meines Herrn Collegen Gegenbaur setzte mich in den Stand, ein Stück der Rumpfwirbelsäule eines ausgewachsenen Thieres zu untersuchen, und daran zeigen sich so viele interessante histologische Einzelheiten, dass es wohl wichtig wäre die Untersuchungen auch auf andere Theile des Körpers auszudehnen. Die Beobachtungen und Schilderungen, welche bislang vorliegen, sind ausserordentlich fragmentarisch und beschränken sich eigentlich nur auf das, was Kölliker¹⁾ anführt. Derselbe untersuchte sowohl Rumpf- als Schwanzabschnitte. Er schildert das Verhalten folgendermaassen:

„Eine mächtige Chorda vertritt hier die Stelle der Wirbelkörper und verbindet sich oben und unten innig mit den knorpeligen Bogen, so jedoch, dass die Grenzen der Chordascheide überall deutlich sind. Aeusserlich ohne Spur von Gliederung zeigt diese Chorda im Inneren bestimmt die Wirbelsegmente, indem von Stelle zu Stelle die dicke, in Faserknorpel umgewandelte Scheide derselben nach innen gewuchert ist und in Form von dünnen, mit einem kleinen centralen Loch versehenen Scheidewänden die eigentliche Chorda durchsetzt, welche so in viele hinter einander liegende Massen zerfällt, die nur durch dünne Stränge verbunden sind. Am Schwanze sind die Reste der *elastica externa* ringsherum deutlich und zum Theil in Gestalt einer elastischen Netzmembran ganz gut erhalten. Die von der eigentlichen Chordascheide abstammenden Scheidewände, die die Wirbelabtheilungen bezeichnen, sind hier viel dicker als vorn, dafür aber auch sehr wenig über die innere Oberfläche der Scheide vorgetreten und schnüren die Chorda selbst nur wenig ein. Die eigentliche Chordascheide ist stellenweise namentlich innen, in der Gegend der Scheidewände, an der Grenze der *elastica interna* und an den an die Bogen anstossenden Stellen in hyalinen Knorpel umgewandelt.“

Leider fehlen dieser Beschreibung die Abbildungen vollkommen, und schätze ich mich glücklich, solche, wenn auch nur in sehr beschränkter Zahl, liefern zu können. Dabei muss ich mich wesentlich auf die makroskopischen Verhältnisse beschränken.

1) Ueber die Beziehungen der *chorda dorsalis* zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. Verhandlungen der medicinisch-physikalischen Gesellschaft in Würzburg, Bd. X. Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier, insbesondere über die Wirbel der Lamnoidei, nebst allgemeinen Bemerkungen über die Bildung der Wirbel der Plagiostomen. Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M., Bd. V.

Die Rückensaite stellt nicht wie bei den Holocephalen einen nahezu gleichmässigen Strang dar, sondern, wie bereits von meinem Vorgänger hervorgehoben, es erscheinen deutlich entwickelte, vertebrale Einschnürungen (Fig. 2 *v*), deren Verhältnisse bei der Betrachtung der äusseren Chordascheide ganz besonders berücksichtigt werden sollen. Die vertebralen Einschnürungen sind so bedeutend, dass das Chordagewebe der Mitte der Bogenbasen entsprechend zu einem funieulus chordae (Fig. 3). zu einem aus zusammengepressten Vacuolenwänden bestehenden Strang eingeschnürt wird, welcher sich dann in den Zwischenräumen in das Maschenwerk der Rückensaite auflöst. Der funieulus chordae geht also nicht wie bei den Holocephalen durch die ganze Rückensaite. Möglich indess, dass in dieser Beziehung bei Hexanchus Altersverschiedenheiten und Unterschiede in den einzelnen Körperregionen stattfinden. Dies ist wenigstens im Hinblick auf die Erscheinungen bei Heptanchus durchaus nicht unwahrscheinlich. Das Maschennetz der Vacuolen bedarf keiner besonderen Beschreibung, ebenso wenig die cuticula chordae und das dieselbe absondernde, protoplasmatische Lager des Chordaepithels.

Bedeutenderes Interesse nimmt der Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht, die äussere Chordascheide der Autoren, in Anspruch, und darin zeigt sich einerseits ein Fortschritt gegenüber dem, was die Holocephalen darbieten, auf der anderen Seite aber auch ein Rückschritt, wenn man die jetzt lebenden Holocephalen als Ausgangspunkt der Betrachtung nimmt. Ersteres ist nicht überraschend, weil die Annahme allgemein ist, dass die Notidaniden im natürlichen Systeme der Elasmobranchier eine höhere Entwicklungsstufe darstellen. Letzteres könnte jedoch auf den ersten Blick befremden, und man könnte sich zur Göttsche'schen Annahme eines Rückbildungsprocesses von weiter vorgeschrittenen Vorfahren aus gedrängt fühlen. Das ist jedoch durchaus unstatthaft. Mit einem Fortschritt in den allgemeinen Organisationsverhältnissen ist ein Rückschritt im Einzelnen oder ein Beharren auf niedriger Entwicklungsstufe gegenüber anderen, der Stammform im Allgemeinen näher stehenden Thieren recht wohl vereinbar. Man muss eben bedenken, dass die jetzt lebenden Holocephalen, wenn sie auch im Allgemeinen durchaus ihre niedere Stellung bekunden und nicht aus dem Rahmen einer tieferen Entwicklungsstufe heraustreten, dennoch eine längere Reihe von Vorfahren besessen haben können, als die jetzt lebenden Grauhäie. In diesem Falle müssen die geweblichen Differenzirungen, selbstverständlich innerhalb der Grenzen der von ihnen eingenommenen Entwicklungsstufe, bei den jetzt lebenden Holocephalen höhere sein als bei den jetzt lebenden Notidaniden. Dafür sprechen, wie wir im allgemeinen Theile gesehen haben, die paläontologischen Thatsachen, und es gelingt eine viel grössere Reihe von ausgestorbenen Formen als Vorläufer der Ischyodonten ausfindig zu machen, als bei den Grauhäien. Man sieht daraus wiederum, wie durchaus nothwendig bei Aufstellung allgemeiner Schlussfolgerungen auf morphologischem Gebiete die eingehendste Berücksichtigung nicht nur der Entwicklungsgeschichte, sondern auch der paläontologischen Thatsachen ist. Der Fortschritt in der Bildung der Wirbelsäule bei Hexanchus, gegenüber den höchstgestellten unter den Holocephalen, den Chimären, beruht in der Ausbildung der drei Gewebzonen (Fig. 2 *i, m, u*), der äusseren Chordascheide und in der Ausbildung von Wirbeln, der scheinbare Rückschritt in dem Vorhandensein eines niederen Gewebes sowohl im Bogen, wie im Wirbelkörperantheil des Axenskeletes.

Waren bei den Holocephalen die vertebralen Einschnürungen der Chorda kaum angedeutet, so erscheinen dieselben (Fig. 2 *v*), wie Kölliker hervorhebt, auch am Schwanzende durchaus dem Entwicklungsgange entsprechend, nach welchem dieselben mit der Differenzirung der Wirbelkörperanlage zu Aussen-, Mittel- und Innenzone auftreten, bei Hexanchus deutlich und regelmässig ausgeprägt. Sie entsprechen durchaus der Mitte der Bogenbasen, nur ist dabei das Auffallende (Fig. 2), dass dieselben im

Bereiche der unteren Bogen stärker entwickelt sind, als im Bereiche der oberen, so dass demnach der funiculus chordae in der Rückensaite excentrisch, dorsalwärts gelagert erscheint.

Diese vertebralen Vorragungen der äusseren Chordaseide, der Wirbelkörperanlage sind nun aber nicht die einzigen. Zwischen ihnen (Fig. 2) treten noch unregelmässige in wechselnder Zahl auf, so dass dadurch die reine Form des Rosenkranzes, welche an der Chorda der Plagiostomen mit scharf gesonderten Wirbelkörpern erscheint, gestört wird. Die Vorragungen springen ferner ziemlich scharf-randig vor, und somit erscheint die Rückensaite mehr coulissenartig abgetheilt. Davon hängt es wiederum ab, dass die Doppelkegelform eines Wirbelkörperabschnittes, wie sie durch die vertebrale Einschnürung bei den höheren Thieren bedingt wird, nicht klar zu Tage tritt. Eine scharfe Grenze zwischen Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe existirt nicht. Der Fortschritt zu gesonderten Wirbelkörpern ist dem entsprechend nur ein geringer. Die Sonderung ist gleichsam erst im Entstehen begriffen, um so mehr, wie ebenfalls bereits bekannt ist, weil die charakteristischen Verkalkungen der vertebralen Vorragungen, die centralen Doppelkegel, durchaus fehlen, ein schlagender Beweis für die niedere Stellung von Hexanchus im Entwicklungsplan der Elasmobranchier.

Die Einschnürungen der Chorda beruhen im Wesentlichen auf der Wucherung der Innenzone (Fig. 2 u. 3 *i*), welche sich, wie das nach der Schilderung der Entwicklung des Axenskeletes der Elasmobranchier nicht anders zu erwarten ist, continuirlich um die Chorda herum, ohne Rücksicht auf Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe, ausdehnt. Im Bereiche der unteren Bogen ist sie stärker entwickelt und besitzt ein mehr homogenes Aussehen.

Die Mittelzone (Fig. 2, 3 *m*) erscheint am stärksten ausgebildet und erstreckt sich in ziemlich gleichmässiger Stärke um die ganze Rückensaite. Da, wo die Innenzone stärker gegen die Chorda vorspringt, also den vertebralen Einschnürungen entsprechend, erscheint sie, ohne erheblich an Dicke zuzunehmen, ebenfalls gegen dieselbe vorgebuchtet (Fig. 2 *m*), allein sie spielt dabei eine passive Rolle, und die Vorbuchtungen sind im Wesentlichen abhängig von den vordrängenden Bogenbasen, vor allen Dingen aber von der unter ihnen stattfindenden stärkeren Entwicklung der Aussenzone, welche wiederum am deutlichsten im Bereiche der unteren Bogen erscheint (Fig. 2 *a*). Die Mittelzone zeigt sich schon bei Betrachtung mit blossen Auge als aus asbestartig glänzenden Fasern zusammengesetzt, welche auf dem Längsschnitt (Fig. 2) in senkrechter Richtung verlaufen, während sie sich auf dem Querschnitt (Fig. 3) durch einander gewirkt in zierlichen Bogen verlaufend darstellen.

Die Aussenzone tritt eigentlich nur auf dem Längsschnitt (Fig. 2 *a*) deutlich zu Tage und erscheint als eine dünne, leicht streifige Schicht mit etwas schrägem Faserverlauf. Auch sie bildet eine continuirliche Zone, welche jedoch zwischen den Bogenbasen am schwächsten entwickelt erscheint, dagegen den vertebralen Einschnürungen der Chorda entsprechend ihre grösste Dicke gewinnt. Das zeigt sich, wie erwähnt, namentlich an der ventralen Fläche, und darauf beruht ja das Vordrängen der Mittelschicht und das Hervortreten einer Andeutung von Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe, ohne dass damit eine strenge Sonderung gegeben wäre. Es ist eben nur die erste Andeutung eines Zerfalles in Wirbelkörper, welche sich ja auch in der ersten Entwicklung der übrigen Plagiostomen, die den bleibenden Verhältnissen bei Hexanchus entspricht, in gleicher Weise geltend macht ¹⁾.

Was nun die gewebliche Zusammensetzung betrifft, so steht dieselbe, wie ich bereits hervorgehoben habe, auf einer niedrigeren Stufe, wie bei Chimaera. Ein echter Hyalinknorpel oder ein Rund-

¹⁾ Man vergleiche dabei die Abbildung, welche Cartier unter anderem von diesem Verhältniss gegeben hat. Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie, Bd. XXV, Supplement.

zellenvorknorpel existirt nicht, sondern die äussere Chordascheide besteht überwiegend aus einem Vorknorpel, dessen Fibrillenstruktur deutlich zu Tage tritt (Fig. 4 *m*), mit spindel- oder sternförmigen, nackten Zellen. Nur dicht unter den Elementen der elastica externa findet sich ein Gewebe, welches dem der Bogen näher verwandt die Bezeichnung eines Spindelzellknorpels verdient. Ich werde auf dasselbe bei der Schilderung des Gewebes der Bogen näher einzugehen haben. Die Innenzone zeigt ebenfalls eine Fibrillenstruktur, allein die Verlaufsrichtung der Fäserchen ist eine mehr gleichmässige, wie in der Mittelzone, und sie steigen in radiärer Richtung auf. Dem entsprechend sind auch die Zellelemente angeordnet. Ob sich, wie bei den Holocephalen oder wie bei Heptanchus, eine nahezu zellfreie Lage dicht an der elastica interna oder der cuticula chordae befindet, vermochte ich nicht mit Sicherheit zu entscheiden, ist aber höchst wahrscheinlich. In der aus Spindelzellvorknorpel bestehenden, stark entwickelten Mittelzone (Fig. 3 *m*) zeigt die Richtung der Fibrillen die Form eines Doppeltornes, zwischen dessen Armen die Züge dann wieder bogenförmig verlaufen.

Die elastica externa stellt eine vielfach durchbrochene und aus dendritisch verzweigten Fasern (Fig. 4 *ee*) bestehende Cuticularmembran dar, ähnlich der, welche wir unter den Bogenbasen der Holocephalen auftreten sahen.

Die Bogenanlage ist vollkommen und regelmässig segmentirt und besteht aus mit breiter Basis aufsitzenden, dreiseitigen Neurapophysen (Fig. 1 *n*), denen die Haemapophysen in ihren Grenzen nicht genau entsprechen (Fig. 1 *h*), und aus zwischenliegenden, gleichgeformten intercalaria (Fig. 1 *in* u. *in'*). Die oberen Bogen werden mehr gegen die Basis hin von den ventralen und die intercalaria in ebenso regelmässiger Weise mehr gegen die Spitze hin von den dorsalen Nervenstämmen durchbrochen. Ob am Schwanz Diplospondylie oder gar Polyspondylie vorhanden ist, wäre noch zu untersuchen, ist aber nach dem, was wir bei Heptanchus sehen werden, im höchsten Grade wahrscheinlich. Ausserdem finden sich den Neurapophysenspitzen entsprechend intercalaria spinalia (Fig. 1 *is*) und über diesen wieder besondere Schlussstücke (Fig. 1 *s*). Oberflächenverkalkungen fehlen durchaus. Mit den Haemapophysen stehen am Rumpfe sehr kurze Rippen in seitlicher Verbindung (Fig. 3 *r*), und von den unteren Bogen gehen die von Götte besonders beschriebenen Hämalfortsätze (Fig. 3 *hf*) zur theilweisen Umschliessung der Bauchorta, welche somit in einer tiefen Rinne zu liegen kommt, aus. Die Haemapophysen (Fig. 1 *h*) sind rechteckige Knorpelstücke, zwischen denen dann ebenso gestaltete und ebenso grosse intercalaria haemalia (Fig. 1 *in'*) eingeschaltet sind. Ein Fortschritt gegenüber den Holocephalen ist jedoch bezüglich der Bogen darin begründet, dass (Fig. 1) die Mitteltheile der Bogenbasen an der Seite der Wirbelkörperanlage mit einander verschmelzen, wie das Gleiche an dem vorderen Ende der Wirbelsäule von Chimaera, allein in einem viel ausgiebigeren Maasse der Fall ist. In der dorsalen und ventralen Mittellinie (Fig. 3 *k*) sind die Bogen dagegen getrennt, und zwar durch eine eingeschobene Knorpelmasse, welche um so grösseres Interesse erregt, als Gegenbaur am vorderen Ende der Wirbelsäule bei Chimaera gleicher Bildungen Erwähnung thut. Die seitliche Verschmelzung ist nun aber bei näherem Zusehen keine ganz vollständige, und darüber giebt namentlich der Querschnitt (Fig. 3) vollkommene Aufklärung. Ein Theil des die Bogenbasen verbindenden Bindegewebes des Perichondrium, welches aussen die elastica externa bedeckt, sinkt in die Tiefe und hilft somit die Bogenbasen unvollkommen sondern. Es ist demnach wahrscheinlich, dass am hinteren Rumpfe und am Schwanz die Trennung der Bogenbasen vollkommen sein wird.

Was nun die gewebliche Zusammensetzung der Bogen betrifft, so hat dieselbe mein lebhaftestes Interesse erweckt. Es handelt sich um einen hyalinen Spindelzellknorpel, also eine niedere Form des Knorpels, wie die, welche in den Bogen der Holocephalen vertreten ist. Die Knorpelkapseln fehlen.

die Zellen liegen nicht in Gruppen zusammen (Fig. 4) und erscheinen spindel- und sternförmig und gleichen somit den Zellen des Vorknorpels der Wirbelkörperanlage.

Eine ähnliche Zusammensetzung zeigt die Aussenzone (Fig. 4 *a*), dicht unter der *elastica externa*, und diese geht dann ganz allmählig in den deutlich fibrillären Vorknorpel der Mittelzone (Fig. 4 *m*) über, jedoch treten hier und da Rundzellengruppen auf, so dass wir es mit einem Gemisch von hyalinem Knorpel zu thun haben.

An der Peripherie der Bogen dringen scheinbar vom Perichondrium ausgehende Fasern in den Knorpel ein. Dieselben sind jedoch Lamellen der in der Einleitung beschriebenen prochondralen Grundsubstanz, so dass an der Oberfläche der gemischte Knorpel den in der Tiefe vorhandenen hyalinen ablöst.

Aus dieser niederen geweblichen Differenzirung, welche die wesentlichsten Bestandtheile des Axenskeletes, Wirbelkörper und Bogen gegenüber denen der Holocephalen zeigen, folgt nun, wie erwähnt, dass *Hexanchus* den Stammformen der Elasmobranchier näher steht, als die jetzt lebenden Holocephalen, namentlich *Chimaera*, und dass dieses Thier durch eine geringere Anzahl von Zwischengliedern mit ihnen verbunden ist. Mit anderen Worten, es folgt daraus, dass der Habitus und der Bau der Urformen der Elasmobranchier sich viel mehr dem der jetzt lebenden Grauhäie, als dem der jetzt existirenden Holocephalen näherte. Dafür spricht auch von vorne herein das Vorhandensein freier Kiemenöffnungen, wie solche niederen Entwicklungsstufen der Wirbelthiere eigenthümlich sind, das Fehlen der Kiemendeckmembran, welche sich erst sekundär geltend macht. Es ist mir das Verhalten ferner ein Beweis, dass sie langsamer abänderten als die Holocephalen und deren Stammformen, schwieriger äusseren Verhältnissen sich anpassten, somit weniger zahlreich an Arten auftraten und langsamer ihre geographische Verbreitung fanden, als diese. Damit steht die paläontologische Thatsache des Ueberwiegens der den Holocephalen zuzuschreibenden Ichthyodorulithen und der ausgedehnten geographischen Verbreitung derselben gegenüber den den Notidaniden zuzuzählenden in Einklang. Ist das nun richtig, dann lässt sich aber daraus auch folgender allgemeine Satz ableiten:

Je langsamer und allmählicher unter der Einwirkung äusserer Verhältnisse Aenderungen der thierischen Organisationen hervorgerufen werden, desto grössere Sicherheit bieten dieselben für die Erhaltung und Entfaltung der Art. Je schneller und stürmischer dagegen die Umänderungen innerhalb der Art, desto schneller das Auftreten und Schwinden der abgeleiteten Formen.

Das würde sich dann vollkommen mit den Erscheinungen und Veränderungen unseres Erdballes, welche ungeheuer lange Zeiträume in Anspruch nehmen, decken. Da diese im grossen Ganzen alles Rasche, sich Ueberstürzende anschliessen, so müssen, da unter ihren Einwirkungen die Organisationsveränderungen der Thier- und Pflanzenwelt geschehen, auch diese, wenn sie Bestand haben sollen, langsam sich entwickeln, und in diesem conservativen Princip liegt die Garantie der Fortdauer und der richtigen Weiterentwicklung.

Bei der Zusammensetzung des Axenskeletes des *Hexanchus*, bei dem gänzlichen Mangel an Verkalkung, beziehungsweise Verknöcherung ist es nicht wunderbar, dass bis dahin jede Spur des Thieres im fossilen Zustande fehlt. Auch ich habe selbstverständlich in dem mir zugänglichen paläontologischen Materiale jede Andeutung seines Vorhandenseins vermisst. Das ist, wie bekannt, bei seinem nächsten Verwandten, zu dessen Schilderung ich mich jetzt wende, nicht der Fall.

Heptanchus.

Die Wirbelsäule von Heptanchus ist, abgesehen von einigen wenig eindringenden Angaben, welche wir J. Müller¹⁾ verdanken, zuerst ausführlicher von Kölliker²⁾ berücksichtigt worden, und ist man später meines Wissens immer wieder nur von seiner Beschreibung ausgegangen. Dieselbe verdient es auch, da sich in ihr Nichts findet, dem man widersprechen müsste. Dennoch ist sie durchaus nicht ausreichend, und so möchte wohl eine ausführliche Schilderung am Platze sein, welche sich auf ein ausgedehntes Material, das mir aus der zoologischen Station in Neapel unter Leitung des Herrn Prof. Dohrn zukam, stützt.

Kölliker schildert den Bau der Wirbelsäule bei Heptanchus folgendermaassen:

„Die vorderen Wirbel von Heptanchus zeigen dieselben Septa wie Hexanchus, nur dass hier schon eine Spur von Ossification vorhanden ist, die J. Müller entging. In jedem Septum nämlich, die hier etwas dicker sind, findet sich nahe an dem die centrale Oeffnung begrenzenden Theile ein zarter Knochenring in Form eines ganz niedrigen Doppelkegels, so dass er eigentlich mehr nur wie ein aussen mit einer Furchen versehener, platter Ring erscheint. Diese Ossification besteht aus verkalktem Faserknorpel und gehört natürlich ganz und gar der eigentlichen Scheide der Chorda an, die überall mehr oder weniger schon die Natur eines weichen Faserknorpels hat.“

„Bei der Untersuchung der hinteren Hälfte der Wirbelsäule eines etwa 2' langen Individuum fand er, dass hier ziemlich gut ausgebildete knöcherne Wirbel vorkommen, die schon von aussen kenntlich sind. Zugleich ergab sich bei Vergleichung der vorderen und der hinteren Theile der Wirbelsäule ein so allmählicher Uebergang des einen in das andere Extrem, dass es verhältnissmässig leicht war, die Genese der Wirbel zu construiren.“

„Die gut ausgeprägten Wirbelkörper am Schwanz selbst bestanden vor allem aus knöchernen Doppelkegeln mit stark vertieften Endflächen und einer ziemlich breiten Oeffnung in der Mitte, die, obschon ziemlich kurz, doch mit den Rändern ihrer Basen schon nahe an die Oberfläche der eigentlichen Chordascheide reichten. Zwischen je zwei solchen Doppelkegeln oder Wirbelkörpern war die dicke Chordascheide und die Chorda selbst mit einer schönen elastica interna in derselben Weise, wie weiter vorne zu sehen, stellte sich jedoch nun als ein mächtiges lig. intervertebrale dar. In dem Loch, das die Mitte eines jeden Doppelkegels durchbohrte, befand sich die eingeschnürte Chorda, doch grenzte diese nicht unmittelbar an den Knochen, vielmehr fand sich zwischen beiden noch eine dünne Lage von Faserknorpel, die unmittelbar in den Faserknorpel des lig. intervertebrale überging. Die äussere Seite der Doppelkegel wurde von einer mächtigen Lage wirklichen hyalinen Knorpels eingenommen, der durch Umwandlung des Faserknorpels der Chordascheide entstanden, nun als Theil des Wirbelkörpers selbst erschien und zum Theil das Material abgab, aus dem der knöcherne Doppelkegel sich verstärkte. Während nämlich dieser in seinem innersten Theile, wie weiter vorne die ersten Rudimente desselben, aus Faserknochen bestand, zeigte er mehr nach aussen echten Knorpelknochen, wie er bei den Plagiostomen so verbreitet ist. Zu bemerken ist übrigens noch, dass genau von der Mitte eines jeden Doppelkegels aus zarte, kürzere und längere Leisten oder Zapfen (ich zählte 8) in den Knorpel sich erstrecken, so dass der Wirbelkörper auf dem senkrechten Querschnitte das zierliche Bild eines Sternes mit acht Strahlen darbot.“

1) A. Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles.

2) l. c.

„Zu diesem ossificirten Doppelkegel gesellten sich nun noch, und zwar um so deutlicher, je weiter hinten man untersuchte, zwei oberflächliche, zarte Knochenplatten, ebenfalls von Knorpelknochen, die die Seiten des Wirbelkörpers einnahmen und in der Längsrichtung der Wirbelsäule so weit sich erstreckten, dass sie die Ränder der Basen der Doppelkegel nahezu berührten, ohne jedoch mit ihnen verbunden zu sein. Mit anderen Worten, es schlossen diese Knochenplatten rechts und links den in der äusseren Auslöhlung der Doppelkegel befindlichen Knorpel so ziemlich ab, so zwar, dass sie zwischen demselben und der äusseren, die Wirbelkörpersäule bekleidenden und von der äusseren skeletbildenden Schicht abstammenden Beinhaut sich befanden. Die Genese dieser äusseren Seitenschilder war nicht leicht zu ermitteln und konnte nur durch genaue Würdigung der Umwandlung der äusseren, elastischen Hülle der Chorda bestimmt werden. Geschah dieses, so ergab sich, dass nach innen von den fraglichen Seitenschildern eine dünne Knorpellage sich befand, die aus der seitlichen Verschmelzung der oberen und unteren knorpeligen Bogen entstanden war, worauf dann erst die Reste der *elastica externa* der Chorda in Form kleiner, isolirter, in einer bestimmten gebogenen Ebene liegenden elastischen Plättchen und Fetzen folgten, die nur für den mit diesen Verhältnissen ganz Vertrauten als das sich erkennen liessen, was sie wirklich waren. Somit gehören die Seitenplatten nicht der Chordascheide, sondern der äusseren skeletbildenden Schicht und zwar den Bogen an, woraus weiter folgt, dass die hinteren Wirbelkörper von *Heptanchus*, wenn auch vorzüglich, doch nicht allein aus der Chordascheide hervorgehen. Einmal gebildet scheinen die Seitentheile von beiden Seiten aus sich zu verdicken, von innen auf Rechnung des Knorpels, der immer mehr unter gleichzeitigem Schwinden der Reste der *elastica interna* mit dem aus der Chordascheide selbst hervorgegangenen Knorpel verschmilzt und von aussen auf Kosten eines innen an dem Periost sich entwickelnden Faserknorpels. Daran knüpft dann Kölliker noch die Bemerkung, dass die Zahl der Wirbel am hinteren und vorderen Theile der Wirbelsäule um das Doppelte grösser ist, als in der Mitte, dass die Abstände der Septa zwei Wirbelkörperlängen entsprechen, und dazu bemerkt er weiter, dass die Wirbelkörper in der Mitte zwei oberen und zwei unteren Bogen entsprechen, ein Verhalten, das nicht mit der *Diplospondylie* zu verwechseln wäre.“

In Folge der unvollkommenen Gliederung der Wirbelkörperanlage zu Wirbelkörpern und Zwischenwirbelgewebe (Fig. 5) schliesst sich der Rumpfabschnitt der Wirbelsäule mehr den Verhältnissen bei *Hexanchus* und bei den *Holocephalen* an und erscheint deswegen als der ältere, auf niederer Entwicklungsstufe stehen gebliebene Theil, während dagegen am Schwanz (Fig. 7, 8, 9) allmählig weitere Sonderungen auftreten, welche einen entschiedenen Fortschritt bedingen und späteren Entwicklungsstufen entsprechen. Sie sind somit jüngeren Datums und als erworben und nicht einfach als von den Vorfahren ererbt zu betrachten.

Ich beginne daher auch die Beschreibung mit den Verhältnissen der Rumpfwirbelsäule. Die Rückensaite, welche bei den Bildungsvorgängen überwiegend eine passive Rolle spielt, zeigt, abgesehen von den Formverschiedenheiten (Fig. 14, 15, 16), überall den gleichen Bau, und diesen will ich zuerst schildern. Die Mitte der Rückensaite wird von einem gestreckt verlaufenden, ziemlich gleichmässigen und nur in dem hinteren Theile der Schwanzwirbelsäule abwechselnd stärkeren und schwächeren *funiculus chordae* (Fig. 14 16 *fc.*) durchzogen, welcher auf dem Querschnitt sich seitlich abplattet, oval oder dreieckig darstellt (Fig. 18 *fc.*). Wo derselbe ungleiches Caliber (Fig. 16 *fc.*) besitzt, ist er den vertebralen Einschnürungen entsprechend am stärksten und nimmt fast die ganze Chorda ein, intervertebral dagegen am schwächsten. Er bietet (Fig. 18 *fc.*) das Aussehen einer homogenen, schwer irrobibirbaren, knorpelähnlichen Substanz mit sparsamen, rundlichen Lücken dar, erscheint

aber namentlich auf dem Längsschnitt aus längsverlaufenden Faserzügen zusammengesetzt, welche dicht zusammengedrängt und geschweisst nichts weiter darstellen, als die durch den Wachstumsdruck immer mehr zusammengedrängten Vacuolenwände der Chorda. Die Maschen der Rückensaite, welche gegen die Oberfläche hin an Durchmesser abnehmen (Fig. 18), sind im Wesentlichen radiär gerichtet und an der Peripherie durch ein protoplasmatisches Lager ersetzt, von dem aus die Vacuolenbildung ihren Anfang nimmt. Ich vermag in demselben keine Zellgrenzen zu unterscheiden. Dasselbe sondert wie überall die zarte *cuticula chordae* oder *elastica interna* ab, welche mir nirgends unterbrochen erscheint.

Um nun gleichzeitig das Gemeinsame in dem Baue des Wirbelkörperantheils der skeletogenen Schicht, der äusseren Chordascheide hervorzuheben, so sei erwähnt, dass hier wie bei *Hexanchus* und überhaupt bei den Plagiostomen ohne jede Ausnahme die drei Zonen (Fig. 10) Aussen-, Mittel- und Innenzone differenziert erscheinen. In welcher Weise und in welcher Ausdehnung, das ist verschieden, je nach den verschiedenen Körperregionen.

Am Rumpfe und an der Basis des Schwanzes herrschen durchaus übereinstimmende Verhältnisse. Die äussere Chordascheide (Fig. 5, 6, 7) stellt nichts weiter dar als eine Wirbelkörperanlage im entwicklungsgeschichtlichen Sinne, ohne Sonderung in Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe (Fig. 14 u. 15). Dem entsprechend sieht man dieselbe namentlich an jüngeren Thieren in ziemlich gleicher Dicke (Fig. 5 u. 7) rings um die Chorda gelagert, oder diese in wellenförmigen Biegungen einschnüren (Fig. 5), von welchen sich dann nur die eine, welche der Mitte der Bogenbasen entspricht, schärfer ausprägt und (Fig. 15) ein wenig über das Niveau der übrigen leistenartig in die Chorda vorspringt. Es ist die erste Andeutung der vertebralen Scheidewand und bedingt die charakteristische Einschnürung der Rückensaite (Fig. 15). Bei erwachsenen Thieren erscheint dieselbe gleichmässig weiter vorgewachsen, und die Chorda wird bis auf den *funiculus chordae* eingeschnürt. Man bekommt dann bei der Flächenbetrachtung das vollkommene Bild einer Scheidewand mit centraler Durchbohrung. Im demselben Maasse, wie diese sich ausbildet, verschwinden die zwischenliegenden Vorbuchtungen der Chordascheide bis auf eine schwache Vorwölbung (Fig. 14), deren tiefster Punkt dem Zwischenraume zwischen den Bogenbasen entspricht. Aeusserlich markirt sich der vertebrale Vorsprung ganz deutlich (Fig. 5 u. 7 *v*) als ein dunkler, doppelt contourirter Streifen, welcher der Mitte der Basen der Neur- und Haemapophysen entspricht und senkrecht verlaufend die überraschendste Aehnlichkeit mit einem Zwischenwirbelgewebe hat. Giebt man sich einer solchen Anschauung hin, dann kommen allerdings am Rumpfe und an der Basis des Schwanzes zwei obere und zwei untere Bogen auf einen Wirbelkörperabschnitt, und vielleicht hat sich Kölliker durch das täuschende Aussehen zu einer solchen Behauptung verleiten lassen. Dieselbe ist unhaltbar, denn der dunkle Streifen, der Ausdruck des vertebralen Vorsprungs, hat Nichts mit dem Zwischenwirbelgewebe zu thun, ist im Gegentheil die Grundlage des eigentlichen Wirbelkörpers. Das sieht man am deutlichsten, wenn man die hinteren Theile des Schwanzes betrachtet (Fig. 8, 9, 16). Die Streifen verbreitern sich und dehnen sich immer mehr gegen das vordere und hintere Ende der Bogenbasen aus. Schliesslich ist das zwischenliegende Gewebe bis auf einen verhältnissmässig schmalen Streifen zusammengedrängt (Fig. 8, 9 *iv*), und dann haben wir das vollendete Bild eines Wirbelkörpers, welcher der ganzen Ausdehnung der Bogenbasen entspricht, und des Intervertebralgewebes. Die Verbreiterung geschieht einfach dadurch (Fig. 16), dass der vertebrale Vorsprung der Wirbelkörperanlage am hinteren Schwanzende allmählig den Charakter einer coulissenartigen Vorrangung verliert und die Gestalt eines dreiseitig prismatischen Ringes mit den Bogen ansitzender Basis und gegen die Chorda vorspringender, stumpfer Kante an-

nimmt. In diesem Augenblicke erscheint die Chorda (Fig. 16) rosenkranzartig eingeschnürt, und der vertebrale Vorsprung hat den Charakter eines amphicoelen Wirbelkörpers, dessen Zwischenwirbelgewebe den dünnsten Theil der Wirbelkörperanlage darstellt. Als durchaus untergeordnet liesse sich noch hervorheben, dass der Breite der Bogenbasen entsprechend der Abstand der vertebralen Vorsprünge von vorne nach hinten abnimmt.

Mit der Form der vertebralen Vorsprünge, welche, wie erwähnt, am Rumpfe und an der Schwanzbasis, namentlich im Jugendzustande (Fig. 15) durchaus denen des Hexanchus entsprechen, ändert sich dann auch die Gestalt der darin auftretenden Verkalkung. Dieselbe hat (Fig. 14 u. 15), wie Kölliker richtig hervorhob, in diesen Körperabschnitten die Gestalt eines einfachen, auf der Oberfläche leicht gefurchten Ringes (Fig. 10 *cv*), ähnlich denen der Chimaera, nur mit dem Unterschiede, dass niemals mehr wie einer auf jeden Bogen kommt. An den hinteren Schwanzabschnitten wird die Oberflächenfurche des Ringes allmählig breiter, und nimmt derselbe (Fig. 16 *d*) nach und nach den Charakter eines Doppelkegels mit steil ansteigenden, weiter nach hinten flacheren Wänden an. Er stellt sich dann als der amphicoele, centrale Doppelkegel der Autoren dar, wie sich ein solcher auch im Verlaufe der Entwicklung, nach dem Auftreten der vertebralen Einschnürung der Rückensaite bei den meisten Plagiostomen findet. Genau ausgedrückt dehnt sich die Verkalkung mit der Ausbreitung der vertebralen Vorsprünge über die ganze Bogenbasis von vorne nach hinten in denselben aus, während sie in den senkrecht wachsenden Scheidewänden als schmales Plättchen mit in die Tiefe wuchert. Immerhin möchte ich noch hervorheben, dass die Wirbelkörper, und somit auch die Wirbelvorsprünge sich niemals so weit ausbreiten, dass sie dicht an einander stossen und nur durch eine geringe Masse von Zwischenwirbelgewebe getrennt sind, sondern immer findet sich ein bedeutender Abstand zwischen denselben (Fig. 16). Demnach besitzen die Intervertebralgewebe eine grosse Ausdehnung, so bedeutend, wie es sonst bei getrennten Wirbelkörpern nicht wieder vorkommt, höchstens zu einer frühen Entwicklungsperiode.

Das ist abermals ein Beweis für das Stehenbleiben der Grauhaie auf früher Stufe der Entwicklung und der Organisation, und ferner ein Beweis für die grosse Annäherung derselben an die allen Wirbelthieren und Wirbelsäulen gemeinsamen Stammformen.

Wirft man nun die Frage auf, worauf die Bildung der vertebralen Vorsprünge beruht, so ergibt sich bei der Betrachtung des Längsschnittes (Fig. 14 u. 15) auf den ersten Blick, dass es sich um eine Vorwölbung der Mittelzone, hervorgerufen durch eine mit den Bogenbasen in Zusammenhang stehende Ausbildung der Aussenzone (Fig. 14 u. 15 *a*) handelt. Wie bei Hexanchus, so ist erstere auch bei Heptanchus am Rumpfe und an der Schwanzbasis am stärksten entwickelt. Es ist das stammesgeschichtlich von hohem Interesse. Wir wissen ja aus der allgemeinen Entwicklungsgeschichte der Wirbelsäule bei den Elasmobranchiern, dass die Mittelzone in ihrer geweblichen Zusammensetzung am Meisten zurückbleibt, sich am Meisten der ursprünglichen Gewebsform der Wirbelkörperanlage nähert, und somit beweist ihre ungemeine Ausdehnung bei den Notidaniden, gegenüber der geringen Entwicklung der Aussen- und Innenzone, dass die Grauhaie nur durch verhältnissmässig wenige Zwischenstufen von den Stammformen der Elasmobranchier getrennt sind. Es wäre nun freilich im höchsten Grade wichtig entwicklungsgeschichtlich zu untersuchen, ob nicht auch bei diesen Thieren die Einschnürung der Chorda an erster Stelle von der Entwicklung der Bogen abhängig ist.

Die Innenzone spielt bei diesen Wachstumsvorgängen eine passive Rolle. Diese (Fig. 15 u. 16 *i*) umgibt sowohl in der Wirbelkörper- wie in der Zwischenwirbelabtheilung die Rückensaite als ein zusammenhängendes Lager und besteht überall aus zwei Schichten, einer dünnen, gleichmäs-

sigen (Fig. 18), unmittelbar an der cuticula chordae oder der elastica interna und einer stärker entwickelten (Fig. 18, 19 *i*), welche namentlich in den Zwischenwirbelräumen sowohl am Rumpfe, wie an dem Schwanze die grösste Ausbildung erreicht (Fig. 15). Die gleichmässige, dünne, centrale Schicht ist, wie es scheint, vollkommen zellenlos und hat, wie bei den Holocephalen, aus dem Grunde ein hohes stammesgeschichtliches Interesse, weil sie der zu einer frühen Periode nur für eine kurze Weile bestehenden, homogenen Lage aussen um die cuticula chordae bei den übrigen Plagiostomen entspricht. Dieselbe ist jedoch nicht homogen, sondern, wie bei Chimaera, aus Fibrillen zusammengesetzt. Die Fäserchen steigen in radiärer Richtung auf und sind nur da, wo die Wirbelvorsprünge sich entwickeln, schief gestellt, gleichsam zur Seite gedrängt. Die Faserung setzt sich auch in den dicken Theil der Innenzone fort. Diese zeichnet sich durch Zellenreichtum aus, und zwar sind die Zellen, namentlich an den vertebralen Einschnürungen, überwiegend Rundzellen (Rundzellenvorknorpel). Gegen den Zwischenwirbelraum hin macht das Gewebe mehr dem niedriger stehenden Spindelzellvorknorpel, mit deutlicher Fibrillenstruktur, Platz. Am hinteren Ende des Schwanzes tritt der Knorpelcharakter mit runden Zellen und mehr homogener Grundsubstanz in dieser Zone noch deutlicher zu Tage (Fig. 16 *i*), und dadurch wird die Abgrenzung gegenüber dem Zwischenwirbelgewebe noch schärfer.

Die am Rumpfe und an der Schwanzbasis ausserordentlich stark entwickelte Mittelzone (Fig. 10, 17 *m*) besteht aus einem Vorknorpel mit ausgezeichneter Fibrillenstruktur der Grundsubstanz. Runde Knorpelzellen, denen, wie mir scheint, die Knorpelkapsel fehlt, sind sparsam, dagegen die spindel- und sternförmigen, nackten Zellen reichlich vertreten. Erstere befinden sich mehr in der Peripherie, letztere mehr im Centrum (Fig. 17). Auf dem Längsschnitt (Fig. 14) scheint der Fibrillenverlauf hauptsächlich in radiärer Richtung zu gehen. Der Querschnitt (Fig. 17 *m*) zeigt aber, dass die concentrische Anordnung um die Chorda herum überwiegend ist, wobei allerdings eine Ueberkreuzung von Zügen, welche in senkrechter und schräger Richtung verlaufen, stattfindet. Die Verkalkung, trete sie auf in welcher Form sie wolle, als centraler Doppelkegel, wie hinten am Schwanze, oder als ringförmige Scheibe, wie an der Schwanzbasis, oder am Rumpfe, ist einfach verkalkter Vorknorpel mit streng concentrischem Verlauf der Fibrillen und mit stern- und spindelförmigen Zellen (Fig. 18 *d*).

Je mehr wir uns dem Schwanzende nähern, je deutlicher somit Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe ausgeprägt sind, desto dünner wird die Mittelzone. Sie schwindet auf Kosten der Aussenzone, welche durch Umwandlung des Spindelzellvorknorpels der Mittelzone in einen gemischten Rundzellenvorknorpel (Fig. 17, 18, 19 *a*) immer weiter vordringt. Während sie am Rumpfe und an der Schwanzbasis (Fig. 17 *a*) nur der Mitte der Bogen entsprechend zu besonderer Ausbildung kommt, und hier in Gestalt eines schmalen Keiles in die Mittelzone eindringt, und diese in gleicher Form wie die Innenzone in die Chorda hineintreibt, entwickelt sie sich allmählig immer stärker auch gegen die Peripherie der Bogenbasen und stellt dann, wie es namentlich schön auf dem Längsschnitt (Fig. 16 *a*, 19 *a*) zu sehen ist, nicht einen schmalen, sondern einen breiten, stumpfen Keil dar, dessen Basis den Bogenbasen entspricht. Dabei drängt sie die durchaus verkalkte Mittelzone in Gestalt des centralen Doppelkegels vor (Fig. 16 *vk*).

Die erste Andeutung der Aussenzone finden wir also, wie erwähnt, am Rumpfe und an der Schwanzbasis über den ganzen Abschnitt der Wirbelsäule ausgedehnt (Fig. 17 *a*), und zwar in Gestalt eines gemischten Rundzellenvorknorpels, in dem jedoch die deutlich fibrillär gestreifte, prochondrale Grundsubstanz sich durch die Richtung der Fibrillen von der der Mittelzone unterscheidet. Dieselbe ist nämlich eine radiär gegen die Oberfläche aufsteigende. In dieser entwickelt sich dann, der Mitte

der Bogenbasen, wahrscheinlich auch in der Zahl denselben entsprechend, in Gestalt von vier gesonderten Massen ein Gewebe, welches als gemischter Rundzellenknorpel zu bezeichnen ist, in welchem jedoch die deutlich fibrillär gestreifte Grundsubstanz (Fig. 17 *a*) noch bei Weitem überwiegt. Dabei richten sich die zahlreicher gewordenen Zellen der Fibrillenrichtung entsprechend in mehr oder minder deutlich ausgeprägte, radiäre Reihen. Gegen das Schwanzende hin drängt nun, wie bereits hervorgehoben wurde, diese Knorpelmasse immer mehr in die Tiefe (Fig. 19 *a*) und breitet sich immer mehr über die Bogenbasen aus. Freilich stehen mir keine ausgedehnten Erfahrungen über die Entwicklungsgeschichte zu Gebote, allein es erscheint mir wahrscheinlich, dass in der ursprünglich gleichmässig angelegten, vorknorpeligen Aussenzone die Umwandlung in gemischten Knorpel an gesonderten Punkten der Bogenbasen vor sich geht, von denen aus dann bei weiter vorschreitender Umwandlung die Verschmelzung rings um die Chorda zu Stande kommt. Freilich könnte sich dazu möglicherweise eine gesonderte centrale Verknorpelung rings um die verkalkte Mittelzone geltend machen, und zwischen dieser und der peripheren blieben dann Vorknorpelmassen übrig, welche durch den excentrischen Wachstumsdruck der centralen und den concentrischen der peripheren Lage comprimirt werden könnten und die Massen darstellen würden, welche man an den mittleren Abschnitten des Schwanzes rings um die gleich zu erwähnenden, sternförmigen Verkalkungen (Fig. 18 *st*) auftreten sieht. Am hintersten Abschnitte des Schwanzes (Fig. 12) sind sie nicht nachweisbar, und ich zweifle nicht daran, dass bei dem geringen Durchmesser der Wirbelkörperanlage an diesen Stellen überhaupt eine homogene Umwandlung der Aussenzone stattfindet. Der Process der Umwandlung der Aussenzone geht niemals über den Bereich der Bogenbasen hinaus, fehlt demnach im Zwischenwirbelraum und gerade dadurch charakterisirt sich das Gewebe als Zwischenwirbelgewebe.

Am hintersten Ende des Schwanzes war also der in Folge des Wachsthumes der Aussenzone amphicoel gewordene Wirbelkörper in seiner Mittelzone, dem centralen Doppelkegel, aus verkalktem Spindelzellvorknorpel zusammengesetzt, während das Zwischenwirbelgewebe nur aus Vorknorpel besteht und blos in der besonderen Anordnung der Fibrillenzüge eine Sonderung in Aussen-, Mittel- und Innenzone zeigt, von welchen die zweite die bedeutendste ist. Dagegen sieht man in dem mittleren Theil des Schwanzes (Fig. 18 u. 19 *rz* u. *st*), in dem centralen, dem Doppelkegel (Fig. 18 u. 19 *d*) angeschlossenen Theile der Aussenzone eine Verkalkung eintreten, welche stammesgeschichtlich das höchste Interesse in Anspruch nimmt, und die bereits Gegenstand der Beschreibung von Seiten Kölliker's gewesen ist. Zuerst entwickeln sich im unmittelbaren Anschluss an den centralen Doppelkegel (Fig. 12 *st*) vier Kalkstrahlen und dringen gegen die Peripherie der Aussenzone vor, ohne jedoch die Oberfläche und somit die elastica externa zu erreichen. An ihrem Ende erscheinen sie abgestumpft, gerundet (Fig. 12 u. 18) und sind schräg gegen die Mitte der Bogenbasen gerichtet. Hier und da sieht man auf einer Seite (Fig. 12) die Andeutung eines secundären, eines Seitenstrahles. Diese kommen erst weiter vorne zur Entwicklung (Fig. 11) und erreichen die gleiche Länge wie die primären Schrägstrahlen. Zwischen den dorsalen Schrägstrahlen (Fig. 11) habe ich dann noch zuweilen die Andeutung eines senkrechten, zwischen die oberen Bogenbasen vordringenden Strahles nachweisen können, niemals hat aber die Gesamtzahl 6 übertroffen, obgleich es möglich erscheint, dass meine Thiere nicht so ausgewachsen waren, wie die, welche Kölliker untersuchte, und bei denen er acht Strahlen fand. Wo ihre Zahl vermehrt ist, gehen dieselben (Fig. 11 *rz*, 18 *rz*) von einer dünnen, ringförmigen, um den centralen Doppelkegel gelegenen Verkalkung aus, wie wir es in ähnlicher Weise bei anderen Plagiostomen sehen werden. Diese Ringzone dient zur Verstärkung des der Mittelzone angehörigen, centralen Doppelkegels, wie derselbe auch durch eine Verkalkung der Innenzone wachsen

und somit dreischichtig werden kann, und im Alter regelmässig wird. Da wir nun gesehen haben, dass die Weiterbildung der Wirbelsäule bei den Notidaniden von vorne nach hinten vorschreitet, so wäre die Entwicklung der vier primären Schräg- und der zwei Seitenstrahlen als das Ursprüngliche anzusehen, und es würde demnach nach hinten zu ein Reduktionsprocess stattfinden, welcher sich zuerst auf die Seitenstrahlen und dann auf die Schrägstrahlen erstreckte (Fig. 13), ein Verhalten, auf welches ich nicht genug die Aufmerksamkeit lenken kann, weil darin der Schlüssel zum Verständniss der Verhältnisse namentlich bei der Gruppe *Seyllium* liegt.

Die Kalkstrahlen sowohl, wie die an dem centralen Doppelkegel gelegene und denselben verstärkende, der Aussenzone angehörige Ringlage sind, wie es nicht anders nach der vorausgegangenen Schilderung der Gewebsverhältnisse der Aussenzone zu erwarten war, verkalkter, gemischter Knorpel. Die Verkalkung geschieht in aufeinander folgenden Schichten (Fig. 18 *st*) von innen nach aussen, so dass die Strahlen deutliche Lamellenbildung zeigen.

Die *elastica externa* (Fig. 19, 12) ist am Rumpfe zwischen den Bogenbasen als zusammenhängende Cuticularmembran vorhanden, dagegen unter denselben (Fig. 17 *ce*) bis auf einzelne undeutliche Streifen verschwunden und durchbrochen, so dass Bogen und Wirbelkörperanlage in einander übergehen. Am hinteren Theile des Schwanzes (Fig. 13) kann dieselbe bei erwachsenen Thieren überall verschwunden sein, und lässt sich somit die Grenze zwischen Bogen und Wirbelkörperantheil nur auf entwicklungsgeschichtlichem Wege nachweisen.

Die Bogenanlagen erscheinen bei *Heptanchus* in derselben Weise wie bei *Hexanchus* gegliedert. Am Rumpfe und an der Schwanzbasis sind dieselben vollkommen getrennt (Fig. 6 *n, h*), während sie dagegen am Ende des Schwanzes einander näher rücken (Fig. 11, 12, 13) und ein Verhalten zeigen, welches ich alsbald beschreiben werde. Ueberall zeigt sich ein Zerfall der oberen Bogenanlagen in Neurapophysen (Fig. 5, 7 *n*), welche mit breiter Basis der Wirbelkörperanlage aufsitzen, und in dreieckige *intercalaria* (Fig. 5, 7 *m*), welche sich regelmässig zwischen dieselben einkleinen. Am Rumpfe (Fig. 5 *h*) sieht man immer, genau den Rückenmarksbogen entsprechend, dreieckige Haemapophysen auftreten, zwischen die sich gleichgestaltete *intercalaria haemalia* (Fig. 5 *m'*) einschieben. Von Schlussstücken habe ich am Rumpfe Nichts entdecken können, dagegen zeigen die *intercalaria* in der dorsalen Mittellinie eine tiefe Furche (Fig. 6 *f*), welche zur Aufnahme eines elastischen Bindegewebsstranges dient. Dieser besitzt auch bei anderen Plagiostomen eine ausserordentliche Verbreitung und ist bei diesen von Götte¹⁾ und von Pavesi²⁾ beschrieben und von dem Ersteren als oberes, elastisches Längsband beschrieben worden. Am mittleren Theile des Schwanzes (Fig. 8 *s*) beginnen den *intercalaria* entsprechend obere Schlussstücke sich auszubilden, und nehmen dieselben allmählig an Höhe zu, ersetzen das obere Längsband und erscheinen schräg nach hinten gerichtet als dicht geschlossene, vierseitige Knorpel mit oben abgerundeten Enden. Am Schwanze fehlen den unteren Bogen Schaltstücke (Fig. 7, 8, 9). Diese (Fig. 7, 8, 9 *h*) sind nach hinten gerichtet und gebogen, vorne durch breite, mit Bindegewebe gefüllte Zwischenräume getrennt, schliessen aber am hinteren Theile des Schwanzes (Fig. 8, 9) bis auf die Basen dicht zusammen, so dass nur unmittelbar an den Wirbelkörpern dreiseitige Lücken gebildet werden, welche zum Durchtritt für Gefässe dienen. Was die durchtretenden Nerven betrifft, so finden wir am Rumpfe die Neurapophysen regelmässig von den ventralen Stämmen durchbohrt, während die dorsalen mehr durch die *intercalaria* treten (Fig. 5). Am

1) l. c.

2) Contribuzione alla storia naturale del genere *Selache*. Genova 1874 und 78.

Schwanze haben wir dagegen ausgeprägte Diplospondylie (Fig. 7, 8, 9), so dass also auf jedes Skleromer je zwei Neur- und Haemapophysen und damit auch zwei Wirbelkörper kommen.

Die Bogen, die intercalaria und die Schlusstücke bestehen aus Vorknorpel, dessen Grundsubstanz keine deutlich zu Tage tretende fibrilläre Struktur aufweist, somit gewöhnlich homogen erscheint, allein durch die starke Tinktionsfähigkeit ihre Natur beweist. Die Zellen sind rundlich, eingekapselt und liegen zuweilen in Reihen angeordnet.

Am Rumpfe findet sich keine Spur von Oberflächenverkalkung, anders dagegen am Schwanze (Fig. 7, 8, 9), wo dieselbe sowohl auf den Bogenanlagen, wie zwischen den Bogenbasen von Kölliker beschrieben worden ist. Sie treten in Gestalt ausserordentlich kleiner Körner (Fig. 8, 9, 12, 13) oder sechsseitiger Plättchen auf, nehmen jedoch an den Schlusstücken und den Haemapophysen (Fig. 8, 9) nur die Mitte der Oberfläche ein.

Ich erwähnte bereits, dass an dem Schwanzende die Bogenbasen einander allmählig näher rücken (Fig. 12). Schliesslich verschmelzen sie in dünner Schicht seitlich, dorsal und ventral (Fig. 11), wie bereits Kölliker angegeben hat, wobei die elastica externa nahezu vollkommen aufgelöst wird. Es geschieht diese Verschmelzung dadurch, dass die nach aussen von der elastica externa gelegene Verbindungsmasse der Bogen, die bindegewebige Fortsetzung des Perichondrium, eine chondroblastische Schicht wie an den Bogen bildet, welche, sich zu Knorpel umwandelnd, die Verbindung herstellt. In dem prochondralen Gewebe, welches der chondroblastischen Masse entstammt, entstehen dann die Verkalkungen, also nicht unmittelbar an der Oberfläche (Fig. 11). Die Verschmelzung der Bogenbasen findet übrigens nicht in der ganzen Länge der Wirbelkörper statt (Fig. 8 u. 9), sondern nur an der Mitte derselben, und demnach erstrecken sich auch die Oberflächenverkalkungen nur über die Mitte.

Ausser mit der Wirbelsäule habe ich mich nun auch noch mit den Placoidschuppen von *Heptanchus* beschäftigt, welche von Müller und Henle¹⁾ als dreikantig, mit vorragender Mittelspitze beschrieben werden. Das ist vollkommen zutreffend. Die Placoidschuppen erheben sich auf einer vierseitigen Basalplatte (Fig. 20). Die freie Platte ist in einem stumpfen Winkel der Basalplatte aufgesetzt (Fig. 21) und erscheint kleeblattförmig (Fig. 20), mit einer vorragenden Mittelspitze und zwei Nebenspitzen. An dem Fussheil der freien Platte erscheint ausserdem ein etwas vorragender Kiel (Fig. 20), von welchem ausgehend über die Mitte der Oberfläche eine Längsleiste (Fig. 20 u. 22) bis zur Mittelspitze verläuft, während eben solche Nebenleisten (Fig. 20) bogenförmig bis zur Spitze der Nebenzacken verlaufen, und diese sind von dem Rande durch eine seichte Furchung getrennt (Fig. 22), so dass der Plattenrand mit doppeltem Contour erscheint.

Genau dieselben Verhältnisse bieten die Placoidschuppen von fossilen Grauhaien dar (Fig. 21 u. 22), wie sich namentlich aus dem Querschliffe eines Schüppchens von *Notidanus eximius* ergibt. Ich verdanke die Möglichkeit der Untersuchung der fossilen Repräsentanten meinem verehrten Collegen Zittel, welcher mir mit grösster und dankenswerthester Liberalität einige Schwanzwirbel von dem wohl erhaltenen Exemplare der münchener Sammlung (Ob. Jura, Solenhofen) zur Verfügung stellte. Dadurch wurde ich in den Stand gesetzt mikroskopische Untersuchungen über den Wirbelbau eines fossilen Notidaniden, eines *Heptanchus* anzustellen.

Bei der Betrachtung eines solchen Wirbels (Fig. 23) scheint es, als habe man es mit einem durchaus knöchernen Elemente zu thun, und wird es auch von den Paläontologen als Gegensatz zu den jetzt lebenden Grauhaien hervorgehoben, dass die fossilen Notidaniden durchaus knöcherne Wirbel

1) Systematische Beschreibung der Plagiostomen, Berlin 1841.

besassen. Nichts kann unrichtiger sein, wie ein Querschliff (Fig. 24) lehrt. Es zeigt sich ohne Weiteres, dass der Bau des Wirbels derselbe ist, wie bei dem lebenden Heptanchus, und dass das Aussehen eines gleichmässigen knöchernen Wirbels nur daher rührt, dass bei der Fossilisation, bei dem Herausfallen der knorpeligen Massen Kalkspathkrystalle sich ausbildeten und sie ersetzen, wobei dann zugleich eine Verschiebung und Durchbrechung namentlich der Oberflächenverkalkungen (Fig. 24 *o*), zum Theil auch der centralen Verkalkungen stattfand. So tritt der Wirbelkörper im grossen Ganzen wie im Leben auf, und sein Bau erscheint vollkommen typisch, abgesehen davon, dass die Weichtheile durch Kalkspathkrystalle ersetzt sind.

Die Betrachtung des Wirbelkörpers von der Seite (Fig. 23) zeigt die Enden des centralen Doppelkegels als schwach abgerundete Leisten (Fig. 23 *d*) und die Oberfläche mit zahlreichen, zerstreuten Placoidschuppen bedeckt, im Uebrigen aber nichts Charakteristisches. Der Querschliff (Fig. 24) belehrt uns, dass der Wirbelkörper eine seitliche Compression erlitten hat, namentlich an der dem Gesteine jetzt aufliegenden, am tiefsten eingebetteten Fläche. Von oberen und unteren Bogen ist keine Spur mehr zu entdecken, und die Oberflächenverkalkungen sind, wie das nicht anders sein kann, durch einander geworfene Plättchen verkalkten Knorpels. Die Verkalkungen an den Bogen sind ja ausserordentlich zart, und der weiche Knorpel ist überwiegend, kein Wunder daher, wenn bei dem Schwinden der Weichtheile, welches schnell erfolgen musste, die Plättchen zusammengedrückt wurden. Das zeigt sich auch bei den Oberflächenverkalkungen der Wirbelkörper, allein hier ist die Verschiebung eine viel geringere, weil die Weichtheile, welche zwischen ihnen und den centralen Verkalkungen vorhanden sind, sich ausserordentlich viel weniger ausdehnen, wie in den Bogen. Die centralen Verkalkungen leisten der verschiebenden Gewalt erheblichen Widerstand, und auf ihrer Erhaltung beruht überhaupt nur die Beibehaltung der Form des gesammten Wirbelkörpers.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 24 *d*) ist nicht allein nahezu vollständig erhalten, es zeigt sich sogar in der chordalen Höhle ein Gebilde (Fig. 25 *fc*), welches sich auf den ersten Blick als der erhaltene funiculus chordae darstellt, und um den Doppelkegel (Fig. 24 u. 25 *d*) findet sich, freilich in grösserer Ausdehnung, als sich das bei dem jetzt lebenden Heptanchus nachweisen lässt, die verstärkende ringförmige Verkalkungszone (Fig. 24 u. 25 *rz*) der Aussenschicht des Wirbelkörpers. Von dieser gehen deutlich nachweisbar die etwas zusammengeschobenen Strahlen aus (Fig. 24 *st*), von denen die zwei seitlichen vollkommen, die schrägen dagegen nur theilweise erhalten sind. Bei Betrachtung des Querschliffes mit dem Mikroskope (Fig. 25) zeigt sich die gewebliche Zusammensetzung auf das Schönste, schöner fast als im Leben. Der funiculus chordae (Fig. 25 *fc*) von vierseitiger Gestalt erscheint in seiner undeutlich ausgesprochenen, radiären Faserung mit den Lücken, welche während des Lebens zur Aufnahme der sparsamen Zellelemente dienten. Die eigentliche Chordasubstanz ist durch Kalkspathmasse ersetzt, ebenso wie der grösste Theil der Innenzone. Nur der an den centralen Doppelkegel anschliessende, verkalkte Abschnitt (Fig. 25 *i*) mit seinen sternförmigen Zellhöhlen ist erhalten. Prächtig klar erscheint der verkalkte Vorknorpel der Mittelzone (Fig. 25 *d*), der centrale Doppelkegel mit seinen spindelförmigen Zelllücken. Die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 25 *rz*) zeigt die theilweise rundlichen, theilweise sternförmigen, zum Theil mit Gestein gefüllten Zelllücken in der regelmässigen Anordnung, in radiärer Aufreihung, wie die Zellelemente im lebenden Thiere an der entsprechenden Stelle sich zeigen. Auch der gemischte, verkalkte Knorpel der Kalkstrahlen bedarf, denke ich, keiner besonderen Beschreibung (Fig. 25 *st*).

Dritter Abschnitt.

Plagiostomi cyclospandyli.

Erstes Capitel.

Taf. VIII.

L a e m a r g u s .

Laemargus borealis.

Ueber den Bau und den Habitus des *Laemargus borealis*, ganz besonders aber über das Eingeweidesystem hat Prof. Turner in Edinburgh in zwei Abhandlungen¹⁾ schöne Beobachtungen niedergelegt, und ist damit die Kenntniss dieses stammesgeschichtlich ausserordentlich wichtigen Thieres sehr bereichert worden, allein es fehlen alle Angaben bezüglich des Baues der Wirbelsäule, und ich habe überhaupt in der mir zugänglichen Literatur keine eingehende Schilderung dieses Systemes gefunden, ausser kurzen Angaben von Kölliker²⁾, welche kaum einen Anspruch auf Genauigkeit erheben können und durchaus nicht mit meinen Beobachtungen übereinstimmen. Derselbe sagt, „dass die Wirbelsäule des *Laemargus* sich an die von *Acanthias* anschliesst. Die Bogen bilden seitlich an den Wirbelkörpern einen deutlichen, nicht verkalkten Knorpelbeleg. Die *elastica externa* ist ringsherum äusserst deutlich, springt aber nur unten und oben gegen den Nerven- und Gefässcanal warzenförmig vor. Die *Chorda* ist auch im Centrum des Wirbels ziemlich gut erhalten und zeigt allerwärts einen mittleren, derberen, bandförmigen Streifen vom Aussehen einer senkrechten Scheidewand, die nur aus abgeplatteten Chordazellen besteht.“

In Folge seiner Untersuchungen des Eingeweidesystemes kommt Turner bezüglich des *Laemargus* zu dem Resultate, dass die anatomischen Unterschiede zwischen diesem Thiere und *Scymnus*, zu denen es von den älteren Autoren Müller und Henle und von Günther³⁾ gezählt ward, sehr viel grösser sind, als die bezüglich der Zähne, worauf bis dahin die systematischen Zoologen ihre Classification stützten. Diese Unterschiede, ganz besonders in der Form und Ausdehnung des duodenum, in dem gleichzeitigen Vorkommen eines pancreas und pylorischer Anhänge und in der Abwesenheit der Eileiter erschütterten nicht allein die Beziehungen des *Laemargus* zu *Scymnus*, sondern zu den Haien im Allgemeinen, und müssen den Zoologen zu erwägen geben, welchen Platz unter den Plagiostomen *Laemargus* einnimmt. Sie erfordern die Herstellung einer besonderen Familie, welche das Genus *Laemargus* aufnehmen muss. Ueber die Stellung des *Laemargus rostratus* vermag Turner

1) A contribution to the visceral anatomy of the Greenland shark. (*Laemargus borealis*). Additional observations on the anatomy of the Greenland shark. (*Laemargus borealis*). Journal of anatomy and physiology, Tom. VII, VIII.

2) Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier etc. Abhandlungen, herausgegeben von der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft in Frankfurt a. M., Bd. V.

3) Catalogue of the Physostomi in the British Museum, London 1870.

Nichts zu sagen. Die allgemeinen Merkmale der von ihm aufgestellten Laemargidae: „Mangel der Nickhaut, zwei Rückenflossen, keine Afterflosse“ weisen darauf hin, dass dieselben mit den Echinorhini, den Spinacidae und Scymnus näher verwandt sind, als mit den übrigen Haien, wenn sie auch bezüglich des cylindrischen duodenum, des Vorhandenseins sowohl des pancreas, als der Pylorusanhänge und des Mangels von Eileitern eine besondere Stellung einnehmen. Andererseits weist namentlich der Mangel der Afterflosse darauf hin, dass die Laemargi wiederum Pristiophorus und den Squatinae, also Uebergangsformen gegen die Rochen hin, im Sinne der älteren Autoren, oder ausgeprägten Plagiostomi tectospondyli näher stehen, als den asterospondyli, welche eine Afterflosse besitzen. Darauf deutet auch das Verhalten der Klappen des Herzbulbus, wie Turner hervorgehoben hat, wie schon die Zahl der Reihen derselben mit denen von Scymnus, Myliobates, Pteroplatea und Squatina übereinstimmen würde.

Diese ausdrücklich und versteckt gemachten Angaben von Turner bezüglich der Stellung der Laemargi finden, wie ich bereits in dem allgemeinen Theile hervorgehoben habe, durch eine Untersuchung der Wirbelsäule ihre volle Bestätigung, abermals ein Beweis für den ungemein hohen Werth, den die Wirbelsäule in systematischer und stammesgeschichtlicher Beziehung besitzt und dafür, dass diese nicht allein, sondern dass alle übrigen Organsysteme in der gleichen Weise für die Stellung im natürlichen Systeme Zeugnis ablegen, und dass sich somit die durch die vergleichende Anatomie und Entwicklungsgeschichte gefundenen Grundverhältnisse in ihrer Bedeutung für die Systematik decken müssen. Mit anderen Worten, ein Stehenbleiben des einen Organsystemes auf niederer Entwicklungsstufe hat auch das der Uebrigen zur Folge, ebenso wie das des Gesamthabitus. Somit ergibt sich die Stellung, welche ich den Laemargi gegeben habe, ohne Weiteres auch aus den Angaben von Turner.

Das freundschaftliche und opferwillige Entgegenkommen von Dr. Lütken in Kopenhagen hat mich in den Stand gesetzt in ausgedehntester Weise die Wirbelsäule von *Laemargus borealis* zu untersuchen, und habe ich sowohl eine vollständige Wirbelsäule eines grossen, ausgewachsenen Thieres, als auch Rumpf und Schwanzstücke eines jungen zu untersuchen vermocht. Ich spreche meinem verehrten Freunde an dieser Stelle noch meinen ganz besonderen Dank aus, weil durch seine Hülfe, durch das von ihm mir zur Verfügung gestellte Material meine Studien die Vertiefung erfahren haben, welche durchaus nothwendig ist, um ein solches Fundament zu legen. Durch die Güte meines berühmten Collegen v. Siebold war ich ferner in der Lage ein kleines Stückchen Wirbelsäule aus der Basis des Schwanzes eines in der münchener Sammlung aufbewahrten *Laemargus rostratus* zu untersuchen. Es handelt sich sicher um ein noch junges Thier, allein dasselbe zeigt gegenüber *borealis* einen solchen Fortschritt in dem Bau seiner Wirbelsäule, wie ihn *Heptanchus* gegenüber *Hexanchus* darbietet.

Ein wesentliches Resultat meiner Untersuchung ist das, dass die Wirbelsäule des *Laemargus borealis* sowohl in ihrem gröberen Bau, als auch in ihrer geweblichen Zusammensetzung unmittelbar an die des *Hexanchus* anschliesst, und da ich bereits im allgemeinen Theile gezeigt und in den einzelnen Capiteln noch weiter auszuführen habe, dass sich *Hexanchus* mehr an die Hairochen und Rochen anschliesst, als *Heptanchus*, so ist in dieser Beziehung die Angabe von Turner bezüglich der Beziehungen zwischen den Herzklappen des *Laemargus* und denen von *Squatina*, *Pteroplatea* und *Myliobates* von ganz hervorragendem Werth und beweist im Zusammenhalt mit den übrigen von Turner hervorgehobenen Merkmalen das Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe und das hohe Alter des Thieres. Andererseits beweist nun aber die Uebereinstimmung im äusseren Habitus, im Bau der Zähne mit denen der übrigen Plagiostomi cyclospondyli, oder der Haie ohne Afterflosse nach

J. Müller und Henle, dass wir es mit Thieren zu thun haben, welche als lebende Vertreter der Stammformen dieser Haie anzusehen sind.

Die feinere Struktur der Chorda habe ich bei *Laemargus borealis* nicht ergründen können, weil das mir zur Verfügung gestellte, theilweise eingesalzene, theilweise getrocknete Material die mikroskopische Untersuchung dieses zarten Gewebes nicht zuließ. Immerhin liess sich soviel feststellen, dass der *funiculus chordae* auch bei diesen Thieren vertreten ist (Fig. 1 *fc*). Namentlich zeigten sich im Bereiche der vertebralen Einschnürungen deutliche Reste dieses zusammengedrängten Vacuolenwerkes in Gestalt eines faserigen Stranges. Diese (Fig. 2 *v*), und das bedingt einen stammesgeschichtlich wichtigen Fortschritt gegenüber *Hexanchus*, sind nahezu vollkommen, jedoch stärker im Bereiche der oberen als der unteren Bogen, so dass also auch hier der *funiculus chordae* excentrisch, aber der ventralen Seite näher zu liegen kommt. Ein Fortschritt und eine Uebereinstimmung mit *Heptanchus* liegt dann ferner darin, dass die Wirbeleinschnürungen (Fig. 2) in vollkommen regelmässigen Abständen liegen.

Die vertebralen Einschnürungen der Rückensaite rühren, wie bei *Hexanchus* und wie am Rumpfe und an der Basis des Schwanzes von *Heptanchus*, von der Mitte der Bogenbasen (Fig. 2 *n*) entsprechenden, vertebralen Vorsprüngen des Wirbelkörperantheils der skeletogenen Schicht, der äusseren Chordascheide, der Wirbelkörperanlage (Fig. 2 *wa*) her. Wie an den aufgeführten Körperabschnitten bei *Heptanchus*, und das bedingt einen Fortschritt gegenüber *Hexanchus*, sind dieselben ringförmige, die Chorda bis auf einen Strang einschnürende, scheidewandartige Vorsprünge (Fig. 1 *v*), welche (Fig. 2) an ihrem freien Ende etwas wulstartig verdickt erscheinen und, wie bereits erwähnt, dorsal mehr als ventral entwickelt sind. Dafür erscheinen aber die ventralen Abschnitte dicker als die dorsalen (Fig. 2). Ganz leichte Einschnürungen und Vorragungen finden sich dann noch ebenso regelmässig, wie bei *Heptanchus*, zwischen den Bogenbasen, also den Zwischenwirbelräumen entsprechend (Fig. 2). Die Chorda erscheint somit auch hier nicht eigentlich rosenkranzförmig, sondern in einzelne, wurstartige oder cylinderförmige Stücke abgeschnürt. Die Wände der scheidewandartigen Vorsprünge fallen ganz steil ab. Aehneln sie nun so in ihrer Form denen am Rumpfe und an der Schwanzbasis von *Heptanchus*, so fehlt ihnen dafür jede Spur einer Verkalkung. Damit kündigt sich eine niedrigere Organisation an, und der Anschluss an *Hexanchus* ist ein viel innigerer. Ein Verhalten verdient besonders hervorgehoben zu werden, und das erhebt *Laemargus* über die *Notidaniden* und zeigt, dass derselbe eine abgeleitete, jüngere Form ist, während die Stammeltern dem *Hexanchus* nahestehende Thiere gewesen sein müssen. Es ist das der Umstand, dass trotz des Stehenbleibens auf einer niedrigen Entwicklungsstufe, trotz der niedrigen Differenzirung des Gewebes wenigstens die Wirbelsäule des Rumpfes regelmässig in Wirbelkörper und in Zwischenwirbelgewebe (Fig. 3 *iv*, 4) getheilt ist, und entsprechen die vertebralen Vorsprünge überall der Mitte der Wirbelkörper. Bei der Flächenbetrachtung (Fig. 3 *u*, 4) ergibt sich dieser Zerfall ganz deutlich durch das Auftreten einer Anzahl unter einander ziemlich paralleler, senkrecht verlaufender Streifen, als Ausdruck des fibrillären Baues der Wirbelkörperanlage und des regelmässig concentrischen Verlaufes der Fasern um die Chorda, welche, wenn sie auch an den übrigen Stellen, also an den Wirbelkörperabschnitten vorkommen, dennoch lange nicht so deutlich hervortreten. Diese Streifen entsprechen genau den Grenzen der Bogenbasen (Fig. 3 *u*, 4 *n* u. *h*), den Spitzen der Schaltknorpel (Fig. 4 *in*), und somit beweist dieser Abschnitt der Wirbelkörperanlage seine intervertebrale Natur. Der Länge der Bogenbasen entsprechend sind die Wirbelkörper ausserordentlich lang (Fig. 3 *u*, 4), und so geringfügig auch dieser Umstand auf den ersten Blick erscheinen mag, so ist er dennoch nicht unwesentlich, denn die übrigen *Plagiostomi cyclospodyli*

zeichnen sich durchgehends durch lange Wirbelkörper aus, während sie bei den übrigen sowohl tecto- wie asterospondyli meistens kurz oder schmal erscheinen.

Der immerhin noch unvollkommenen Abgrenzung von Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe entspricht die in allen Theilen nachweisbare Differenzirung von Aussen-, Mittel- und Innenzone. Die Mittelzone (Fig. 2 *m*) ist, wie das nach der Uebereinstimmung mit *Hexanchus* nicht anders zu erwarten war, am stärksten entwickelt. Die Innenzone (Fig. 2 *i*) ist sehr dünn und somit nicht über das erste Stadium der Bildung hinausgerückt, aber überall gleichmässig entwickelt. Dafür bietet auch hier wieder die unter den Bogenbasen sich zuerst entwickelnde Aussenzone (Fig. 2 *a*) bemerkenswerthe Eigenthümlichkeiten, welche bereits bei den Grauhaien Gegenstand ausführlicher Schilderungen waren. Der Mitte der Bogenbasen, also den Wirbelkörpern entsprechend erscheint dieselbe eingewuchert (Fig. 2) und treibt die Mittel- und Innenzone in Gestalt der scheidewandartigen, vertebrealen Vorsprünge vor sich her, wobei unentschieden gelassen werden soll, ob nicht zu einer bestimmten Entwicklungsperiode die Bogenbasen selber wuchern und das Auftreten der vertebrealen Einschnürungen einleiten. Immerhin ragen die Wucherungen der Aussenzone tiefer, als es bei den Notidaniden der Fall ist, und darin liegt trotz des Mangels der Verkalkung abermals ein Fortschritt. In den Zwischenwirbelräumen (Fig. 2 *a*) erscheint die Aussenzone am schwächsten entwickelt und bietet bei der Betrachtung mit blossen Auge mehr das Aussehen einer gleichmässigen, knorpelartigen Substanz dar, während die Mittelzone, namentlich deutlich auf dem Längsschnitt eine senkrechte Streifung zeigt (Fig. 2), welche durch das Vordringen der Aussenzone in die Wirbelvorsprünge verworfen ist und in radiärer Richtung gegen die Oberfläche ausstrahlt. Die dünne Innenzone erscheint ohne besondere Struktur.

Das mikroskopische Bild der geweblichen Zusammensetzung (siehe die Fig. 21, 22, 23, Taf. II) ist im höchsten Grade interessant. Die auch hier an die ausserordentlich dünne, cuticulare *elastica interna* anstossende Innenzone, deren Struktur mir leider wegen der mässigen Erhaltung der Elemente nicht in allen Einzelheiten aufzudecken gelang, ist, wie ich mit Bestimmtheit angeben kann, ein Spindelzellvorknorpel mit deutlich fibrillärer Struktur der Grundsubstanz und eigentlich nur durch die Richtung der Fibrillen von der Mittelzone unterschieden. Es ist also kaum der Anfang einer geweblichen Sonderung von der Mittelzone, welche ja die ursprüngliche Zusammensetzung der Wirbelkörperanlage am längsten und treuesten bewahrt, vorhanden. Das ist von hohem stammesgeschichtlichen Interesse, weil daraus wiederum eine nähere Beziehung zu *Hexanchus* folgt und der Beweis geliefert wird, dass die Stammeltern der *Laemargi* diesen Thieren in jeder Beziehung am nächsten standen. Die Fibrillen verlaufen im Wesentlichen in radiärer Richtung. Ob sich, wie es bei der niederen Entwicklungsstufe, auf welcher die Innenzone verharret, nicht unwahrscheinlich ist, unmittelbar um die *cuticula chordae* eine zellarme Schicht abscheidet, habe ich nicht zu entscheiden vermocht, und werden kommende Untersuchungen ihr Augenmerk ganz besonders auf diesen Punkt zu richten haben.

Die Mittelzone bietet dasselbe Bild eines Spindelzellvorknorpels mit deutlicher fibrillärer Struktur der Grundsubstanz, wie bei den Notidaniden, namentlich bei *Hexanchus*. Der Verlauf der Fibrillen erscheint dabei auf dem Querschnitt hauptsächlich ringförmig um die Chorda, allein dieser Verlauf wird durch radiäre Züge, die die Fortsetzung der Innenzone darstellen, unterbrochen, und diese, welche gegen die Oberfläche aufsteigen, sind es, welche auf dem Längsschnitt so deutlich erscheinen. Besonders im Intervertebralraum erscheinen die concentrischen Züge deutlich und bilden compacte Massen. Daher rühren die Streifen, welche bei der Flächenbetrachtung der Wirbel, wie ich früher hervorhob, so überaus deutlich hervortreten. In den vertebrealen Vorsprünge ist der concentrische Verlauf der Fibrillen selbstverständlich durch das Hineindrängen des Gewebes der Aussenzone verändert und

macht einer schrägen Richtung Platz (Fig. 22 a), wie sich das ja sogar mit blossen Auge auf Längsschnitten durch die Rumpfwirbelsäule von *Heptanchus* an den entsprechenden Stellen sehen lässt.

Die Aussenzone zeigt ebenfalls einen niederen Grad geweblicher Sonderung und beweist somit ebenfalls den Ursprung der *Laemargi* aus ältesten Haiformen, welche den *Palaeonotidani* zuzuzählen sind. Es handelt sich aber nicht um einen Spindelzellknorpel, sondern um eine höhere Gewebstufe, einen gemischten Knorpel, in dem freilich die prochondrale Grundsubstanz an den meisten Stellen überwiegt (Fig. 21 u. 22), und in dem die Spindelzellen ebenfalls vorherrschend bleiben. Allein namentlich gegen die Peripherie hin treten immer zahlreicher die Inseln hyaliner Grundsubstanz auf, und zugleich beginnen die Zellen sich hier allmählig zu Rundzellen umzuwandeln (Fig. 23). Besonders in den vertebralen Einschnürungen treten diese Verhältnisse deutlich zu Tage. Ob nun diese Umwandlung des Gewebes der Wirbelkörperanlage in der Aussenzone den ursprünglich getrennten Bogenbasen entsprechend an vier Stellen getrennt oder zusammenhängend vor sich geht, das zu entscheiden bleibt kommenden, entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen vorbehalten. Die Aufklärung dieses Punktes hat ja, wie wir wissen, ein nicht unerhebliches Interesse.

Die *elastica externa* habe ich, da mir wesentlich nur Wirbelsäulen von erwachsenen Thieren zur Untersuchung vorlagen, nur in ganz unbedeutenden Ueberresten, namentlich unter den Bogenbasen nachweisen können. Dieselben zeigten sich auf dem Querschnitt als ausserordentlich dünne, kurze, stark lichtbrechende Fäserchen ohne dendritische Verzweigung. Die Form ist ähnlich der, welche bei *Hexanchus* vorkommt.

Das Gewebe der Bogen, welches ganz allmählig durch die weiten Lücken der *elastica externa* in das der Aussenzone übergeht, zeigt dieselbe Zusammensetzung wie die des *Hexanchus*, jedoch ohne die bei diesen Thieren vorhandenen Faserzüge. Es ist hyaliner Knorpel (Spindelzellknorpel) mit eingelagerten, nackten, sternförmigen Zellen, und das Wachsthum desselben geht an der Oberfläche von der chondroblastischen Schicht aus.

Ich wende mich jetzt zu den makroskopischen Verhältnissen der Bogenanlage des *Laemargus borealis*. An dem vorderen und hinteren Drittel der Wirbelkörper sowohl des Rumpfes, als des Schwanzes (Fig. 1, 3, 4, 5) erscheinen die Bogenbasen überall seitlich, dorsal und ventral von einander getrennt, in der Mitte sind dieselben aber (Fig. 3, 4, 5) durch Differenzirung der um die *elastica externa* gelegenen Gewebzone, der Fortsetzung des Perichondrium zu Knorpel rings um den Wirbelkörper mit einander vereinigt. Damit erhebt sich *Laemargus* über den ihm sonst am nächsten stehenden *Hexanchus*, und es ist ein Process eingeleitet, welcher bei den *Plagiostomi cyclospodyli* ein charakteristisches Merkmal der Wirbelsäule darstellt, nämlich die vollständige Verschmelzung der Bogen um den eigentlichen Wirbelkörper und der Antheilnahme am Aufbau desselben, sowie die Umschliessung der *elastica externa* und die Lagerung dieser ursprünglich an der Oberfläche der Wirbelsäule gelagerten Cuticularmembran in das Innere derselben.

Die Bogenanlagen sind überall regelmässig in Neur- und Haemapophysen (Fig. 1, 3, 4, 5 n u. h) getheilt, deren Grenzen zusammenfallen. Dabei will ich aber auch hier nicht unterlassen hervorzuheben, dass nur an dem Rumpfe (Fig. 3 u. 4) zwischen je zwei durchtretenden Nervenstämmen eine Neur- und Haemapophyse, sowie ein Wirbelkörper sich finden, dass somit hier *Monospondylie* vorhanden ist, während sich dagegen am Schwanze *Diplospondylie* zeigt (Fig. 5).

Die Neurapophysen (Fig. 3 u. 4 n) besitzen am Rumpfe die gewöhnliche dreiseitige Form mit breiter, den Wirbelkörpern aufsitzender Basis und sind entweder in der Mitte, wie bei einem erwachsenen Thiere (Fig. 3 n), oder mehr excentrisch, wie bei einem jüngeren (Fig. 4 n), von den ventralen

Nervenstämmen, ausserdem aber auch (Fig. 4) von Gefässen durchbohrt. Mir erscheint diese Umlagerung der Nervendurchtrittsstellen zu verschiedenen Altersperioden interessant. Entweder findet, was ich nicht gerade anzunehmen geneigt bin, diese Wanderung durch Resorption, beziehungsweise Apposition der Wände statt, wie solches bei den Nervendurchtrittsstellen des knöchernen Schädels beobachtet worden ist, oder die Ursache der Verschiebung liegt in dem Wachsthum der Bogen und Wirbelkörper vorzugsweise in einer Richtung, sei es nach hinten oder nach vorne. Die intercalaria der Neurapophysen besitzen am Rumpfe der jüngeren Thiere (Fig. 4 *in*) eine entsprechende dreiseitige Form und sind regelmässig an der nach unten gekehrten Spitze von den dorsalen Nervenstämmen durchbohrt, bei älteren Thieren (Fig. 3 *in*) sieht man aber die intercalaria sowohl wie die Neurapophysen ihre Form ändern (Fig. 3 *n*) und mehr vierseitig trapezoidal werden. Dazu kommt dann noch, dass die intercalaria nicht einfach erscheinen, sondern in unregelmässiger Weise durch intercalaria accessoria (Fig. 3 *ina*) der mannigfaltigsten Gestalt vermehrt sind. Diese haben sich wahrscheinlich in dem Bindegewebe, welches die Rückenmarksbogen und Schaltstücke regelmässig verbindet, entwickelt. An dem hinteren Schwanzende ist die Rautenform der Neurapophysen und der intercalaria (Fig. 5 *n, in*) die Regel, und sie erscheinen dabei zugleich etwas schief nach hinten gerichtet, von dem Wirbelkörper abgebogen.

Die Haemapophysen (Fig. 1, 3, 4, 5 *h*) sind kurze, seitwärts ragende und am Rumpfe mit kurzen Rippen (Fig. 1 *r*) in Verbindung stehende, vierseitige Platten, welche an der ventralen Fläche ebenso wie die gleichgestalteten Schaltstücke stark entwickelte, abgerundete Haemapophysenfortsätze zur Bildung einer Furche für die Aorta tragen (Fig. 1 *hf*). An dem Rumpfe des erwachsenen Thieres erscheinen auch hier (Fig. 3) unregelmässige intercalaria accessoria, welche an dem hinteren Schwanzende, wo die Haemapophysen (Fig. 5 *h*) nach hinten gerichtete und abwärts ragende, breite, vierseitige Platten darstellen, regelmässig werden und den intercalaria (Fig. 5 *in'*) an Grösse gleichen (Fig. 5 *ina'*). Die intercalaria haemalia sind unregelmässig von einem oder mehreren Gefässen durchbrochen. Schlussstücke fehlen am Rumpfe, dafür aber erscheint ein in einer Furche gelagertes, elastisches Längsband, wie ein solches ja auch den Notidaniden zukam. Am Schwanzende dagegen erheben sich mächtige, knorpelige, nach hinten gerichtete und gegen das Schwanzende hin allmählig an Höhe abnehmende und hier zugleich zu breiten Platten sich umwandelnde Strahlen, Flossenstrahlen, welche wohl nichts weiter als mächtig entwickelte Schlussstücke sind (Fig. 5 *s*). Bald entsprechen zwei, bald drei einer Neurapophyse, ohne dass sich jedoch die Grenzen derselben mit denen der Rückenmarksbogen oder der intercalaria deckten.

Durch die Verbindung der Bogen mit den Wirbelkörper, welche den vertebralen Vorsprüngen entspricht, erscheint dieser bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 3) gleichsam eingeschnürt. Das Verbindungsstück der Bogen an den Seiten der Wirbelkörper zeigt dabei bei erwachsenen Thieren unregelmässige Oberflächenverkalkungen, welche unter der ehondroblastischen Schicht der Knorpelhaut gelagert sind und am Rumpfe unregelmässige Plättchen von Kalkkrümeleinlagerung darstellen. Dieselben können sich am Schwanzende (Fig. 5) manchmal netzförmig verbinden und zierliche Figuren bilden. Am Schwanzende finden sich auch solche unregelmässige Oberflächenverkalkungen an den Haemapophysen und an den Schaltknorpeln (Fig. 5), und zuweilen verbinden sich die Verkalkungen an den Seiten der Wirbelkörper mit ihnen. Damit nähert sich dann wieder *Laemargus* mehr den Verhältnissen bei *Heptanchus* und zeigt einen Fortschritt gegenüber *Hexanchus*.

An einem grossen Stücke getrockneter Haut, welches ich ebenfalls der Güte meines Collegen Lütken in Kopenhagen verdanke, war ich im Stande Untersuchungen über die Placoidschuppen an-

zustellen, und muss ich in stammesgeschichtlicher Beziehung einen besonderen Werth auf dieselben legen, weil wir gleichgeformte bei *Echinorhinus* und *Spinax*, den nächstältesten Formen unter den Plagiostomen, auftreten sehen. J. Müller und Henle¹⁾ sagen, dass es sich um aufrechtstehende, etwas nach hinten gekrümmte, spitze Stacheln mit fünf und mehr Längsriffen und Furchen, welche an der Spitze zusammenkommen und zerstreut stehen, handelt. Günther²⁾ sagt, dass die Haut gleichmässig mit kleinen Höckerchen besetzt sei. Nach dem mir vorliegenden Hautstücke muss ich die Beschreibung Günther's für vollkommen unzutreffend halten, während dagegen die von J. Müller und Henle mehr der Wirklichkeit entspricht. Die Fussplatte erscheint bei den Meisten vierseitig und selten, was ich aber nicht unterlassen möchte besonders hervorzuheben, rundlich oval. Aus derselben (Fig. 6) erhebt sich steil ein schwach übergebogener Stachel. Derselbe bildet nach hinten abgelenkt ein stumpfes Knie (Fig. 6). Derselbe zeigt einen scharf vorspringenden Grat und gegen die Spitze verlaufend, von den seitlichen Flügeln der Fussplatte sich erhebend, zwei niedrigere Nebenleisten (Fig. 6), denen sich bei einigen noch zwei Nebenleisten zugesellen. Diese Form der Placoidschuppen erscheint auf den ersten Blick etwas wunderbar, und es ist überraschend, dass sich dieselben so weit von dem Aussehen derjenigen, welche bei den Notidaniden auftreten, entfernen, allein eine nähere Betrachtung lehrt, dass die Grundform dieselbe ist, wenn auch die dreispitzige Stachelplatte fehlt. Sie ist aus der kleeblattförmigen Gestalt oder besser diese aus jener abzuleiten. In dem Augenblicke, wo die mittlere Leiste sich senkt, die niedrigen Seitenleisten sich erheben, entsteht die Form, welche wir bei *Heptanchus* haben und umgekehrt, wenn die erstere sich hebt, die anderen sich senken, die des *Laemargus*. Mit dem Niedriger- oder Höherwerden der Nebenleisten verlieren sich die Nebenzacken oder entstehen sie, und im ersteren Falle entsteht der einfache Haken, welcher als primäre, allen Placoidschuppen vielleicht zu Grunde liegende Form anzusehen ist.

Nach dieser Schilderung des *Laemargus borealis* leuchtet es von selber ein, dass die Hoffnung, die Wirbelsäule eines solchen Thieres im fossilen Zustande zu finden, eine durchaus eitle ist. Das Gewebe derselben erreicht ja kaum die höheren Entwicklungsstufen des Knorpels und wird somit der schnellen Auflösung nach dem Tode nur geringen Widerstand leisten. Die einzige Möglichkeit beruht auf dem Nachweis des Vorkommens von diesen Thieren zuzuschreibenden Placoidschuppen, und auf solche und deren Vorkommen, ohne Spuren eines inneren Skeletes ist vorzugsweise das Augenmerk zu richten, und jede, auch die geringste Andeutung eines organischen Ueberrestes von Elasmobranchiern darauf hin zu untersuchen, mag derselbe auch noch so unbedeutend und unbestimmbar erscheinen. Ich selber habe leider keine Gelegenheit solche fossilen Ueberreste, die sich wohl in englischen und französischen Sammlungen finden werden, zu untersuchen.

Laemargus rostratus.

Wende ich mich nun zu dem *Laemargus rostratus*, so habe ich bereits hervorgehoben, dass die Schwanzwirbelform dieser Thiere einen Fortschritt in der Entwicklung zeigt, wie ihn *Heptanchus* gegenüber *Hexanchus* darbietet. Die Wirbelsäule (Fig. 7 v) ist streng in Wirbelkörper und in Zwischenwirbelgewebe gegliedert. Diesen entsprechen die Bogen und Schaltstücke (Fig. 7 n, h, m), und somit lässt sich erwarten, dass dieselben Verhältnisse wie an den hintersten Schwanzwirbeln des *Heptanchus* wiederkehren, dass wir es mit amphicoelen Wirbeln, welche einen centralen Doppelkegel einschliessen,

1) l. c.

2) l. c.

zu thun haben. Dass dieser Schluss berechtigt ist, dass sich somit die vertebrale Einschnürung über die ganze Bogenbasis ausdehnt, dass die Rückensaite demnach rosenkranzartig abgegliedert ist und ein Fortschritt gegenüber den vertebralen Scheidewänden des *Laemargus borealis* vorliegt, das liegt bei der Betrachtung eines Längsschnittes klar zu Tage (Fig. 8). Dem entsprechend ist auch zu erwarten, dass die gewebliche Umwandlung gleichen Schritt hält, und dass der Vorknorpel einer höheren Form Platz macht. Auch diese Voraussetzung wird nicht getäuscht, wie sich aus dem mikroskopischen Bilde ergibt.

Die Chorda (Fig. 8, 9 *ch*) zeigt die Vacuolen in radiärer Richtung angeordnet, schmal, und da nun die Wände derselben ausserordentlich verdickt sind und feinstreifig erscheinen (Fig. 9 *ch*), so hat es das Aussehen, als bestände die Chorda aus einem System radiär verlaufender Fasern. An der vertebralen Einschnürung erscheinen die Vacuolenwände zu einem *funiculus chordae* (Fig. 8, 10 *fc*) zusammengepresst. Das protoplasmatische Lager der Oberfläche ist in einzelne cubische Zellen, in ein wirkliches Chordaepithel, abgetheilt, welches dann die ausserordentlich zarte *elastica externa* als continuirliche Membran absondert.

Die Wirbelkörperanlage der skeletogenen Schicht, die äussere Chordascheide, ist in Aussen-, Mittel- und Innenzone (Fig. 8 u. 9 *a, m, i*) getrennt, allein während letztere sowohl vertebral als intervertebral (Fig. 8 *i*) vorhanden ist, ist erstere (Fig. 8 *a*) nur im Bereiche der Bogenbasen, also am Wirbelkörper ausgebildet und verdrängt hier die Mittelzone durch die Vorwucherung der Chorda. Diese wird bis auf das verkalkte Lager des centralen Doppelkegels (Fig. 8 *d*) verdrängt, während sie dagegen im Zwischenwirbelraum den grössten Theil des Gewebes desselben ausmacht. Die Vorwölbung der Wirbelkörpermasse der Aussenzone ist eine flache, und somit stellt auch die vertebrale Verkalkung der Mittelzone nur einen sehr flachen, *amphicoelen* Doppelkegel (Fig. 8 *d*) mit weiter, centraler Oeffnung dar. Dennoch ist die Einschnürung der Chorda eine beträchtliche, und das wird durch die selbstständige Wucherung der Innenzone (Fig. 8 *i*) der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend bewirkt. Damit haben wir einen weiteren Fortschritt sowohl gegenüber den *Notidaniden*, wie gegenüber *Laemargus borealis*. Diese Wucherung ist selbstverständlich mit weiteren geweblichen Umwandlungen an dieser Stelle verknüpft, und diese Umwandlungen, diese Ausbildung höherer Gewebsformen beweist dann meines Erachtens, dass *Laemargus rostratus* eine jüngere Form wie *borealis* darstellt. Wie weit sich nun diese Metamorphosen ausdehnen, wie ausgebreitet, wie stark die einzelnen Schichten sich darstellen, das muss weiteren Untersuchungen vorbehalten bleiben und wäre wohl eine lohnende Aufgabe zu bestimmen. Das münchener Exemplar ist offenbar ein recht junges Thier, und somit kann der Bau der Wirbelsäule nur in den Grundzügen festgestellt werden, die Einzelheiten bei Erwachsenen müssen folgen.

Will man den Bau und die Entwicklung der Gewebe richtig verstehen, so muss man meiner Ansicht nach von den Stellen ausgehen, wo das Gewebe Umbildungen zu zeigen anfängt, und das wird dort sein, wo dasselbe seine grösste Stärke erreicht. Das findet, was die Innenzone betrifft, an der Mitte der Wirbelkörper statt.

Die Innenzone (Fig. 9 *i*) besteht bei dem von mir untersuchten jungen Thiere aus einem dicht um die Chorda und die *cuticula chordae* gelagerten, homogenen, dünnen, zelloosen Stratum, wie ein solches, wie wir wissen, bei den Haiischen zur embryonalen Periode immer vorhanden ist, und dann folgt eine Schicht mit Zellen, an denen ich keine Membran zu entdecken vermochte. Diese sind eingebettet in eine homogene, nur hie und da Fibrillenstruktur zeigende Grundsubstanz, welche in allen Tinktionsflüssigkeiten sich auf das Lebhafteste färbte und somit durchaus *prochondral* erscheint. Die Zellen sind

auf dem Querschnitt (Fig. 9) oval, ringförmig um die Chorda angeordnet, und somit haben wir es mit einem Rundzellenvorknorpel zu thun. Gegen den Zwischenwirbelraum hin wird die Innenzone dünner und verliert ihr Aussehen in sofern, als die Zellen spindelförmig, mit langen Ausläufern werden, während die Grundsubstanz überall deutliche Fibrillenstruktur zeigt. Dieses prochondrale Gewebe, welches im Zwischenwirbelraum durchaus dem der Notidaniden und des *Laemargus borealis* gleicht, zeigt in der vertebralen Verdickung gegen den centralen Doppelkegel hin eine höchst interessante Umwandlung (Fig. 11 *i*), nämlich zu einem gemischten Knorpel, in welchem die prochondrale Grundsubstanz in radiären Zügen angeordnet ist (Fig. 9 *i*). Wichtig ist dabei, dass die Zellen nicht den rundlichen Charakter, der ihnen in der Tiefe eigen war, beibehalten, sondern (Fig. 11 *i*) sternförmig werden und ausserordentlich lange Ausläufer treiben. Erst im unmittelbaren Anschlusse an den centralen Doppelkegel und wahrscheinlich zur Verstärkung desselben dienend tritt wieder ein dünnes Lager von Rundzellenvorknorpel, mit fibrillär strukturirter Grundsubstanz, auf (Fig. 11), wobei die Zellen wieder die concentrische Anordnung um die Rückensaite zeigen.

Die Mittelzone (Fig. 9 *m*, 11 *d*) der Wirbelkörper stellt einfach einen mit deutlich fibrillärer Grundsubstanz versehenen Rundzellenvorknorpel dar, an dessen concentrisch um die Chorda gelegenen Zellen keine Kapsel nachzuweisen ist.

In der Aussenzone zeigen sich namentlich in dem in der Massenentwicklung am weitesten vorgeschrittenen, der Mitte des Wirbelkörpers entsprechenden Theile ähnliche Umwandlungen (Fig. 11 *a*). Im unmittelbaren Anschluss an den centralen Doppelkegel zeigt sich eine Schicht Vorknorpel mit fibrillärer Grundsubstanz, in welcher die Zellen nicht ganz rundlich, dagegen etwas mehr spindelförmig, mit kurzen Ausläufern erscheinen. Diese Schicht dient von aussen zur Verstärkung des Doppelkegels. Dann folgt eine Lage gemischten Knorpels (Fig. 9), wie die, welche ich soeben aus der Innenzone beschrieben habe, mit sternförmigen, nackten Zellen, hyalinen Höfen und radiär angeordneter, prochondraler Grundsubstanz. Derselbe Knorpel differenzirt sich (Fig. 9 *be*, 12) rings um die *elastica externa* (Fig. 12 *ee*) und ist an der Aussenfläche dieser Membran als aus dem Fasergewebe hervorgegangen anzusehen, welches ursprünglich die getrennten Bogenbasen, als Fortsetzung des Perichondrium derselben, verband. Dieser, welcher continuirlich in den Bogenknorpel übergeht (Fig. 12 *n*, *h*), geht ebenfalls durch die Lücken der äusseren elastischen Haut in die Aussenzone des Wirbelkörpers über. Die Aussenzone ist nicht durch die *elastica* in gleichmässiger Weise nach aussen von derselben gewuchert, denn wäre das der Fall, dann müssten die Fetzen der Membran statt concentrisch um die Chorda zu liegen, wie sie es thun (Fig. 12 *ee*), nach aussen gedrängt sein. Sie ist durch das gleichmässige expansive Wachstum der Wirbelkörperschicht zerrissen und durch den Wachstumsdruck, dem sie sowohl von innen von Seiten des Wirbelkörpers, als von aussen durch die vereinigten Bogen ausgesetzt ist, zusammengepresst.

Das Bogengewebe des von mir untersuchten jungen Thieres besteht im Wesentlichen aus Rundzellenvorknorpel. Die Zellen sind also runde Knorpelzellen und erscheinen nur an der Oberfläche gegen die chondroblastische Lage hin mehr spindelförmig und mit sparsamer Grundsubstanz, welche im Uebrigen wenig ausgeprägte, fibrilläre Streifung zeigt. Nur im Centrum der Neur- und Haemapophysen (Fig. 9 *b*), bei letzteren auch in der ventralen Mittellinie, zeigen sich Nester gemischten Knorpels, von denen aus vielleicht bei erwachsenen Thieren die Umwandlung im Bogengewebe weiter greift. In diesen Kernen zeigt die prochondrale Grundsubstanz ihre fibrilläre Struktur.

Als wesentlicher weiterer Fortschritt in der Bildung der Wirbelsäule des *Laemargus rostratus* gegenüber der des *borealis* erscheint nun die rings um die *elastica externa* vor sich gehende, voll-

kommene Verschmelzung der Bogen (Fig. 12), so dass also der Wirbelkörper dieser Thiere überall aus der eigentlichen äusseren Chordascheide und den ringsum verschmolzenen Bogenbasen zusammengesetzt erscheint. Der das Rückenmark und die Blutgefässe umgebende Theil der Bogenanlage ist regelmässig (Fig. 7 *n, h, 11*) in Neur- und Haemapophysen und im oberen Bogenabschnitt in intercalaria (Fig. 7 *in*) von der bekannten dreiseitigen Form zerfallen. An den vierseitigen Platten der Haemapophysen (Fig. 7 *h*) vermisse ich Schaltstücke. Von Schlussstücken habe ich Nichts zu entdecken vermocht. Uebrigens lässt sich an der Schwanzwirbelsäule, und das ist wieder hochwichtig, deutlich Diplospodylie (Fig. 7) nachweisen. Die Mitte der Basen der Rückenmarksbogen werden von den ventralen Stämmen, die Mitte der intercalaria von den dorsalen durchbrochen. Der centrale Doppelkegel scheint deutlich an der Oberfläche des Wirbelkörpers durch. Das Intervertebralgewebe zeigt, wie das nicht anders zu erwarten war, nur eine sehr geringe Ausdehnung. Leider hatte ich keine Gelegenheit die Placoidschuppen zu untersuchen. Sie müssen aber sehr klein sein und nähern sich vielleicht in ihren Formverhältnissen denen von *Spinax*, was nicht ohne Interesse wäre. J. Müller und Henle bemerken nämlich, die Haut sei fast glatt.

Fossile Ueberreste von *Laemargus rostratus* habe ich nirgends gefunden, obgleich ihr Vorkommen keineswegs ausgeschlossen ist. Es wäre wohl denkbar, dass namentlich in Formationen, wie dem solenhofener Schiefer, sich einmal Reste desselben finden werden. Jedenfalls werden sie zu den allergrössten Seltenheiten gehören, weil der einzige verkalkte Theil, der centrale Doppelkegel, einmal ausserordentlich zart erscheint, und dann auch nur Krümelverkalkung, also die niederste Verkalkungsform zeigt. Es gehört eine besondere Gunst der Umstände dazu, um ihn entweder ganz oder in Bruchstücken zu conserviren, ein günstiges Verhältniss, wie es in den solenhofener Schiefen gegeben wäre. Es wären dann lange, zarte, an den Seiten flache Doppelkegel mit ungemein weiter, centraler Oeffnung.

Zweites Capitel.

Taf. IX.

S e y m n u s.

Das Untersuchungsmaterial von *Seymnus lichia*, sowohl Schwanz- wie Rumpfwirbel von jungen und erwachsenen Thieren, verdanke ich meinem Collegen Gegenbaur und meinem Collegen Schwalbe.

In dem Bau der Wirbelsäule schliesst sich *Seymnus* am nächsten den *Laemargi* an, und wenn die Uebereinstimmung des äusseren Habitus und des Baues äusserer Theile J. Müller und Henle dazu trieb dieses Thier mit *Laemargus* zu vereinen, so ist das nach den vorliegenden Untersuchungen in soweit berechtigt, als sie verwandtschaftlich zusammengehören. *Seymnus* ist eine jüngere, stammesgeschichtlich mit den *Laemargi* zusammenhängende, wahrscheinlich aber von einer ausgestorbenen, diesen Thieren zugehörigen Form ableitbar. Demnach hat auch Turner¹⁾ Recht, wenn er *Seymnus* den *Laemargi* gegenüberstellt und sie trennt. Günther²⁾ hält auch die Trennung von *Laemargus* und *Seymnus* aufrecht, fasst die beiden aber mit *Euproctomiscus* in eine Gruppe zusammen, deren Rückenflossen ohne Stacheln sind, während die erste Rückenflosse augenscheinlich vor den Bauchflossen steht, im Gegensatz zu *Echinorhinus*. Dabei ist ganz abzusehen von den eigentlichen Dornhaien, denen Stacheln niemals fehlen, und von *Echinorhinus*, bei welchem die erste Rückenflosse gegenüber den Bauchflossen steht. Eine Abstammung dornloser Thiere von Dornhaien wäre nicht undenkbar, und somit wäre ein direkter verwandtschaftlicher Zusammenhang mit *Spinax* nicht ausgeschlossen. Liesse sich nun *Seymnus* aus den Dornhaien ableiten, da eine nähere Beziehung zu *Echinorhinus* wegen der Stellung der ersten Rückenflosse von vorne herein ausgeschlossen erscheint, während dagegen die Placoidschuppen von *Seymnus* mit denen des *Centrophorus* grosse Aehnlichkeit besitzen, so gestehe ich doch, dass die Verhältnisse im Bau der Wirbelsäule derartige sind, dass sie jeden Gedanken an einen Zusammenhang mit den Dornhaien abweisen müssen, und somit bleibt nur die Verwandtschaft mit den *Laemargi* übrig. Dabei schliesst sich wegen des vollkommenen Zerfalles der Wirbelsäule in Wirbelkörper und Zwischenwirbelmassen *Seymnus* näher an *Laemargus rostratus*, als an *borealis* an. Ausserdem spricht die grosse Dicke der Intervertebralgewebe, das geringe Vordrängen des Gewebes des Wirbelkörpers, wie es auch den hinteren Schwanzwirbeln des *Heptanchus* und ebenfalls *Laemargus rostratus* eigenthümlich ist, meiner Ansicht nach für das Alter des Thieres, wenn nicht schon dafür

1) l. c.

2) l. c.

der Mangel der Nickhaut, das Vorhandensein des Spritzloches, die grosse Zahl der Herzklappen, in welcher Beziehung es mit *Laemargus* übereinstimmt, Zeugnis ablegte.

Die Wirbelsäule von *Scymnus* ist wiederum wesentlich nur von Kölliker¹⁾ beachtet worden, und er hebt hervor, dass sich *Scymnus lichia* fast genau wie *Acanthias* verhält, so dass nur wenige Punkte hervorgehoben zu werden brauchen. „Der knöcherne Doppelkegel besteht aus drei innig verschmolzenen Lagen. Zu innerst liegt eine dünne Lage von Knorpelknochen, die auf Kosten einer nach innen gelegenen Schicht hyalinen Knorpels entstanden ist. Dann folgt eine stärkere Schicht von Faserknochen mit circulärer Anordnung der Zellen und faseriger Grundsubstanz, endlich wieder Knorpelknochen mit dicht stehenden, mehr radiär gestellten Zellen. Die innere Knorpellage zeigt am Schwanz eines 3 Fuss langen Exemplares um nahezu alle Knorpelkapseln Ablagerungen von Kalk in Gestalt von feinen Granulationen. Die *elastica interna* ist sehr schön, wie eine elastische Netzmembran mit Lücken, und die Chordasubstanz selbst, wenigstens in der Aushöhlung der Wirbelendflächen deutlich. Im engsten Theile der Wirbel dagegen befindet sich, besonders deutlich am Schwanz, merkwürdiger Weise an Stelle der Chorda eine compacte Verknöcherung, an der ich jedoch auch nach dem Ausziehen der Kalksalze keine Struktur auffinden konnte, das einzige bis jetzt bekannte Beispiel von einer Verknöcherung der eigentlichen Chorda. Die äusseren Theile der Wirbelkörper stimmen, was den Knorpel, die Reste der *elastica externa*, die Erstreckung der Knorpelmasse der Bogen und die Verknöcherung der letzteren anlangt, ganz mit *Acanthias* überein.“

Das, was Kölliker als Verknöcherung der Chorda bezeichnet, habe ich an den Schwanzwirbeln nicht gesehen, und kann ich mich nicht ganz seiner Beschreibung anschliessen. Der Mitte des Wirbelkörpers entsprechend erscheint auch bei diesen Thieren das Fachwerk der Rückensaite zu einem *funiculus chordae* zusammengedrängt. Die comprimierten Alveolenwände stellen sich (Fig. 4 *fc*) als ein derbes, längsstreifiges Fasergewebe dar. Von Kernen oder Zellen ist keine Spur wahrzunehmen. Der starken Entwicklung des Zwischenwirbelgewebes (Fig. 4 *iv*) entsprechend erscheint die Chorda mehr in cylindrische Abschnitte mit abgerundeten Endflächen getheilt, ähnlich wie bei den bisher beschriebenen Formen. Die *elastica interna* ist deutlich nachweisbar und, wie Kölliker hervorgehoben hat, stark entwickelt. Bezüglich des Oberflächenlagers der Rückensaite bin ich nicht ganz sicher, ob dasselbe in Zellen (Chordaepithel) zerfallen ist, oder ob nur ein mit Kernen versehenes, protoplasmatisches Lager vorhanden.

Die Wirbelsäule ist in regelmässigster Weise in Wirbel und Zwischenwirbelgewebe (Fig. 3) gegliedert, wovon letzteres, wie an allen streng gegliederten Wirbelsäulen, nur eine schmale, aber dicke Lage (Fig. 4 *iv*) darstellt, so dick, dass dasselbe fast bis zur Mitte der Wirbelhöhlung reicht. Dieses Verhalten ist entwicklungs- und stammesgeschichtlich interessant, in sofern dadurch bewiesen wird, dass die Wirbelkörperanlage bei diesen Thieren im Grunde nur eine geringe ist, und *Scymnus* somit zu den ältesten Haien gehört. Namentlich am Rumpfe (Fig. 3) erscheint der Wirbelkörper bei seitlicher Betrachtung wegen der herumgreifenden Bogen stark eingeschnürt, weniger dagegen am Schwanz (Fig. 2). Am Rumpfe beträgt die Höhe der Wirbel das Dreifache der Länge, am Schwanz dagegen nur das Doppelte, ein Merkmal, auf welches bei der Bestimmung fossiler Wirbel wohl Werth zu legen ist, weil nur wenige Haie ein solches Maassverhältniss zeigen.

Bei Betrachtung von der Wirbelhöhlung aus (Fig. 1) erscheint der Wirbelkörper vollkommen rund, mit schmaler, abgeplatteter Randfläche und tiefer conischer Aushöhlung, ohne Spur einer Schich-

1) l. c.

tung. Das ist ebenfalls paläontologisch höchst bemerkenswerth. Weder am Rumpfe, noch am Schwanze umgreifen die Bogen den Wirbelkörper vollständig. Am vorderen und hinteren Ende bleibt ein halbmondförmiges Stück unbedeckt (Fig. 2 u. 3). Die Enden der Wirbelkörper zeigen entsprechend der geringen Stärke des centralen Doppelkegels, welcher vorne und hinten der Oberfläche ansteht (Fig. 4 *d*), einen sehr schmalen, gebogenen Rand. Die über die Seitenfläche der Wirbelkörper gehende Verbindung der Bogen (Fig. 2, 3 u. 5 *b*), welche dieselben verstärken hilft, erscheint der Mitte der Körper entsprechend von vorne nach hinten eingebogen und verkalkt. Die Verkalkung zeigt in der Mitte nur höchst undeutlich, deutlicher gegen die Ränder hin (Fig. 3) ein Mosaik sechsseitig polygonaler Plättchen, eine höhere Form der Verkalkung, wie sie bei den übrigen Plagiostomen so oft und in so ausserordentlicher Schönheit angetroffen wird. Die Verkalkung wird auch von J. Müller¹⁾ hervorgehoben, welcher ausserdem ein, wenn auch wenig genaues, so doch im Allgemeinen richtiges Bild des vorderen Theiles der Wirbelsäule giebt. J. Müller bemerkt ganz richtig, dass die Bogenschlussstücke fehlen. Statt deren befindet sich über den oberen Bogen ein elastisches Längsband.

Die oberen Bogen (Fig. 2 u. 3 *n*) sind weder am Rumpfe noch am Schwanze, wie J. Müller es beschreibt und zeichnet, dreieckig, sondern trapezförmig. Sie sind oben abgestutzt und zeigen nur im Allgemeinen einen Anklang an die dreieckige Form der bisher beschriebenen oberen Bogen. Die dem Zwischenwirbelraum entsprechenden intercalaria sind dagegen dreiseitig (Fig. 3 *m*), mit nach unten gekehrter Spitze. Auch an ihnen treten Oberflächenverkalkungen in Gestalt sechsseitiger Plättchen auf, erreichen jedoch am Rumpfe nicht die zusammengebogenen, den Rückenmarkscanal schliessenden Enden, sondern hören an einer unregelmässig gebogenen Grenzlinie auf. Die Neurapophysen werden mehr nach hinten zu, die intercalaria in der Mitte von den Nervenstämmen durchbrochen (Fig. 3). Am Schwanze herrscht Diplospodylie.

Die am Rumpfe (Fig. 3 *h*) seitwärts gewandten Haemapophysen sind dreieckig und tragen an dem hinteren Rande eine kurze, gebogene, nach hinten gewandte Rippe in einer leicht concaven Gelenkfläche. Die intercalaria (Fig. 3 *m'*) haben eine entsprechende Form, erscheinen jedoch manchmal getheilt. Am Schwanze finden sich abgeschlossene Haemapophysen (Fig. 2 *h*) als von Gefässen durchbohrte, breite, vierseitige Platten. Die Schaltstücke (Fig. 2 *m'*) stellen abgerundete, in die engen Zwischenräume eingesprengte Knorpelstückchen dar.

Das Zwischenwirbelgewebe ist makroskopisch nicht besonders bemerkenswerth und erscheint bei oberflächlicher Betrachtung als aus Fasermassen zusammengesetzt. Die mikroskopische Untersuchung lehrt jedoch, dass dasselbe aus drei Lagen besteht, ohne damit andeuten zu wollen, dass die Grenzen derselben genau mit den Grenzen der in der Entwicklungsgeschichte begründeten Aussen-, Mittel- und Innenzone zusammenfallen. Die mittelste Lage ist am stärksten, die innere am schwächsten ausgebildet. Letztere stellt eine um die innere elastica gelagerte, stark sich färbende Schicht von Vorknorpel mit fibrillärer Struktur der Grundsubstanz dar. Die Zellen sind der Oberfläche der Chorda parallel, oval, abgeplattet und regelmässig über einander gelagert. Es handelt sich um einen Rundzellen-vorknorpel, bei dem ich nicht entscheiden will, ob Zellkapseln überall vorhanden sind, jedenfalls sind dieselben dann äusserst zart. Wenn ich ferner vorhin der Fibrillenstruktur der Grundsubstanz Erwähnung that, so erscheint dieselbe nicht so deutlich wie bei den Grundsubstanzen der Wirbelkörperanlage z. B. der Notidaniden, vielmehr ähnelt sie der, welche ich in der Einleitung von Spinax beschrieben habe, und auch die Richtung ist eine regelmässige, concentrisch um die Chorda gehende.

1) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles.

Bei flüchtiger Betrachtung erscheint die Grundsubstanz sogar homogen. Anders dagegen stellt sich das starke, mittlere Lager dar, und da die Entwicklungsstufe desselben offenbar eine niedrigere ist, so ist es sehr wahrscheinlich, dass sie in ihrer ganzen Ausdehnung der ursprünglichen Mittelzone entspricht. Hier haben wir es mit einem Vorknorpelgewebe mit deutlicher Fibrillenstruktur, wie bei dem *Hexanchus*, den *Holocephalen* und *Laemargus borealis* zu thun, dessen Zellen spindel-, sternförmig und nackt, unregelmässig gelagert erscheinen, aber ungemein lange Ausläufer besitzen. Während nun so das innere und mittlere Lager des Zwischenwirbelgewebes einen wirklichen Zwischenwirbelknorpel darstellen, erscheint dagegen die äussere Oberflächenschicht, von der aus, wie ich in der Einleitung hervorhob, das Längenwachsthum des centralen Doppelkegels besorgt wird, und welches ich dort bereits in histologischer Beziehung schilderte (Fig. 15), als ein wirkliches *ligamentum intervertebrale* im Sinne der Gewebsbezeichnung bei den höheren Thieren. Die Grundsubstanz ist in längs- und radiärverlaufende Fasern zerklüftet, und wir haben es mit einem wirklichen, geförmten Bindegewebe zu thun. Somit ist auch im Zwischenwirbelgewebe die Aussenzone am weitesten in der Umbildung vorgeschritten.

Was nun den Wirbelkörper betrifft, so erscheint derselbe, abgesehen von dem verhältnissmässig geringen Antheil, den die Bogen an dem Aufbau desselben nehmen (Fig. 5 b), ein Antheil, welcher sich leicht durch die nahe der Oberfläche zwischen den Bogenbasen befindlichen, sparsamen Reste der *elastica externa* (Fig. 5) nachweisen lässt, wie überall in Innen-, Mittel- und Aussenzone getheilt (Fig. 4. 5 i, d, a). Ich bemerke dabei, und das ist für die Stammesgeschichte der Thiere meiner Ansicht nach wichtig, dass besonders die Innenzone auf einer niedrigen Stufe der geweblichen Entwicklung stehen bleibt, und dass die an die verkalkende Mittelzone sich anschliessenden Abschnitte der Innen- und Aussenschicht, namentlich aber der letzteren, eine ausserordentlich geringe Dicke zeigen. Das schliesst *Scymnus* nahe an *Laemargus* an, und für diesen Anschluss spricht auch das Verhalten der Gewebe der Innenzone.

Diese stellt eine auf der Innenfläche des centralen Doppelkegels (Fig. 4 d) befindliche, also die Wirbelhöhlung auskleidende Lage dar, welche im Centrum (Fig. 4 i) am stärksten entwickelt hier die vertebrale Einschnürung mit bedingen hilft. Gegen die Peripherie der Höhlung wird dieselbe immer dünner und geht, von der Mitte derselben angefangen, in die innere Schicht des Zwischenwirbelgewebes über. Damit ist wohl selbst ohne eigene entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen die Berechtigung gegeben anzunehmen, dass diese Zone des Zwischenwirbelgewebes der Innenzone der Wirbelkörperanlage der skeletogenen Schicht entspricht. Da nun ferner aus der Entwicklungsgeschichte bekannt ist, dass die vertebrale Einschnürung der Chorda zuerst von der Wucherung der Aussenzone der Wirbelkörper abhängig ist, und dass dieselbe erst viel später durch eine Wucherung der gesonderten Innenzone verstärkt werden kann, so ist zu erwarten, dass der centrale Theil derselben eine weitere Entwicklungsstufe des Gewebes zeigt, während dieselbe im Zwischenwirbelraum, wie es ja thatsächlich der Fall ist, der embryonalen Stufe nahe steht. Verkehrt wäre es anzunehmen, dass diese centrale Wucherung aus einer Umwandlung der inneren Zwischenwirbelschicht hervorgegangen sei. Da dieselbe immer zu einer früheren Entwicklungsperiode, zu welcher Zeit das Zwischenwirbelgewebe noch nicht seine definitive Form bekommen hat, entsteht, so muss die Grundlage ein dem Embryonalgewebe nahe stehendes Gewebe gewesen sein. Welchen Charakter dasselbe getragen, das lässt sich ausserordentlich leicht nachweisen, wenn man die Peripherie der Wucherung ins Auge fasst, welche ja nothwendig die jüngsten Elemente umfassen muss. Wir bemerken hier eine Gewebsform (Spindeldzellvorknorpel), welche sich in Nichts von der der Mittelzone unterscheidet. Dieselbe geht gegen das

Centrum der Wucherung allmählig in einen Rundzellenvorknorpel und dieser wieder in einen gemischten Rundzellenknorpel über, in welchem die hyaline Grundsubstanz Höfe um die eingekapselten Zellen bildet, während die prochondrale ein Alveolenwerk zwischen denselben darstellt. Form, Stellung und Verlauf dieses Maschenwerkes zeigt meiner Ansicht nach auf das deutlichste die Wachstumsrichtung der Knorpelmassen. Erscheinen die Maschen näher an dem centralen Doppelkegel rundlich, und sind die hyalinen Inseln mit den Knorpelzellen dichter zusammengedrängt, so sind dieselben gegen die Chorda hin dem concentrischen Wachstum entsprechend radiär gerichtet. Dem entsprechend zeigen auch die Knorpelzellen eine radiäre Anordnung. Die äussersten Lagen verkalken und stellen an der Innenseite eine Verstärkung des centralen Doppelkegels dar.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 4 u. 5 *d*), die verkalkte Mittelzone, ist der Form des Wirbelkörpers entsprechend lauggestreckt, an seinen Enden (Fig. 4) verdickt und am Wirbelhöhlenrande (Fig. 1) zum Ansatz des ligamentum intervertebrale abgeflacht. Im Centrum der Wucherung, der Innenzone entsprechend erscheint derselbe abgeplattet (Fig. 5), ein Beweis, dass die Wucherung der Innenzone zu sehr früher Periode bei einer nur wenig vorgeschrittenen Sonderung des Gewebes vor der Verkalkung der Mittelzone ihren Anfang nimmt. Bei dem Widerstande, den die Chorda nach der Einschnürung von Seiten der zuerst differenzirten und wachsenden Aussenzone nothwendig leisten musste, musste diese einen gewissen Druck auf die nicht verkalkte und auf einer frühen Entwicklungsstufe verharrende Mittellage in peripherer Richtung ausüben und somit eine Abflachung bedingen. Die Verkalkung der Mittelzone muss verhältnissmässig spät ihren Anfang genommen haben, und das geht auch daraus hervor, dass das Gewebe derselben die Stufe des embryonalen, des Vorknorpelgewebes weit überschritten hat. Das ist abermals ein Beweis, dass *Seymus* eine jüngere Thierform als die bisher betrachteten ist. Wie *Kölliker* richtig bemerkt, handelt es sich um einen Faserknochen, richtiger gesagt um einen verkalkten, gemischten Knorpel mit eingelagerten Bindegewebsfasern (Taf. II, Fig. 16). Dabei ist der Bau des Doppelkegels im Centrum derselbe, wie an der Peripherie, wo ich die Entwicklung aus der bindegewebigen Aussenzone des Zwischenwirbelgewebes und den Einschluss der Bindegewebsfasern in der Einleitung eingehend geschildert habe. Die Zellen des Doppelkegels behalten bei dem Wachstum immer die concentrische Anordnung um die Chorda bei. Die Verkalkung ist dabei eine homogene, wenn es auch im höchsten Grade wahrscheinlich ist, dass zuerst in der prochondralen Grundsubstanz des gemischten Knorpels eine Krümeleinlagerung erfolgt.

Die von den sparsamen Resten der *elastica externa* (Fig. 4 u. 5 *a*) umschlossene Aussenzone des Wirbelkörpers, welche im Zwischenwirbelraum wohl einzig und allein ihre Vertretung in den peripheren Lagen des Intervertebralligamentes hat, ist ein gemischter Knorpel mit überwiegend prochondraler Grundsubstanz. In ihr, deren Formverhältnisse als Ausfüllungsmasse des centralen Doppelkegels gegeben sind, lassen sich zwei Lagen unterscheiden, eine innere, dünnere und eine äussere, dickere, welche beide gegen die Mitte des Wirbelkörpers am stärksten entwickelt sind (Fig. 4), dagegen gegen die Peripherie, gegen die Wirbelkörperländer hin an Stärke abnehmen. Dieselben sind jedoch unvollständig durch eine Zone getrennt, welche sich auf Schnitten als ein ringförmig um die Chorda verlaufendes Fasersystem (Fig. 4) darstellt und bald stärker, bald schwächer entwickelt Netze mit unregelmässigen Lücken bildet und mit feinen Fortsätzen in die äussere oder innere Lage ausstrahlt (Fig. 7). Die Zellelemente erscheinen nirgends von Membranen eingeschlossen, und die ganze Masse gehört in die Kategorie des gemischten Knorpels.

In der inneren, dem Doppelkegel anliegenden Schicht überwiegt die prochondrale Grundsubstanz desto mehr, je mehr wir uns dem Doppelkegel nähern, dagegen überwiegt in den oberflächlichen

Lagen die hyaline Grundsubstanz. In der ersteren haben die Zellen eine radiäre Anordnung, liegen einzeln, in der letzteren lagern sie sich in Gruppen. In der inneren Schicht bildet auch die prochondrale Substanz ein radiär angeordnetes Alveolenwerk, in der äusseren dagegen ein unregelmässiges, weitmaschiges Netzwerk. Gegen die *elastica externa* hin tritt dann ausschliesslich Hyalinknorpel auf. Abgesehen von der trennenden Zone werden beide Schichten von feinen Fasern durchzogen, welche stark lichtbrechend sich manchmal auf weite Strecken verfolgen lassen, ohne dass es möglich ist auf Schnitten eine Verbindung derselben nachzuweisen. Ich entnehme daraus, dass, wenn sie überhaupt mit einander in Verbindung stehen, dies nur in einer ausserordentlich weitläufigen Weise geschieht. Diese Fasern (Fig. 7) sind nicht mit den aus der Trennungszone beschriebenen zu verwechseln. Es sind Zellausläufer, somit umgewandeltes Protoplasma, elastische Fasern (Fig. 7). Hie und da sieht man nämlich einzelne Knorpelzellen, die im Allgemeinen eine mehr rundliche Gestalt besitzen (gemischter Rundzellenknorpel), diese aufgeben. Sie zeigen sich lappig, manchmal stern- oder spindel-förmig mit allerdings nur auf kurze Strecken verfolgbar Ausläufern versehen, welche hell, stark lichtbrechend, optisch sich in Nichts von den Fasern unterscheiden, so dass diese wohl nur die Endausläufer der Zellfortsätze sind, ein Verhalten, welches ohne Weiteres ein Licht auf die Entstehung des Netzkorpels werfen würde.

Der Bau der Aussenzone und namentlich die trennende Lage (Fig. 7) erscheint so eigenthümlich, dass es unmöglich ist aus den Strukturverhältnissen erwachsener Thiere auch nur annähernd einen Schluss auf die entwicklungsgeschichtliche Bedeutung zu machen. Wäre die Erscheinung bei den Plagiostomen nicht so verbreitet, wäre sie nicht ein charakteristisches Merkmal bei der übergrossen Mehrzahl der Spinacidae und vielen Plagiostomi *asterospondyli* sowohl, wie *Squalorajae*, von denen das embryonale Material leichter zugänglich ist, und wäre sie nicht in schlagender Weise aus den Strukturverhältnissen der Wirbelsäule der *Laemargi* ableitbar, so ständen wir vor einem vollkommenen Räthsel, und man würde sich einfach mit dem Schlagwort Fasern und Faserknorpel begnügen, ohne zu bedenken, dass Knorpel mit Fasern noch durchaus kein Faserknorpel zu sein braucht, und dass nicht Alles, was als Faser imponirt, wirklich Faser ist. Man bedenkt eben nicht, dass selbst bei scheinbar einfachen Geweben die Entwicklungsverhältnisse ausserordentlich complicirt sein können. Die Aussenzone des *Laemargus rostratus*, wie des *Spinax niger* ist in zwei Zonen zerfallen, welche bei *Laemargus* bereits Gegenstand der Betrachtung waren. Beide bestehen aus gemischtem Knorpel, und zwischen ihnen befindet sich eine rein vorknorpelige Zone, welche arm an Zellen erscheint und deren Verlaufsrichtung im Gegensatz zur radiären ringförmig um die Chorda geht. Diese ist die Grundlage der ringförmig um die Chorda gehenden, scheinbaren Fasermassen. Durch das Wachsthum der beiden umgebenden, gemischten Knorpelschichten, durch die Verbindung der beiden, dann auch durch Bildung hyaliner Massen um die eingeschlossenen Zellen wird die prochondrale Grundsubstanz zu Platten comprimirt, zu Lamellen umgewandelt, welche auseinander weichen und sich wieder mit einander verbinden. Diese bieten auf Schnitten das Aussehen von Fasern dar, welche manchmal den Resten der *elastica externa* ähneln. Ausser der Compression kommt dann noch bei dem excentrischen Wachsthum der umgebenden Lagen der Aussenzone die Dehnung in Betracht, und es ist wohl möglich, dass dabei auch der physikalische Charakter in bestimmter Richtung geändert wird.

Die centralen Abschnitte der inneren Lage der Aussenzone verkalken (Taf. III, Fig. 40) und zwar zunächst durch Ablagerung von Kalkkrümeln in der prochondralen Grundsubstanz, der dann, und zwar wie es scheint schichtweise, vom centralen Doppelkegel her die homogene Verkalkung folgt.

Dabei geht die Krümelablagerung zunächst in radiärer Richtung vor sich und umgreift dann erst ringförmig die einzelnen Zellen mit ihren hyalinen Höfen, so dass also an der Grenze des Verkalkungsgebietes immer feine, radiäre Kalkstrahlen auftreten, ein gewiss nicht uninteressantes Verhalten, wenn man dieselben im Hinblick auf die Strahlenverkalkungen bei den Notidaniden ins Auge fasst.

Die ursprünglich getrennten Bogen bestehen aus hyalinem Knorpel, dessen Grundsubstanz nur an der Oberfläche, in der Nähe der chondroblastischen Schicht prochondral wird, allein dieselben werden in senkrechtem Verlauf zum Rückenmarkscanal von einem prochondralen Alveolenwerk, welches auf dem Schnitt als ein Faserwerk von demselben Aussehen wie die Trennungszone in der Aussenschicht des Wirbelkörpers erscheint, durchsetzt. Ob die Entstehung, wie es wahrscheinlich ist, die gleiche, dafür fehlen mir entwicklungsgeschichtliche Anhaltspunkte. Das schliesst nun aber nicht aus, dass auch ein ausserordentlich zartes, von den Zellen ausgehendes, wahrscheinlich elastisches Fasernetz vorhanden ist. An der Peripherie in der subperichondralen Vorknorpelschicht findet sich dann die Verkalkung, die bei den Bogen dadurch auffällig erscheint, dass dieselbe discret auftritt, und dass sich zwischen den Kalkplatten in regelmässiger Weise unverkalkte Vorknorpelmassen finden. Rings um den Wirbelkörper und die *elastica externa* erscheinen die Bogenbasen in dünner Lage verschmolzen (Fig. 5), allein das dorsal, ventral und seitlich an der Oberfläche befindliche Gewebe, welches in seinen tieferen Lagen Kalkkrümeleinlagerung zeigt, ist nicht einfach eine Fortsetzung des Bogengewebes, nicht in mit diesem homogener Entwicklung entstanden, sondern erscheint als Bindegewebsknorpel. Es entwickelt sich eben in der chondroblastischen Schicht des Perichondrium, der Fortsetzung der Knorpelhaul der Bogen, nur in discretten Massen. Knorpel, und somit werden zwischen ihnen die Fasern des Perichondrium eingeschlossen. Da nun die in regelmässigen Abständen gebildeten Vorknorpelmassen verkalken, so erklärt sich daraus das Getrenntsein der Kalkplättchen. Die Bogenbasen sitzen somit im Grunde genommen dem Wirbelkörper getrennt auf.

Dies der Bau der Wirbelsäule. Was die Placoidschuppen betrifft, so beschreibt sie Günther¹⁾ als klein, mit einem medianen Kiel und in einer Spitze endend. J. Müller und Henle sagen, es seien Schuppen auf vierseitiger Basis mit drei oder mehr Spitzen, die an der Vorderfläche drei Kiele zeigen, welche in der gemeinsamen Spitze zusammenstossen.

Ich finde die Schuppen (Fig. 6) sich von einer ausgedehnten, vierseitigen, unregelmässigen Basalplatte erheben. Die Platten sind dabei schräg nach hinten abgebogen, mit einem deutlich ausgeprägten Knie, einer breit auslaufenden, mittleren Erhebung und seitlichen, mehrfach gekielten Flügeln. Die Oberfläche der Schuppenplatte sieht fächerförmig aus, die Mittelleiste läuft dabei nicht immer in eine Spitze aus. Somit ist also auch hier wie bei *Laemargus* die dreiseitige Form noch nicht klar ausgeprägt, wenn auch ein Beginn in den breiten Seitenflügeln nicht zu verkennen ist.

Bei der verhältnissmässig geringen Ausdehnung der Verkalkung im Bereiche der Wirbelkörper ist es kein Wunder, dass bisher keine fossilen *Scymnus*wirbel gefunden worden sind, und bei der Kleinheit und bei der unbestimmten Form ist es nicht erstaunlich, dass keine diesen Thieren zugehörige Placoidschuppen den Paläontologen aufstiessen. Dennoch sind diese Thiere von hoher stammesgeschichtlicher Bedeutung. Hebt doch Günther ausdrücklich hervor, dass die Zähne junger *Scymni* denen der *Laemargi* ähnlich sind. Nur Probst²⁾ hat in der Molasse Würtem-

1) l. c.

2) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen. *Württembergische naturw. Jahreshfte*, 1879.

bergs, wenn auch äusserst selten, Zähne von Scymnus gefunden. In dem Materiale von Wirbeln, welches mir dieser auf dem Gebiete paläontologischer Landeskunde hochverdiente Forscher zur Verfügung stellte, habe ich dem entsprechend Nichts mit Sicherheit als dem Scymnus zugehörig bestimmen können. Allerdings fand ich ein Wirbelbruchstück, welches ich geneigt war als Scymnus zugehörig zu deuten, allein ich war so unsicher, die Möglichkeit der Verwechslung mit Spinaxüberresten war so drohend, dass ich sowohl eine Abbildung als eine Beschreibung unterlasse. Gewiss werden sich bei ausgedehnten Forschungen in grossen Sammlungen noch Reste finden.

Drittes Capitel.

Taf. IX.

E c h i n o r h i n u s .

Dasselbe Verhalten im Bau der Wirbelsäule, welches unter den Notidaniden *Heptanchus* gegenüber *Hexanchus* zeigt, bietet *Echinorhinus* gegenüber *Laemargus* dar und er erscheint somit als eine jüngere Form, als ein jüngerer Vertreter der *Plagiostomi cyclospandyli*. Ich habe in der Literatur über den Bau des Axenskelettes dieser Thiere weder Angaben noch Abbildungen gefunden. Selbst in der schönen Abhandlung von Turner¹⁾, welche von vortrefflichen Abbildungen begleitet ist, finde ich desselben keine Erwähnung gethan und doch bietet es stammesgeschichtlich ebenso wichtige Verhältnisse dar, wie das der *Grauhaie* und des *Laemargus borealis*. Kölliker²⁾ erwähnt nur ohne nähere Angabe seiner Gründe, dass die Wirbelsäule des *Echinorhinus* wenigstens im hinteren Theile sich wie die des *Heptanchus* verhalten werde.

Meine eigenen Untersuchungen haben leider nur eine geringe Ausdehnung und erstrecken sich nicht auf die mikroskopische Struktur, immerhin war ich glücklich, wenigstens soweit meine Untersuchungen führen zu können, als es geschehen ist. Ich verdanke die Möglichkeit der Untersuchung abermals meinem verehrten Collegen Lütken in Kopenhagen, welcher mir ein kleines Stückchen Wirbelsäule aus dem Schwanze eines anscheinend erwachsenen Thieres zur Verfügung stellte. Dasselbe war getrocknet, somit für genauere histologische Untersuchungen ungeeignet, ja es bot auch bezüglich der Feststellung allgemeiner Formverhältnisse selbst nach dem Aufweichen grosse Schwierigkeiten dar, und somit ist es dringend nothwendig, dass seitens gut situirter, namentlich schottischer Forscher die Untersuchung weiter geführt werde.

Die Chorda (Fig. 1 *ch*) zeigt in regelmässigen Abständen einander folgende, vertebrale Einschnürungen (Fig. 1), welche dieselbe wie am Rumpfe von *Heptanchus* oder wie bei *Laemargus*, nicht aber wie bei den übrigen Haien rosenkranzartig einschnüren. Die Stücke sind mehr cylindrisch, mit schwach gerundeten Enden, so dass die Wirbelvorsprünge mehr das Aussehen von Scheidewänden bekommen. Wie bei *Laemargus borealis* findet dann auch noch eine leichte Einschnürung den Zwischenwirbelenden entsprechend (Fig. 1) statt. Durch die Mitte der Chorda erstreckt sich ein *funiculus chordae* (Fig. 1 *fc*), welcher sich zwischen je zwei Einschnürungen etwas auflockert.

Der Wirbelkörperantheil der skeletogenen Schicht ist unsegmentirt, ist also, ganz abgesehen von den *Holocephalen*, wie bei *Hexanchus*, *Laemargus borealis* und am Rumpfe von *Heptanchus* auf dem

1) Observations on the spiny shark (*Echinorhinus spinosus*). Journal of anatomy and physiology Tome IX.

2) l. c.

Stadium einer ungegliederten Wirbelkörperanlage stehen geblieben. Die Trennung der Wirbelkörper und der Zwischenwirbelgewebe ist äusserlich nur angedeutet durch die um die *elastica externa* herumgreifende Bogenmasse (Fig. 2 u. 3), innerlich durch die vertebralen Vorsprünge der skeletogenen Schicht. Es zeigt sich übrigens auch schon bei der Betrachtung mit blossen Auge, dass die Wirbelkörperanlage auch bei *Echinorhinus* in die drei bekannten Zonen zerfällt (Fig. 3 *a, m, i*) ebenso, dass sie in ähnlicher Weise, wie das bei *Laemargus* und unter den Notidaniden namentlich bei *Hexanchus* der Fall ist, wesentlich aus Vorknorpel mit deutlich fibrillärer Grundsubstanz zusammengesetzt sein muss. Innen- und Mittelzone spielen auch hier bei den vertebralen, scheidewandartigen Vorsprüngen, welche wie bei *Heptanchus* die Gestalt eines schmalen Keiles besitzen, eine mehr passive Rolle, während die Aussenzone der Mitte der Bogenbasen entsprechend die andern vor sich hertreibt. Diese Einkeilung der letzteren in die Mittelzone zeigt sich am deutlichsten in der Verkalkung der letzteren, welche, wenn auch kaum so ausgedehnt wie bei *Heptanchus*, doch den gleichen Charakter (Fig. 1) eines schmalen, hohen Doppelkegels, der ersten Andeutung eines amphicoelen, centralen Doppelkegels der übrigen Plagiostomen trägt. Wegen dieser Verkalkung erscheint *Echinorhinus* jünger als *Laemargus borealis*, schliesst sich aber nicht ohne Weiteres an und ist nicht aus diesen jetzt lebenden Repräsentanten hervorgegangen, weil das ganze Verhalten der Verkalkung mehr dem der Notidaniden entspricht, und zwar in einem so hohen Maasse, dass leicht eine Verwechslung mit *Heptanchus* stattfinden könnte.

Die Bogenanlage ist der vertebralen Einschnürung entsprechend an den Seiten der Wirbelkörperanlage (Fig. 2, 3 *b*) in dünner Schicht vereinigt, vorne und hinten jedoch vollkommen getrennt (Fig. 4). Auch dorsal und ventral, und das ist mit Rücksicht auf gleiche Verhältnisse bei Holocephalen und Notidaniden und mit Bezug auf jüngere Plagiostomenformen stammesgeschichtlich von grosser Wichtigkeit, scheidet sie ein eingeschobenes Knorpelstückchen. Dasselbe ist offenbar in dem ursprünglich rings um die *elastica externa* zwischen den Bogenbasen befindlichen Gewebe, der Fortsetzung des Perichondrium der Bogen, entstanden, und liefert somit wiederum einen Beweis, dass die Vereinigung der Bogen nicht durch homogene, continuirliche Verknorpelung, sondern discontinuirlich vor sich geht. Das Aussehen und die Festigkeit des Knorpels der Bogen spricht dafür, dass eine gleiche Zusammensetzung wie bei den Grauhaien vorhanden ist. Im Gegensatz zu den *Laemargi* fehlen an Wirbelkörperantheil der Bogen Oberflächenverkalkungen. Sie beschränken sich nur auf die Mitte der Oberfläche der Haemapophysen (Fig. 2 *h*).

Die Bogenanlagen sind in Neurapophysen, Haemapophysen und intercalaria (Fig. 2 u. 4 *n, h, in* u. *in¹*) getheilt. Die Neurapophysen (Fig. 2 *n*) besitzen die bekannte dreiseitige Gestalt und werden von den ventralen Nervenstämmen excentrisch durchbrochen. Die intercalaria (Fig. 2 *in*), welche ebenfalls von den dorsalen Nervenstämmen excentrisch durchbrochen werden, besitzen die gleiche Form. Dabei sind nach hinten gerichtete, vierseitige Schlussstücke vorhanden, deren Grenzen nicht genau mit denen der Neurapophysen und der Schaltstücke zusammen fallen. Uebrigens findet sich am Schwanz des *Echinorhinus* Diplospondylie. Die Haemapophysen (Fig. 2 u. 4 *h*) sind vierseitige, lange, nach hinten abgeboogene Platten mit unregelmässig polygonalen Oberflächenverkalkungen. Sie schliessen dicht an einander, entsprechen genau den Rückenmarksbogen und besitzen nur an ihrer Basis kleine, dreieckige intercalaria, unter deren nach abwärts gerichteten Spitzen im Bogenzwischenraum Gefässe durchbrechen. Untere Schlussstücke sind nicht vorhanden.

Die Placoidschuppen sind bereits von J. Müller und Henle genau beschrieben und die Abbildung, welche Turner von ihnen gegeben hat, lässt sehr wohl das Charakteristische derselben er-

kennen. Aus der runden oder vierseitigen Basalplatte erhebt sich ein nach hinten gerichteter Stachel ohne Nebenzacken, also in primitivster Form, wiederum ein Zeichen für das hohe Alter des Thieres. Die Mittelleiste ist stark entwickelt, die Seitenleisten sind höchstens als niedrige Riffe vorhanden.

Fossile Ueberreste von Echinorhinus sind nicht gefunden worden, und das ist bei der Natur der Wirbelsäule auch gar nicht zu verwundern. Demnach wird auch hier auf die Placoidschuppen und Zähne ein besonderes Augenmerk gerichtet werden müssen, und hoffentlich werden solche in Zukunft in älteren Erdschichten gefunden werden.

Die Anschauung, welche ich von der systematischen Stellung der Echinorhinen gewonnen, erfährt durch die schönen, kurzen Mittheilungen von Turner über die innere Organisation des Thieres keine Widerlegung, im Gegentheil erwächst ihr darin die kräftigste Stütze. Er trennt Echinorhinus ebenso scharf von Laemargus, als ich es thue, und zwar auf Grund der Klappenreihen des conus, der vorhandenen Ovidukte etc. und wenn auch diese Merkmale die Abstammung des Echinorhinus von Laemargus nicht geradezu ausschliessen, so glaube ich doch an dem Bau der Wirbelsäule gezeigt zu haben, dass das Thier ungezwungener von den Notidaniden hergeleitet werden kann und zwar von jüngeren, den Heptanchi nahestehenden Formen, während ja Laemargus nähere Verwandtschaft mit den älteren Hexanchi hat.

Viertes Capitel.

Taf. X.

S p i n a x.

Der Bau der Wirbelsäule des *Spinax niger* steht auf gleicher Stufe mit dem des Axenskeletes von *Laemargus rostratus* und erhebt dieselbe weit über die des *borealis* sowohl, wie des *Echinorhinus*. Dieselbe beweist somit das spätere Hervorgehen des Thieres aus den Stammformen. Im Uebrigen zeigt aber die Zusammensetzung, dass die Wirbelsäule nicht auf gleiche Linie mit denen der übrigen *Spinacidae* der Autoren zu stellen ist. Diese lassen sich vielmehr in ungezwungenster Weise aus *Spinax* ableiten, und während die neueren Forscher, welche sich mit der Systematik der Plagiostomen beschäftigt haben, kein Bedenken tragen, *Spinax* mit den übrigen Dornhaien, freilich als gleichberechtigtes Mitglied, zu vereinigen, werde ich zu zeigen haben, dass *Spinax* ähnliche Thiere die Vorläufer der eigentlichen Dornhaie (*Acanthias*, *Centrina*, *Centroscyllum* und *Centrophorus*), die Stammformen derselben gewesen sind.

Kölliker¹⁾ ist meines Wissens der Einzige, welcher über die Wirbel nähere Angaben gemacht hat. Er sagt, „dass dieselben fast auf ein Haar mit denen des *Acanthias* übereinstimmen, nur dass der von den Bogen abstammende Knorpelbelag an den Seiten der Wirbelkörper äusserst dünn ist. Reste der *elastica externa* sind auch hier vorhanden und bezeichnen die Grenze des eigentlichen chordalen Wirbelkörpers, doch seien dieselben äusserst spärlich und dünn. Im Centrum der Wirbel ist die Chorda bis auf einen kleinen deutlichen Rest verdrängt.“

Die letzte Angabe ist schon nicht richtig. Die Chorda (Fig. 3 *ch*) ist, wenn auch vertebral mehr als intervertebral, sehr wenig eingeschnürt. Die Einschnürung ist sogar geringer als bei *Laemargus* und *Echinorhinus* und beweist somit die Selbständigkeit der *Spinacidae* diesen beiden lebenden Formen gegenüber, sowie das hohe Alter dieser Thiere, welches ja auch, wie ich im allgemeinen Theile ausführlich auseinandergesetzt habe, in den Flossenstacheln seinen Ausdruck findet. Die vertebralen Einschnürungen sind nur wenig tiefer als die intervertebralen (Fig. 3), welche letztere sich auch bei ihnen geltend machen, und das gegenseitige Verhältniss entspricht am meisten dem des *Hexanchus*. Somit zeigt der Wirbelkörper im Centrum eine ungemein weite Oeffnung für die Rückensaite, ein Merkmal, welches, wie wir sehen werden, für die Bestimmung fossiler Wirbel von ungemeiner Wichtigkeit ist.

Die Rückensaite ist recht eigenthümlich gebaut (Fig. 3 *ch*). Der vertebralen Einschnürung ent-

1) l. c.

sprechend finden wir einen dicken funiculus chordae (Fig. 3 *fc*). Derselbe ist homogen, schwach streifig und schliesst an vereinzelt Stellen rundliche Zellreste ein. Er besteht aus zusammengepressten Alveolenwänden. Derselbe setzt sich nun aber auch zwischen den Wirbelkörpern fort, und dabei ist das Merkwürdige, und das spricht für die Einschnürung von Seiten des Zwischenwirbelgewebes, dass rings an der Oberfläche der Rückensaite zwischen den Wirbeleinschnürungen (Fig. 3) Verdichtungen des Alveolenwerkes der Chorda stattfinden (Fig. 4 *ch*). Zwischen diesen beiden zusammengepressten Lagen befindet sich dann (Fig. 3 *ch*) das gewöhnliche, grosszellige Maschenwerk der Chorda. Die Existenz dieser verdichteten Oberflächenlagen im Zwischenwirbelraume scheint mir aufs Klarste zu beweisen, dass die Compression an diesen Stellen erst dann vor sich ging, als bereits im Inneren derselben die Alveolenwände stark verdichtet, fest und unnachgiebig geworden waren, somit einem von aussen auf sie wirkenden Druck erheblichen Widerstand leisteten, um so mehr, weil sie mit gallertiger Substanz strotzend gefüllt sind. In einem solchen Falle werden nur die jüngsten, an der Oberfläche befindlichen und mit mehr nachgiebigen Wandungen versehenen Alveolen dem Drucke nachgeben. Die Flüssigkeit muss dabei herausgepresst und resorbirt werden. Da nun die vollkommene Vacuolisirung der Chorda immerhin verhältnissmässig spät eintritt, so muss die intervertebrale Vorrangung ziemlich spät entstanden sein, und ferner beweist die Compression an der Oberfläche aufs Klarste, was ja bereits entwicklungsgeschichtlich bei vielen Plagiostomen festgestellt ist, dass die Vacuolisirung der Chorda von der Tiefe gegen die Oberfläche vorschreitet. Das oberflächliche Lager der Chorda, das Chordaepithel, von welchem ja die dünne elastica interna gebildet wird, besteht, soweit ich zu erforschen vermochte, aus platten, weit aus einander stehenden, vielleicht durch Ausläufer verbundenen Zellen.

Die Wirbelkörperanlage ist, wie bei *Laemargus rostratus*, auf den ersten Blick deutlich in Wirbelkörper und Zwischenwirbelgewebe unterschieden (Fig. 1). Halbirt man jedoch die Wirbelsäule durch einen senkrechten Längsschnitt (Fig. 3), so zeigt sich, dass die Grenze zwischen Wirbelkörper und Intervertebralgewebe (Fig. 3 *iv*) weniger scharf ist, dass letzteres, wie bei *Laemargus rostratus*, in bedeutender Dicke vorhanden ist und tiefer in die Wirbelkörperhöhlung (Fig. 2) hineingreift, so dass die Wirbelvorsprünge, wie bereits erwähnt, nur wenig vorragen. Die Sonderung zwischen den beiden Bestandtheilen der Wirbelsäule ist lediglich durch die Enden der centralen Doppelkegel angedeutet (Fig. 3 *d*), und auch diese zeigen sich nicht scharf und bestimmt, sondern verlieren sich ganz allmählig in die umgebenden Massen. Das Zwischenwirbelgewebe erstreckt sich in ganz allmähligem Uebergange bis in die alsbald zu schildernde, centrale Wucherung der Innenzone der Wirbelkörper. Bei der Betrachtung mit unbewaffnetem Auge erscheint dasselbe als ein Fasergewebe, welches von der Oberfläche her einstrahlt.

Die Wirbelkörper erscheinen bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 1) schmaler, als bei *Laemargus rostratus*. Sie sind von ungleicher Länge und fast so hoch wie lang. Die Diplospodylie ist am Schwanz auch bei *Spinax* die Regel (Fig. 1). Die Wirbelkörper sind vorne und hinten mit scharfen Rändern begrenzt, ein Merkmal, welches paläontologisch von grosser Wichtigkeit ist. Es rührt das von der gegen die Oberfläche hin immer mehr zunehmenden Verdünnung des centralen Doppelkegels her (Fig. 3 *d*). Die Wirbelkörpermitte erscheint nur wenig vertieft (Fig. 1) und ist in ganzer Ausdehnung, und das bedingt einen Fortschritt gegenüber *Laemargus rostratus* und *Echinorhinus*, von der Vereinigung der Bogenbasen bedeckt, welche zugleich (Fig. 1) eine zarte Oberflächenverkalkung in Gestalt undeutlicher, polygonaler Plättchen zeigt. Die Verkalkungen greifen auch noch eine kleine Strecke auf die Bogenbasen über, lassen aber den grössten Theil der Bogen selbst frei (Fig. 1).

Neurapophysen und intercalaria (Fig. 1 *n* u. *in*) sind in der Mitte von den Nervenstämmen durchbohrt. Die Neurapophysen (Fig. 1 *n*) sind unregelmässig gestaltete, nicht dreieckige, sondern mehr trapezförmige Platten, während dagegen die Schaltknorpel als dreieckige, mit der Spitze nach unten gewandte Knorpelstücke sich einkeilen. Schlussstücke fehlen, dagegen (Fig. 2) ist eine Furche zur Aufnahme eines elastischen Längsbandes vorhanden. Die Haemapophysen (Fig. 1 *h*) sind breite, viereckige, etwas nach hinten gerichtete und dicht zusammenstossende Platten, ohne Schlussstücke und ohne intercalaria. Dieselben werden in den Zwischenräumen an ihrer Basis von Gefässen durchbohrt. Die Betrachtung der Wirbellöhllung zeigt die Wirbelkörper kreisrund begrenzt. Der centrale Doppelkegel schimmert (Fig. 1) deutlich an der Oberfläche durch. Von einer Schichtung (Fig. 2) ist in der Wirbellöhllung nichts zu entdecken, ebenfalls ein nicht unwichtiges paläontologisches Merkmal. Die Randabplattung der Wirbellöhllung (Fig. 2) ist ganz ausserordentlich schmal, worauf ebenfalls einiger Werth zu legen ist.

Die Zusammensetzung des Wirbelkörpers und des Zwischenwirbelgewebes ist überraschend, und ich gestehe, dass es erst lange andauernder Untersuchungen und Vergleichen bedurfte, ehe ich über dieselbe ins Klare kam. *Laemargus rostratus* steht, wie bereits erwähnt, in dieser Beziehung am nächsten und war mir für das Verständniss am förderlichsten, immerhin bietet aber *Spinax* so viele interessante Besonderheiten, dass schon dadurch die abgesonderte Stellung in vollem Maasse gerechtfertigt wird. Es finden sich, wie ich bereits in der Einleitung hervorhob, bei diesem Thiere Formen und Entwicklungsstufen des Knorpels vereinigt, wie sie mir sonst kaum wieder aufgestossen sind. Dabei sind sie für die Entwicklung des Knorpels und dessen Umwandlung von der allerhöchsten Bedeutung, und kann ich nicht dringend genug zu einer weiteren Untersuchung der geweblichen Zusammensetzung auffordern, da ich durchaus nicht der Ansicht bin, dass durch meine Schilderung etwas nach allen Seiten hin Abschliessendes geleistet wird.

Um mit dem Zwischenwirbelgewebe den Anfang zu machen (Taf. II, Fig. 19), welches ja den embryonalen Charakter am treuesten zu bewahren pflegt und sich am meisten der Zusammensetzung der ursprünglichen Wirbelkörperanlage nähert, so sehen wir auch hier wieder die drei bekannten Lagen, Aussen-, Mittel- und Innenzone auftreten, von welchen die Letztere am mächtigsten entwickelt ist, während die beiden anderen mehr als dünne Lagen erscheinen. Diesem Ueberwiegen der Innenzone entspricht die Einschnürung, welche die Chorda im Zwischenwirbelraum erfährt. Dass dieselbe nicht von den beiden anderen Schichten abhängig ist, beweist der Umstand, dass diese nicht gegen die Chorda vorgebuchtet und derselben genähert erscheinen, im Gegentheil, wie der Schnitt lehrt, durch die Innenzone vorgebuchtet werden, so dass zwischen den Wirbelkörpern gleichsam eine Aufwulstung des Zwischenwirbelgewebes stattfindet.

Das Gewebe der Innenzone ist ein in schleimiger Metamorphose begriffener Rundzellenvorknorpel, dessen gallertgefüllte Hohlräume namentlich in der Mitte des Zwischenwirbelgewebes ausgedehnt sind und trägt im wesentlichen denselben Charakter und zeigt dieselbe Entstehungsweise, wie das Gewebe der Innenzone des Wirbelkörpers (Taf. I, Fig. 10). Die Umwandlung entspricht der der Rückensaite, nur werden hier durch die Umwandlung des Zellprotoplasma zu Schleim oder Gallerte die Zellkapseln gedehnt, während im Zwischenwirbelgewebe auch eine Betheiligung der Zwischenzell-, der Grundsubstanz vorhanden ist. Die Innenzone ist überall in der Entwicklung weiter vorgeschritten, wie die mittlere, und da wir wissen, dass die Entwicklung der ersteren aus der letzteren erfolgt, so wissen wir auch, wie es sich für die Innenzone des Wirbelkörpers ebenfalls nachweisen lässt, dass das Gewebe aus dem Rundzellenvorknorpel, welcher dort vertreten ist, hervorgeht. Es muss also auch hier ursprünglich prochondrales Gewebe vorhanden gewesen sein. Der Vorknorpel besteht aus runden

Zellen mit starker Zellkapsel und ausserordentlich leicht imbibirbarer, jedoch massig ausgedehnter Grundsubstanz, so dass die Zellen dicht gedrängt zusammenliegen. Der Verschleimungsprocess des Protoplasma bläht die Zellkapsel auf und mit ihr das prochondrale Alveolenwerk der die Zellen umgebenden Zwischensubstanz. Schliesslich erscheinen beide zu einem den Wandungen der Alveolen der Chorda entsprechenden, grobmaschigen Alveolensystem ausgedehnt, an dessen Wänden die Protoplasma-reste mit den Kernen liegen. Zuweilen erscheinen dabei die Alveolen von protoplasmatischen Fäden durchzogen. Die Wände derselben können auch, wie bereits früher hervorgehoben, platzen, und dann fliessen die Räume zu weiteren Hohlräumen zusammen. Gegen die Peripherie hin wird das Maschensystem immer kleiner, es nehmen immer weniger prochondrale Massen an dem Verschleimungsprocess Theil, so dass schliesslich der Schleimknorpel inselartig in den eigentlichen Vorknorpel eingesprengt erscheint. Uebrigens hört die Bildung desselben in der Mittelzone nicht auf, sondern zeigt nur eine andere höchst interessante Anordnung (Taf. II, Fig. 9). Der Schleimknorpel entwickelt sich in concentrischen Lagen um die Chorda, so dass auf Schnitten das Vorknorpelgewebe in regelmässige Fasern zerklüftet erscheint, welche nach aussen vorgebuchtet zwischen je zwei Wirbelkörpern verlaufen. Es handelt sich aber um concentrische Lamellen, welche abwechselnd aus Vor- und aus Schleimknorpel bestehen. Zuerst glaubt man freilich, es handle sich um ein regelmässig angeordnetes, faseriges Bindegewebe, die genauere Untersuchung belehrt uns aber eines Besseren. Die von der ziemlich starken elastica externa bedeckte Aussenzone besteht aus Vorknorpel, in welchem jedoch bereits hyaline Höfe um die Zellen gebildet werden (gemischter Knorpel).

Die Innenzone des Wirbelkörpers (Fig. 3, 4, 5 *i*), welche der Mitte der Wirbelhöhlung entsprechend, wie bei *Laemargus rostratus*, gegenüber dem Zwischenwirbelgewebe ihre Grenze findet, stellt dort ein in zwei Lagen getheiltes Gewebe dar, von welchen die dünnste innere (Taf. I, Fig. 10) der inneren Zwischenwirbellage, die stärker entwickelte äussere der mittleren und äusseren Schicht des Zwischenwirbelgewebes entspricht. Beide gehören dem Rundzellenvorknorpel an, allein während in der ersteren die stark sich färbende, feine Fibrillenstruktur (siehe Einleitung) zeigende Grundsubstanz überwiegt und die Zellen der Chordaoberfläche entsprechend abgeplattet erscheinen, zeigen sich in der letzteren grosse, rundliche, mit Kapseln versehene Zellen in spärlicher Zwischenzellmasse. Die periphere Lage geht als eine dünne Schicht in den centralen Doppelkegel über (Fig. 3, 5 *d*), hilft denselben verstärken und nimmt in der prochondralen Grundsubstanz Kalkkrümel auf. Dem Centrum der Wirbelkörper entsprechend (Taf. I, Fig. 10) erscheint die Innenschicht verändert, während die äussere ihre Dicke nahezu behält. Es entwickelt sich nämlich im Centrum der Ersteren, wie bereits früher erwähnt, Schleimknorpel, und diese Entwicklung muss ein sekundärer Vorgang sein, weil die vertebrale Einschnürung der Chorda zuerst von der Vorwucherung der Aussenzone bedingt ist und erst sekundär durch Veränderungen der anderen Zonen vergrössert werden kann.

Die zum centralen Doppelkegel umgewandelte, verkalkte Mittelzone (Fig. 3, 5 *d*, 4 *m*) geht continuirlich in das zerklüftete Mittellager des Zwischenwirbelgewebes über und besteht wie dieses aus Vorknorpel mit runden Zellen. Jedoch wäre besonders hervorzuheben, dass sich um die Zellen bereits Höfe hyaliner Grundsubstanz zu bilden beginnen, so dass wir es also schon mit einer höheren Gewebstufe, ähnlich wie bei *Scymnus*, wenn auch nicht so ausgedehnt, mit einem gemischten Knorpel zu thun haben. Die prochondrale Grundsubstanz stellt in diesem ein Alveolenwerk dar, wie ich es in der Einleitung ausführlich geschildert habe. Darin findet selbstverständlich die Krümelverkalkung statt. Von einer Umwandlung in Schleimknorpel ist innerhalb des centralen Doppelkegels keine Rede mehr. Der Doppelkegel ist ausserordentlich dünn und nach der Peripherie hin, wie erwähnt, scharfrandig

(Fig. 3 *d*), mit ungemein weiter, centraler Oeffnung, abermals ein Beweis für das hohe Alter von Spinax.

Das zeigt sich auch im geweblichen Charakter der Aussenzone sowohl wie des Bogengewebes, welches überall aus gemischtem Knorpel besteht (Fig. 4 *a, b*), freilich oft mit überwiegender prochondraler Grundsubstanz (Taf. II, Fig. 20). Die elastica externa ist an der Aussenzone des Wirbelkörpers zerrissen und nur in ganz unbedeutenden Resten nachweisbar. Unter den Bogenbasen (Fig. 4 *b*) ist es mir nicht gelungen sie zu sehen. Sie tritt nur an den Seitenflächen der Wirbelkörper erwachsener Thiere auf. Wie bei dem *Laemargus rostratus* lassen sich an der den Doppelkegel vorwölbenden Aussenzone drei Lagen (Fig. 4 *a*), eine innere, mittlere und äussere unterscheiden, von welchen die letztere am stärksten erscheint, während die innerste nur schwach entwickelt ist. Zwischen der mittleren und äusseren Lage befindet sich eine Grenzschicht (Fig. 4 *a'*), welche in ihrer Bedeutung durchaus die gleiche ist wie die concentrische Faserlage, welche sich bei *Scymnus* geltend macht und auf diese und ihre Entstehung ein klares Licht wirft, weil ihre Zusammensetzung bei Spinax eine ganz zweifellose ist. Dieselbe ist übrigens auch in ähnlicher Form, und das ist stammesgeschichtlich wichtig, bei *Laemargus rostratus* vorhanden, dessen Wirbelquerschnitt überhaupt im grossen Ganzen ausserordentlich dem von Spinax gleicht. Um nun aber von vorne herein Missverständnisse auszuschliessen, will ich besonders betonen, dass Innen- und Mittelschicht bei Spinax zusammen als Innenlage bezeichnet werden könnten, wie das früher bei *Laemargus rostratus* und *Scymnus* geschehen ist, da das von mir hier gesondert aufgeführte, dünne Binnenlager zur Verstärkung des centralen Doppelkegels dient. Dieses besteht aus einem gemischten Knorpel, in welchem die ein Alveolenwerk mit rundlichen Maschen darstellende, prochondrale Grundsubstanz (Fig. 4 *a''*) Krümelverkalkung aufweist. Die vorknorpelige Grundsubstanz ist dabei an Masse etwas gegenüber der hyalinen, Höfe bildenden zurückgeblieben, dieselbe ist dagegen mehr in der nächstfolgenden Zone (Fig. 4 *a*) entwickelt und giebt dieser Mittelschicht durch ihre radiäre Anordnung ein ganz besonderes Aussehen. Die Zellen mit ihren hyalinen Höfen sind säulenartig angeordnet. Darauf folgt die Grenzlage (Fig. 4 *a'*), welche concentrisch um die Chorda gelagert überwiegend vorknorpelige Grundsubstanz zeigt, während die hyaline Masse nur eine dünne Lage um die auch hier mit Zellkapseln versehenen, runden Zellen bildet. Dieses alveolare, concentrisch um die Chorda gelegene, dickwandige, prochondrale Maschenwerk ist es, welches den concentrischen Lamellensystemen bei *Scymnus* entspricht und es demnach wahrscheinlich macht, dass diese auch nichts weiter als durch Wachstumsdruck veränderte und comprimirt Vorknorpelgrundsubstanzen sind. Der gemischte Knorpel der Aussenschicht zeigt wieder eine wesentlich radiäre Anordnung der vorknorpeligen Grundsubstanzen (Fig. 4 *a'''*) und geht continuirlich in das Bogengewebe über. Eine genaue mikroskopische Betrachtung zeigt, wie ich bereits in der Einleitung hervorgehoben und in Fig. 9 u. 20 derselben abgebildet habe, deutliche fibrilläre Streifung der beiden Zwischenzellmassen. Das Bogengewebe besteht ebenfalls aus einem gemischten Knorpel, wobei, wenigstens im Centrum, prochondrale und hyaline Substanz sich ziemlich die Waage halten, während gegen die Peripherie hin erstere immer mehr und mehr überwiegt. Das Bild ist (Fig. 4 *b*) ein ausserordentlich zierliches und giebt einen besseren Begriff der Anordnung, als viele Worte es zu thun im Stande wären.

Die Placoidschuppen beschreibt Günther¹⁾ als fadenförmige Stacheln, welche dem Körper ein wolliges Aussehen geben. J. Müller und Henle erwähnen ihrer als gebogene Haare. Beides ist richtig, aber es ist nothwendig etwas näher auf die Form und auf den Zusammenhang derselben mit

1) l. c.

den übrigen Formen der Placoidschuppen einzugehen (Fig. 6). Die Basalplatte ist klein, vierseitig und aus ihr erhebt sich steil der fadenförmige Stachel, welcher nur an seiner Spitze etwas leicht nach hinten übergebogen ist. Dabei zeigt derselbe an der Spitze zwei kleine, unbedeutende Nebenzacken. Sehen wir ab von der Steilheit des Stachels, seiner ausserordentlichen Schmalheit, so ist derselbe, und das erscheint mir hochinteressant, im Begriff die einfache Form zu verlassen und die dreizackige anzunehmen, welche letztere ja ausgeprägt bei den jetzt lebenden Grauhaien vorhanden ist. Diese, sowie die bei den Laemargi vorkommende Form weist meiner Ansicht nach darauf hin, dass die Stammformen derselben, welche wir unter den Palaeonotidaniden zu suchen haben, Placoidschuppen besessen haben, deren Stachelplatte einfach, ohne Nebenspitzen war. Aus dieser Form lassen sich dann die übrigen: dreispitzige, myrtenblattförmige, fächerartige, knopfartige etc. ableiten.

Fossile Ueberreste der Wirbelsäule von *Spinax* sind meines Wissens bisher nicht bekannt. Die Reste, welche von Agassiz¹⁾ als *Spinax major* aus der Kreide von Lewes (Wirbel, Wirbelsäulenbruchstück und Flossenstachel) beschrieben wurden, werden von ihm selber den *Acanthias* zugetheilt, und ich muss ihm durchaus Recht geben, dass dieselben grösstentheils nicht *Spinax* angehören, ob aber zu *Acanthias*, das ist eine andere Frage, welche ich im nächstfolgenden Capitel behandeln werde.

Meine eigenen Untersuchungen haben fossile Ueberreste dieser Thiere noch nicht in ganz unzweifelhafter Weise ergeben, allein die Merkmale eines Wirbelbruchstückes (Fig. 7), welches ich der Güte des Herrn Pfarrer Probst verdanke, und welches der Molasse von Baltringen entstammt, bewegen mich dasselbe *Spinax* zuzuschreiben. Freilich geschieht das in Ermangelung eines Besseren. Es ist durchaus erklärlich, dass, abgesehen von Placoidschuppen, nur die centralen Doppelkegel der Wirbel, beziehungsweise die Oberflächenverkalkungen sich erhielten, da das weiche prochondrale Gewebe jedenfalls bald der Zerstörung unterliegen musste. Bei der Zartheit des Doppelkegels ist es dann auch nicht wunderbar, dass nur unter besonders günstigen Umständen eine Fossilisation stattfand. Das mir vorliegende Stück (Fig. 7) ist ein halber Wirbel. Die Wirbelhöhlung erscheint kreisrund und findet sich keine Spur einer lamellosen Schichtung. Dieselbe besitzt einen scharfen Rand. Die centrale Oeffnung stellt, wie man am Doppelkegel des lebenden *Spinax* leicht beobachten kann, eine ungemein weite Oeffnung dar. Der erhaltene Doppelkegel ist dünn und sehr bröcklich, nicht länger als hoch, was ebenfalls bei *Spinax* der Fall ist. An dem Rande (Fig. 7) zeigen sich die Ansätze der vier dünnen Oberflächenverkalkungen zwischen den Bogen, die beiden seitlichen, dann die dorsale und die ventrale. In der Uebersicht der fossilen Fauna der Molasse Würtemberg's²⁾ führt Probst keinen *Spinax* auf, dagegen zwei *Acanthias*. Es wäre nun wohl bei einer Revision der Zähne die Frage aufzuwerfen, ob nicht der eine oder andere *Acanthias* von Probst als *Spinax* zu deuten ist.

1) l. c.

2) l. c.

Fünftes Capitel.

Taf. X, XI und XII.

A c a n t h i a s.

Centroscyllium.

Von den von mir zur Familie Acanthias vereinigten Thieren, welche ich von den Spinaces herleite, deren lebender Vertreter *Spinax niger* ist, schliesst sich meiner Ansicht nach zunächst *Centroscyllium Fabricii* als älteste Form an die Spinaces an. Ich verdanke die Untersuchung dieses Thieres meinem Freunde Hubrecht in Leiden. Dann folgt *Centrina Salviani*, welche mir durch die Freundlichkeit des Herrn Dr. Gräffe in Triest zur Verfügung gestellt wurde, darauf *Centrophorus* und schliesslich *Acanthias*. Es spricht dafür der Aufbau der Wirbelsäule, und es ist mir im höchsten Grade interessant gewesen zu sehen, wie auch Günther¹⁾ *Centroscyllium* unmittelbar auf *Spinax* folgen lässt, während die anderen vorausgehen. Auch äusserlich markirt sich die Stellung von *Centroscyllium* und *Centrina* als älteste Formen durch die Ausdehnung des Zwischenwirbelgewebes, die wenig scharfe Begrenzung der Wirbelkörper, wie bei *Centroscyllium*, oder die äussere Formähnlichkeit derselben mit denen von *Spinax*, wie bei *Centrina*. Für die Stellung des letzteren Thieres scheint mir auch die stumpfe, der Embryonalform genäherte Form des Kopfes zu sprechen, vor allen Dingen zeugt aber für das hohe Alter die Existenz der beiden seitlichen Hautfalten, welche ja zu einer gewissen Zeit der Entwicklung bei den Haien als Vorläufer der Extremitäten nachgewiesen sind. Warum ich nun trotzdem *Centroscyllium* als der Stammform näher stehend betrachte, das ergibt sich aus dem im grossen Ganzen weniger vorgeschrittenen Bau der Wirbelsäule.

Centroscyllium ist meines Wissens einzig und allein von Kölliker²⁾ untersucht worden. Er sagt, „dass die Schwanzwirbel in allen wesentlichen Verhältnissen mit denen von *Acanthias vulgaris* übereinstimmen und hebt nur zweierlei hervor. An einem grossen Exemplare war die *elastica externa* nur da und dort in schwachen Spuren zu erkennen, immerhin so, dass sich sehen liess, dass die Wirbelkörper einen zarten Belag von den knorpeligen Bogen besitzen, und dass die oberflächliche Verkalkung derselben diesem der Chordascheide fremden Knorpel angehört. Zweitens war die Chorda selbst nur in der Mitte der Wirbel, nach innen von einem auch hier befindlichen Knorpel erhalten, fehlte dagegen in den Aushöhlungen der Doppelkegel fast ganz und war hier durch Flüssigkeit vertreten. Eine Einschnürung der Chorda genau in der Mitte des Wirbelkörpers fand sich auch hier, doch ging dieselbe nicht bis zur gänzlichen Verdrängung der Chordazellen.“

1) l. c.

2) l. c.

Das äussere Aussehen der Wirbelsäule von *Centroscyllum*, von welcher ich nur die Schwanzwirbel zu untersuchen vermochte, erinnert in vielen Beziehungen an das Aussehen der Schwanzwirbel von *Heptanchus* und bekundet das hohe Alter des Thieres (Fig. 1), welches sich auch darin in ausgesprochener Weise zeigt, dass am Schwanze Diplospondylie in grösserer Ausdehnung vorhanden ist, als bei vielen anderen Plagiostomen. Das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 1 *in*) erscheint als eine breite, vorgequollene Fasermasse. Die Wirbelkörper erscheinen durch die Breitenentwicklung des Intervertebralgewebes von den Enden her gleichsam eingeschnürt, sie sind höher als lang, flach und nur in der Mitte ein klein wenig vorgewölbt. Es hängt das mit der Entwicklung der Bogen (Fig. 3 *b*) rings um die *elastica externa* der Wirbelkörper zusammen, welche in der ganzen Ausdehnung der Körper vor sich geht. Der Rand des centralen Wirbelkörpers ist, wie bei *Spinax*, in der Wirbelhöhlung (Fig. 2) kaum ausgeprägt. Die Wirbelhöhlung erscheint übrigens ebenfalls, wie bei *Spinax*, kreisrund, mit scheinbar schmaler, abgeplatteter Randfläche (Fig. 2). Von lamellöser Schichtung ist in derselben keine Spur zu entdecken. Die Vertiefung ist der Länge des Wirbelkörpers entsprechend eine mässige. Die centrale Durchbohrung der Chorda hat einen geringeren Durchmesser, wie bei *Spinax*. Die Rückenmarksbogen (Fig. 1 *n*) sind dreiseitige, unregelmässig gebogene Knorpel, und erst jeder zweite ist an seiner Basis und etwas excentrisch von den ventralen Nervenstämmen durchbohrt, während die dorsalen in entsprechender Weise die Mitte der grossen, ebenfalls dreiseitigen Schaltstücke (Fig. 1 *m*) durchbrechen. Schlussstücke fehlen, dagegen ist in einer keilförmig gestalteten Furche in der dorsalen Mittellinie der oberen Bogenanlage ein elastisches Längsband vorhanden. Die Haemaphysen sind plumpe, im Ganzen genommen vierseitige, an den Enden abgerundete und in der Mitte nach hinten abgebogene Platten (Fig. 1 *h*), zwischen denen an der Basis (Fig. 1 *m'*) kleine, halbrunde *intercalaria* eingeschaltet sind. Wie erwähnt greifen die Bogen rings um den Wirbelkörper (Fig. 3 *b*) und zeigen körnige Krümelverkalkungen. Von Plättchen vermochte ich Nichts zu entdecken. Die Verkalkungen greifen gerade wie bei *Spinax*, was ebenfalls von stammesgeschichtlicher Wichtigkeit ist, nur ein kleines Stück auf die Bogenbasen über.

Wegen der Kostbarkeit des Materiales habe ich mich auf Querschnitte durch einen Wirbelkörper beschränken müssen. Wenn es nun auch äusserst wünschenswerth wäre, genau das Zwischenwirbelgewebe, namentlich auf dem Längsschnitt zu untersuchen, so giebt doch der Querschnitt ein hinreichend klares Bild des Aufbaues.

Die Chorda (Fig. 3) war nur in Resten erhalten, jedoch zeigte sich auch hier ein *funiculus chordae* in derselben Zusammensetzung, wie bei *Spinax niger*. Das protoplasmatische Lager an der Oberfläche (*Chordaepithel*) sehe ich nicht in Zellen zerklüftet. Die *elastica interna* ist ausserordentlich zart.

Die Innenzone (Fig. 3 *i*) ist dem Centrum des Wirbels entsprechend am stärksten entwickelt, peripher dagegen schwächer, immerhin sind aber die Dickenunterschiede weniger erheblich als bei *Spinax*, und somit wird die vertebrale Einschnürung der Chorda bei *Centroscyllum* weniger durch eine nachträgliche Wucherung der Innenzone, als durch die primäre Entwicklung der Aussenzone bedingt. In Folge dessen tritt der amphicoele Charakter der Wirbelkörper hier reiner zu Tage, als bei *Spinax*, und es lässt sich demnach auch erwarten, dass die geweblichen Umwandlungen der Innenzone sich nur in engen Grenzen bewegen. So ist es in der That. Die niedere Stellung von *Centroscyllum* zeigt sich vor Allem darin, dass die bei den meisten übrigen Plagiostomen nur eine kurze Weile, während des embryonalen Lebens bestehende, zellenlose Schicht der Innenzone, welche früher zu Verwechslungen mit der *elastica interna* Anlass gab, bei diesem Thiere in einer bedeutenden Ausdehnung

und Stärke bestehen bleibt. Es ist eine prochondrale, sich stark färbende Grundsubstanz mit deutlicher, fibrillärer Streifung. Dieselbe Erscheinung bietet auch die Grundsubstanz im übrigen Theile der Innenzone dar, mit Ausnahme im Centrum des Wirbelkörpers, wo sie anscheinend homogen wird, ein Zeichen, dass hier das Gewebe in der Fortbildung voranschreitet. Immer aber bleibt derselbe Vorknorpel und dient nur an der Oberfläche, im Anschluss an den centralen Doppelkegel, durch Verkalkung zur Verstärkung desselben.

Die zu dem centralen Doppelkegel (Fig. 3 *d*) sich umwandelnde Mittelzone ist, wie bei Spinax, sehr dünn, im Centrum des Wirbelkörpers am stärksten, gegen die Peripherie dagegen allmählig an Dicke abnehmend. Letzteres geschieht jedoch nicht in dem hohen Grade wie bei Spinax. Auch wird sich der Doppelkegel kaum so allmählig im Zwischenwirbelgewebe verlieren, wie dort. Ist derselbe gegenüber dem Intervertebralgewebe deutlich abgesetzt, so beweist das wieder, dass Spinax die ältere, Centroseyllium die jüngere, abgeleitete Form darstellt. Der Bau desselben ist mir nicht ganz klar geworden, es ist möglich, dass die gleiche Zusammensetzung wie bei Spinax vorhanden ist.

Die Aussenzone, welche an den Seiten noch Reste der ursprünglich starken elastica externa aufweist, ist ausserordentlich stark entwickelt (Fig. 3 *a*) und bildet den Hauptbestandtheil des Wirbelkörpers, da die Lage der Bogen um den Wirbelkörper herum nur eine sehr dünne ist. Sie zeigt die den Plagiostomi cyclospondyli durchschnittlich zukommende Trennung in zwei Lagen, oder wenn man die äussere Verstärkungsschicht des centralen Doppelkegels, die der Aussenzone angehört, als besondere Lage rechnet, in drei Schichten. Wir können davon absehen und an der Zweitheilung im Allgemeinen festhalten. Die äussere ist die stärkere, die innere die schwächere (Fig. 3). Sie sind (Fig. 3 *g*) durch eine ringförmig um die Chorda verlaufende Grenzschiebt von Vorknorpelgewebe getrennt, und diese macht den Eindruck eines Faserflechtwerkes, stellt aber in der That ein Alveolenwerk lamellös ausgebreiteter, prochondraler Substanz mit abgeplatteten Maschen dar, wie ich es bereits früher, namentlich bei Scymnus, beschrieben habe. Die Dicke der Innenschicht beträgt kaum ein Sechstel der Aussenlage. Sie bestehen (Taf. II, Fig. 24) aus einem gemischten Knorpel, in welchem prochondrale und hyaline Grundsubstanzen so ziemlich zu gleichen Theilen vertreten sind. Erstere zieht wiederum in radiärer Richtung gegen die Oberfläche und bildet in der inneren Lage ein Alveolenwerk mit platten Maschen, in welchem die hyaline Grundsubstanz mit den Zellen eingebettet ist, während sie in der Aussenlage auf dem Schnitt mehr ein Faserflechtwerk darstellt, woraus hervorgeht, dass hier die hyaline Grundsubstanz zu überwiegen anfängt, und dass hier das Gewebe in seiner Umwandlung am weitesten vorgeschritten ist. In der inneren Lage sind die Zellen kleiner und rundlicher, in der äusseren dagegen grösser und mehr elliptisch. Die Zellen werden in der äusseren Schicht spindelförmig. Dabei zeigen sich Zellausläufer. Dieselben werden homogen, stark lichtbrechend, und ihnen entstammt meiner Ansicht nach das feine Fasersystem, welches hier, wie bei Scymnus, die Aussenschicht in Gestalt eines feinen, stark lichtbrechenden, weitmaschigen Netzwerkes durchzieht. An der Oberfläche der Aussenlage hört die regelmässige Anordnung der Zellen sowohl, wie der Grundsubstanz auf. Die Zellen liegen einzeln oder in Gruppen und dabei ist die Grundsubstanz gleichmässig und hyalin geworden. Die prochondrale hat sich also vollkommen in hyaline Grundsubstanz umgewandelt. Die innerste, an den centralen Doppelkegel anstossende Masse verkalkt, wie ich bereits erwähnte, und hilft den centralen Doppelkegel von aussen verstärken.

Das Gewebe der Bogenbasen erscheint anders, als das ihrer Enden, beziehungsweise als das der Intercalarknorpel. Während an der Oberfläche ausschliesslich Vorknorpel sich zeigt, erscheint in der Tiefe ein gemischter Knorpel. Um jede Zellgruppe differenzirt sich aus der prochondralen Grund-

substanz die wenig gefärbte, hyaline Intercellularmasse und stellt um jede Gruppe (Taf. II, Fig. 25) einen hellen Hof dar. während die Reste der prochondralen Grundsubstanz um dieselben ein gefärbtes, polygonales Alveolenwerk bilden. Die Zellen, ohne deutlich ausgeprägte Zellkapsel, zeigen dabei eine lappenartige, spindel- oder sternförmige Figur (gemischter Spindelzellknorpel) mit langen Ausläufern, welche zunächst die hyaline Grundsubstanz durchsetzend ein feines Fadennetz bilden. Je näher den Enden der Bogen, desto mehr überwiegt der Vorknorpel. Das genetzte Aussehen schwindet. Dennoch erscheint die Zwischenzellmasse nicht homogen gefärbt, sondern wird von einem dieselbe von aussen nach innen senkrecht gegen den Rückenmarks- oder Gefässcanal verlaufenden System unter einander paralleler, stark gefärbter Trennungsschichten durchsetzt, welche als Verdichtungen der prochondralen Substanz anzusehen sind, und welche man sich in derselben Weise entstanden zu denken hat, wie die Grenzschichten zwischen der Aussen- und Innenlage der Aussenzone der Wirbelkörper. Freilich gesellen sich zu ihnen auch Fäserchen, den Zellausläufern angehörig, allein diese sind leicht zu erkennen. Die um die Wirbelkörper sich entwickelnde Verbindungsmasse der Bogen ist eine dünne Lage von Vorknorpel und diese verkalkt.

Die Placoidschuppen, welche wohl gerade so gebaut sein werden, wie die von Centrina, da Günther sie als kleine sternförmige Ossificationen beschreibt, während J. Müller und Henle ihrer als kleiner Schüppchen mit sternförmiger Basis Erwähnung thun, habe ich nicht untersuchen können, ebenso wenig habe ich fossile Reste zu finden vermocht, was bei der leicht vergänglichen Zusammensetzung der Wirbelsäule ebenso wenig zu verwundern ist, wie es bei Spinax und den übrigen Plagiostomi cyclospodyli der Fall.

Centrina.

Wie *Centroscyllium*, so ist auch *Centrina Salviani*, von dessen Wirbelsäule J. Müller¹⁾ eine Abbildung gegeben hat, am Schwanz durch ausgeprägte Diplospodylie ausgezeichnet (Fig. 4). Der Fortschritt im Aufbau der Wirbelsäule liegt gegenüber *Centroscyllium* in der schärferen Trennung der Wirbel von dem Intervertebralgewebe (Fig. 4), in der grösseren Ausdehnung der Oberflächenverkalkung und in der Zunahme der Ausbildung des hyalinen Knorpels, welche, wie das bei der frühzeitigen Ausbildung der Bogen nicht anders zu erwarten ist, zuerst in ausgiebiger Weise in diesen sich geltend machen muss. Im Uebrigen sind die Grundzüge im Bau dieselben, wie bei *Centroscyllium*.

Das Zwischenwirbelgewebe ist weniger ausgedehnt wie bei *Centroscyllium* und lässt demnach die Grenzen der Wirbelkörper schärfer erkennen, obgleich sich der Wirbelkörper ebenso wenig an den Enden mit einem gewulsteten Rande (Ende des centralen Doppelkegels), sondern scharfrandig absetzt (Fig. 4 u. 5). Die Wirbelkörper, von welchen die eingeschobenen stets kleiner erscheinen, als die den Nervendurchtrittsstellen angehörigen, erscheinen bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 4) länger als hoch, jedoch ist der Unterschied ein sehr unerheblicher. Dabei sind sie in ihrer ganzen Ausdehnung von der Verbindung der Bogen bedeckt (Fig. 6 b), und diese zeichnet sich dann durch die gleichmässige Oberflächenverkalkung, welche auch die Bogen ergreift, aus. Es handelt sich dabei um die niedrigste Form der Verkalkung, um eine Kalkkrümeleinlagerung. Von der Bildung von Kalkplättchen ist keine Rede. Aehnlich wie bei *Centroscyllium* findet sich an der Mitte der Wirbelkörperenden eine von der Vereinigung der Bogenbasen herrührende, leichte Einschnürung. Die Wirbelkörperhöhlung (Fig. 5) zeigt sich kreisrund und scharfrandig umgrenzt. Der Mitte der Höhlung entsprechend findet

1) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles.

sich eine Andeutung einer lamellosen Ausbildung des centralen Doppelkegels, ein Zeichen, dass wir es mit einer jüngeren Form zu thun haben. Die centrale Durchbohrung ist nicht weiter wie bei *Centrosecyllium*, ein paläontologisch wichtiges Merkmal.

Die Neurapophysen sind an den eingeschobenen Wirbeln niedrig, wo sie dagegen in der Mitte ihrer Basis von den ventralen Nervenstämmen durchbrochen werden, hoch, im grossen Ganzen dreiseitig, aber mit abgestumpfter oberer Spitze und gebogenen Rändern. Dem entsprechend ist auch die Gestalt der intercalaria (Fig. 4 *m*) verändert. Auch diese sind alternierend in der Mitte von den dorsalen Nervenstämmen durchbohrt. In der dorsalen Mittellinie befindet sich eine Furche zur Aufnahme eines elastischen Längsbandes (Fig. 6). Die Haemapophysen (Fig. 4 *b*) sind wiederum dicht geschlossene, vierseitige Platten. Die intercalaria fehlen an den Basen, sind dafür aber (Fig. *m'*) an den Enden, welche abgerundet und eingeschnürt erscheinen, als kleine, mehr dreieckige Knorpelchen eingesprengt.

Die Chorda (Fig. 6) ist vertebral ungemein stark eingeschnürt. An der Peripherie ist kaum ein Alveolenwerk vorhanden. Das übrige Gewebe ist zu einem streifigen, fast homogenen und nur hie und da mit Kernen versehenen funiculus chordae zusammengepresst, welcher sich auch weit gegen den Zwischenwirbelraum erstreckt. Daraus folgt eine starke Entwicklung des Zwischenwirbelgewebes und eine intervertebrale Einschnürung, ähnlich der bei *Spinax*. Wahrscheinlich ist eine solche auch bei *Centrosecyllium* vorhanden. Die Einschnürung der Chorda ist übrigens keine gleichmässige, sondern es findet eine seitliche Compression statt (Fig. 6), und zwar entspricht dieselbe, und das ist interessant, den Bogenbasen. Ich glaube auf diesen Umstand um deswillen Gewicht legen zu müssen, weil sich darin die ursprüngliche, mit der Entwicklung der Bogenbasen zusammenhängende Einschnürung der Chorda zeigt. Die elastica interna ist nur in Rudimenten vorhanden und durch das Wachstum der Innenzone der Wirbelkörper durchbrochen, so dass die der Rückensaite zugekehrte Fläche der Innenzone gefaltet erscheint.

Der dem Centrum der Wirbelkörper, also der vertebralen Einschnürung der Chorda entsprechende Abschnitt der Innenzone (Fig. 6 *i*) ist stark gewuchert und bedingt das nahezu vollständige Verschwinden der Rückensaite an dieser Stelle. Die Innenzone besteht aus zwei Lagen, einer inneren, hyalinknorpeligen mit runden eingekapselten Knorpelzellen, in welcher ich weder Faser- noch prochondrale Elemente nachzuweisen vermochte, und einer äusseren, in die Innenschicht des Zwischenwirbelgewebes sich fortsetzende, prochondrale, verkalkte Lage, welche den centralen Doppelkegel verstärken hilft. Die wie bei *Spinax*, *Centrosecyllium* etc. zum centralen Doppelkegel (Fig. 6 *d*) verkalkte Mittelzone besteht aus einem gemischten Knorpel und wird durch eine eben solche, der Aussenzone angehörige Lage verstärkt.

Die auch bei *Centrina* mächtig entwickelte Aussenzone (Fig. 6 *a*), welche in dünner Lage von der Vereinigung der Bogen überzogen erscheint, und an welcher sich nur seitlich ganz unbedeutende Reste der elastica externa nachweisen lassen, zeichnet sich gegenüber derselben Schicht bei *Centrosecyllium* durch ein Ueberwiegen der hyalinknorpeligen Grundsubstanz gegenüber der prochondralen aus. Im Uebrigen sehen wir hier in derselben relativen Stärke Aussen- und Innenschicht ausgebildet und durch eine ringförmig um die Chorda gelagerte, prochondrale Gewebszone (Fig. 6 *g*) getrennt, prochondral wenigstens in soweit es die netzförmig verbundenen Lamellen, die auf Schnitten wie Fasern aussehen, betrifft. Die rundlichen, in der Innenschicht dicht gedrängten, in der Aussenlage grösseren und sparsamer stehenden Zellen sind wiederum (Fig. 6 *a*) reihenweise, radiär angeordnet. Das Merkwürdige ist wieder (Taf. III, Fig. 38), dass die hyaline Grundsubstanz nicht unmittelbar um die Zellen gelagert Inseln und Höfe um dieselben bildet, sondern dass es die allerdings sparsamer

gewordene, prochondrale Substanz ist, welche die Zellen umgebend auf dem Schnitt als eine Summe radiärer Streifen erscheint, welche die hyaline, zellenlose Grundsubstanz durchsetzen. Uebrigens geht die radiäre Anordnung nicht durch die ganze Aussenzone, sondern macht gegen die Oberfläche hin einer unregelmässigen Vertheilung der hyalinen und vorknorpeligen Massen Platz. Der hyaline Knorpel nimmt dabei gegen die Peripherie der Aussenzone zu. Das Wachsthum derselben ist gegenüber Centrosyllium ein beschränktes, und das zeigt sich meiner Ansicht nach deutlich in der Ausdehnung, welche die Bogenbasen gewinnen (Fig. 6). Dieselben wölben sich gleichsam gegen die Aussenzone vor. Diese wird, wie bei Centrosyllium, namentlich in den oberflächlichen Lagen, wenn auch sparsamer von einem wahrscheinlich von Zellausläufern gebildeten, feinen Fasernetz durchzogen. Die Bogen und die rings um den Wirbelkörper gehende Verbindungsmaße derselben sind nicht gleichmässig zusammengesetzt, und das beweist abermals, dass dieselben sowohl zu einer anderen Zeit entstanden sind, als auch, dass es sich nicht um ein einfaches Auswachsen des Bogengewebes handelt. Das Gewebe der Bogen ist Hyalinknorpel, die Vereinigung derselben jedoch vorknorpelig und namentlich dorsal, am Boden des Rückenmarkscanals (Fig. 6) befindet sich eine starke Anhäufung von Grundsubstanz, welche dem Aussehen nach zu urtheilen schichtenweise gebildet ist. Die Bogenenden und Schaltstücke sind in derselben Weise, wie bei Centrosyllium gebaut.

Die Placoidschuppen wurden von J. Müller und Henle folgendermaassen beschrieben:

„Die Basis der Schuppen ist viereckig. Auf dieser steht senkrecht eine starke, mittlere Spitze und zwei kleinere seitliche. Am Körper stehen sie dicht, am Rumpfe mit Zwischenräumen.“

Günther bezeichnet die Schuppen als stachlich. Die Beschreibung von J. Müller und Henle ist im Wesentlichen getreu, wenn ich auch die Stellung der Schuppenplatte nicht genau senkrecht, sondern etwas nach hinten hin abgebogen finde (Fig. 8). Die Stellung ist in sofern interessant, als sie sich aufs engste an die der Schuppen des Spinax anschliesst und den sicheren Schluss gestattet, dass, wenn auch Spinax niger nicht die Stammform ist, so doch ausgestorbene, diesem nahestehende Thiere die Stammeltern von Centrina gewesen sein müssen. Die Gesamtmform der Schuppenplatte (Fig. 7 u. 8) nähert sich mehr der der Notidaniden, sie ist ausgeprägt dreispitzig, mit wohl entwickelten Seitenzacken. Nur das steile Ansteigen und die vierseitige Basalplatte unterscheiden sie. Dabei fehlt selbstverständlich ein deutlich ausgeprägtes Knie.

Auch von Centrina habe ich, und zwar aus denselben Gründen wie bei dem vorigen Hai, keine fossilen Ueberreste zu finden vermocht, und sind mir solche auch anderweitig nicht bekannt geworden.

Centrophorus.

Centrophorus schliesst sich am nächsten an Centrina an. Die Wirbelsäule desselben ist ebenfalls von Kölliker¹⁾ beschrieben worden, allein die von ihm angegebenen Maasse lehren, dass er ein sehr junges Thier zu seinen Untersuchungen genommen hat. Demnach entspricht seine Beschreibung nicht den Verhältnissen bei Erwachsenen und hat somit nur einen relativen Werth, weil die besonderen Merkmale nicht deutlich hervortreten. Ich übergehe daher dieselben und hebe nur seine histiologischen Angaben hervor:

„Die centrale Ossification von der Struktur eines Knochenknorpels hatte die Gestalt eines mässig breiten, dünnen Ringes mit concaver Aussenseite oder, wenn man will, die eines weiten, wenig ein-

1) l. c.

geschnürten, hohlen Doppelkegels. Innen davon befand sich eine starke Lage hyalinen Knorpels mit concentrisch angeordneten, mehr länglichen Zellen, welche unmittelbar die Chordensubstanz mit ihrer zarten *elastica interna* umschloss. Aussen an dem knöchernen Ringe war ebenfalls eine Knorpellage, deren Zellen, soweit als sie aus der Chordascheide hervorgegangen waren, auf senkrechten Querschnitten eine entschieden radiäre Anordnung in radiärstreifiger Grundsubstanz zeigten. Mit der äusseren und inneren Knorpellage hingen die ebenfalls aus der Chordascheide hervorgegangenen *lig. intervertebralia* unmittelbar zusammen, so dass eine scharfe Grenze beider nicht existirte, obsehon die letzteren in ihrer Hauptmasse aus Bindegewebe mit Saftzellen, die Knorpelzellen mehr oder weniger ähnlich waren (Faserknorpel), bestanden.“

Ich habe Dank der gütigen Beihülfe des Herrn Dr. Graeffe in Triest sowohl Schwanz-, wie Rumpfwirbel von *Centrophorus granulosus* zu untersuchen vermocht und gefunden, dass bei dem erwachsenen Thiere die intervertebrale Einschnürung (Fig. 12) weniger stark ist, ein Zeichen des jüngeren Alters des Thieres. Die Chorda bekommt auf diese Weise das rosenkranzartige Aussehen, welches ja den jüngeren Formen unter den Plagiostomen eigen ist. Die vertebrale Einschnürung, welche wie bei *Centrina* auf dem Querschnitte (Fig. 5) nicht kreisrund, sondern oval, mit senkrecht gestellter, längerer Axe ist, führt auch hier zur Bildung eines *funiculus chordae* (Fig. 12 u. 13). Der einzige Unterschied ist nur der, und das zeigt, worauf auch die Schuppenbildung hinweist, dass *Centrophorus* nicht von *Centrosyllium* oder *Centrina*, sondern von irgend einem ihnen nahestehenden Dornhai abzuleiten ist, dass die vertebrale Einschnürung (Fig. 12) weniger vollkommen, der *funiculus chordae* (Fig. 12) dem entsprechend weniger comprimirt ist. Er erscheint streifig mit spindelförmigen *Vacuolen*, umgeben von einer dünnen Lage ächten Alveolarwerkes der Chorda (Fig. 13). Im Zwischenwirbelraum ist überhaupt kein Chordastrang vorhanden, und das hängt wieder von dem geringeren Einfluss, den das Zwischenwirbelgewebe auf die Chorda ausübt, ab. Der Grund liegt, abermals ein Zeichen, dass man es mit einem jüngeren Thiere zu thun hat, in dem frühzeitigen Auftreten der Verkalkung im Wirbelkörper und in der frühzeitigen Ausbildung und Umwandlung des Zwischenwirbelgewebes. Uebrigens beruht die vertebrale Einschnürung weniger auf dem Vordrängen der Aussenzone des Wirbelkörpers, als auf einer Wucherung der Innenzone.

Die Wirbelkörper des Rumpfes, und das ist paläontologisch wichtig (Fig. 9 u. 10), sind doppelt so lang als hoch, scharf abgegrenzt, durch schmales, faseriges Intervertebralgewebe verbunden. Die Ränder derselben sind, abermals paläontologisch wichtig, nicht vollkommen scharf, wie bei den vorhergehenden Formen, sondern besitzen (Fig. 9) eine schmale Rundung, welche dem dicken Ende des centralen Doppelkegels (Fig. 12 *d*) entspricht. Am Schwanze (Fig. 10) sind die Wirbel kürzer, auch tritt hier *Diplospondylie* auf, welche dagegen am Rumpfe fehlt. Durch die um den Wirbelkörper gehenden und verkalkten Bogen erscheinen dieselben an beiden Körperabschnitten zwischen den Rändern etwas eingesunken, flach. Die Oberflächenverkalkung zeigt keine Plättchen, sondern ist homogen. Die Wirbelhöhlung erscheint am Rumpfe kreisrund, am Schwanze etwas mehr oval, mit dem kürzesten Durchmesser senkrecht gestellt (Fig. 11). Ausserdem zeigt sich ein schmales Randfeld, einer geringen Abplattung am Ende des centralen Doppelkegels entsprechend, und im Inneren der Höhlung durch eine dunkle Linie angedeutet eine lamellöse Schichtung, beides paläontologisch wichtige Merkmale.

Die Neurapophysen sind am Rumpfe (Fig. 9 *n*) ziemlich hohe, am Schwanze niedrige (Fig. 10 *n*) aber regelmässig dreieckige, an der Oberfläche homogen verkalkte Knorpel. Letzteres ist auch mit den *intercalaria* der Fall (Fig. 9 u. 10 *m*), welche sich zwischen die Rückenmarksbogen einkeilen und über denselben als viereckige Platten dicht zusammenstossen. Schlussstücke fehlen, es findet sich dagegen

(Fig. 13) in einer Furche eingelagert ein dorsales, elastisches Längsband. Die Neurapophysen sowohl, wie die intercalaria werden excentrisch von den dorsalen und ventralen Nervenstämmen durchbohrt. Die am Rumpfe seitwärts stehenden Haemapophysen (Fig. 9 *h*) sind dreieckig und tragen eine kleine Rippe, am Schwanze sind es vierseitige, nach hinten übergebogene (Fig. 10 *h*) Platten, zwischen denen ich überall intercalaria vermisste. Das ist ebenfalls ein Zeichen späteren Auftretens in der Erdgeschichte, da die Bildung der intercalaria als das Primäre anzusehen ist.

Ueber die gewebliche Zusammensetzung des Zwischenwirbelgewebes habe ich keine Untersuchungen angestellt. Das Aussehen desselben bietet keine Abweichungen von den bei *Spinax* gefundenen Verhältnissen dar. Ob gleiche Struktur vorhanden ist, muss erst durch künftige Untersuchungen festgestellt werden, ich zweifle aber nicht daran, dass sich daraus eine Uebereinstimmung mit *Centrina* ergeben wird. Dieselbe zeigt sich auch in der Zusammensetzung des Wirbelkörpers.

Die vertebrale Wucherung der Innenzone besteht auch hier aus hyalinem Knorpel, wenn dieselbe auch die Chorda nicht so weit verdrängt (Fig. 4 *i*), wie bei *Centrina*. Peripher findet sich dann noch eine dünne Lage von verkalkendem gemischtem Knorpel, welche den centralen Doppelkegel verstärkt.

Der centrale Doppelkegel, welcher dieselbe Zusammensetzung wie bei den bisher beschriebenen Dornhaien hat, ist stärker als bei *Centrina*, an den Enden abgerundet (Fig. 11 u. 13 *d*). Wegen dieser Form erscheint der Rand am Wirbelkörperende abgerundet und in der Wirbelhöhle etwas abgeplattet. Verstärkt wird der Doppelkegel aussen durch eine dünne Lage der Innenschicht der Aussenzone, welche sich hier, wie bei *Centrina*, aus gemischtem Knorpel aufbaut, nur mit dem Unterschiede, dass die Streifen hyaliner Grundsubstanz zwischen den radiären Lagen prochondralen Gewebes auf Kosten dieses verbreitert erscheinen. Das bedingt einen über *Centrina* hinausgreifenden Fortschritt. Von der elastica externa lassen sich nur seitlich unbedeutende Reste nachweisen. Unter den Bogenbasen ist jede Spur verschwunden. Das Gewebe der Bogen und der intercalaria ist gerade so gebaut wie bei *Centrina* und in derselben Weise (Taf. I, Fig. 12) von prochondralen Massen durchsetzt. Die prochondrale Verkalkung der Bogen geht gleichmässig über die Innen- und Aussenfläche der Bogenbestandtheile. Die Verbindungsmasse der Bogen (Fig. 13 *b*) um den Wirbelkörper ist auch hier eine dünne Schicht prochondralen Gewebes, welches namentlich dorsal zwischen den Bogenbasen (Fig. 13) einen am Boden des Rückenmarkscanals ziehenden Wulst darstellt und ohne Weiteres mit den Schaltknorpeln zwischen den Bogenbasen bei *Hexanchus*, den *Holocephalen* etc. zu homologisiren ist.

So gross nun auch die Uebereinstimmung mit *Centrina*, so scheint doch das Verhalten der Placoidschuppen (Fig. 14 u. 15), namentlich bei *Centrophorus granulosis* demselben eine eigene Stellung in der Gruppe der Dornhaie anzuweisen, allein die Beobachtungen J. Müller's und Henle's an *Centrophorus squamosus*, und namentlich die von Günther an den bislang bekannten Arten zeigen, dass von *Centrophorus calceus* bis zum *granulosus* alle Uebergänge von den bei den übrigen Dornhaien und namentlich bei *Centrina* vorkommenden dreispitzigen Formen, bis zu den vierseitigen Platten des *granulosus* vorhanden sind, dass letztere somit nur eine eigenartig entwickelte Form sind. Sie sind als aus der einfachen Platte mit rückwärts gewandter Spitze durch seitliche, flügelartige Verbreiterungen, welche nicht als Nebenzacken abgeschnürt sind, hervorgegangen zu denken, also aus Formen, welche ihre Vertretung bei älteren *Cyclospodyli* haben, und die auf gleiche Stufe mit *Spinax* zu stellen, nur älter sind. Die Schuppenplatte ist niedrig und sitzt der vierseitigen Basalplatte wie ein

Manschettenknopf auf, und über die Höhe verlaufen ziemlich gleich entwickelte Riffe. Das Knie ist in derselben Weise ausgewachsen wie die seitlichen flügel förmigen Verbreiterungen (Fig. 15).

Gehe ich nun zu dem fossilen Vorkommen des *Centrophorus* über, so möchte ich zunächst nicht verfehlen die Aufmerksamkeit auf das Stück der Wirbelsäule zu lenken, welches Agassiz¹⁾ aus der Kreide abbildet und als *Spinax major* bezeichnet. Die Form der Wirbel, das Verhalten der deutlich erhaltenen Oberflächenverkalkungen spricht, soweit sich ein Urtheil nach der Abbildung fällen lässt, mehr für *Centrophorus* als für *Acanthias*. Eine Revision der schönen Platte würde darüber leicht Aufschluss geben, namentlich wenn zugleich die mikroskopische Untersuchung ins Werk gesetzt würde. Jedenfalls möchte ich auch bei dieser Gelegenheit einen Irrthum berichtigen, der, wie es scheint, seit Agassiz von den Paläontologen aufrecht erhalten wird, wenigstens ergibt sich das aus den Angaben und Abbildungen von Quenstedt²⁾. Die isolirten Wirbel, welche Agassiz³⁾ und Quenstedt⁴⁾ *Spinax* zuschreiben, sind überhaupt keine Haiwirbel, sondern gehören Ganoiden, theilweise, wie ich seiner Zeit nachweisen werde, einem der *Amia* nahestehenden Thiere an.

In neuester Zeit glückte es mir in einer dem Berliner Museum angehörenden Sammlung von Wirbeln aus der oberen Kreide von Maestricht, welche mir durch meine Herrn Collegen Beyrich und Dames gütigst zur Untersuchung geschickt wurde, dem *Centrophorus* angehörige Wirbel und Wirbelbruchstücke (Fig. 16 u. 17) nachzuweisen, welche zuerst von mir als *Spinax* zugehörig betrachtet worden. Die Wirbel sind, wie sich aus dem runden Querschnitt ergibt, Rumpfwirbel. Ihre Länge übertrifft die Höhe nahezu um das Doppelte. Der amphicoele, centrale, dünne Doppelkegel, welcher im Wesentlichen allein übrig geblieben ist, besitzt eine ziemlich weite, centrale Durchbohrung, jedoch nicht so weit, wie bei *Spinax*. Die Ränder an den Wirbelenden sind leicht abgerundet (Fig. 16), und es zeigen sich in ihnen Reste der Ansätze der Oberflächenverkalkungen. Die Wirbelhöhlung ist nicht vollkommen kreisrund, sondern dorsal ein wenig abgeplattet. Der Rand ist ein wenig abgeplattet, und es erscheint in der Mitte der Wirbelhöhlung eine Andeutung eines Streifens, welcher ja auch *Centrophorus* eigenthümlich ist und auf lamellöse Schichtung des amphicoelen Doppelkegels hinweist (Fig. 17). Dies ist aber auch das einzige von mir gefundene, sichere Beispiel des Vorkommens von *Centrophorus*.

Acanthias.

Als jüngster Vertreter der Familie *Acanthias* bleibt nun der gewöhnliche Dornhai übrig, von welchem ich namentlich eine Anzahl verschiedener Altersstufen untersucht habe. J. Müller hat bereits eine ziemlich zutreffende Abbildung der makroskopischen Verhältnisse der Wirbelsäule des *Acanthias* gegeben, während Kölliker und in jüngster Zeit Götte⁵⁾ sich mit dem geweblichen Aufbau, und letzterer auch besonders mit der Entwicklungsgeschichte, namentlich in den späteren Stadien beschäftigte. Balfour⁶⁾ fasste wesentlich nur die jüngsten Entwicklungsstufen ins Auge, welche bereits im allgemeinen Theile Gegenstand der Erörterung waren. Dabei möchte ich von vorne

1) l. c. Vol. 3, Taf. 40 a, Fig. 6.

2) Handbuch der Petrefaktenkunde, Tübingen 1867.

3) Taf. 40 a, Fig. 7 u. 8.

4) Taf. 24, Fig. 2.

5) l. c.

6) l. c.

herein auf eine für die Paläontologen ausserordentlich wichtige Abbildung von J. Müller¹⁾ aufmerksam machen, worin derselbe einen von allem Knorpel befreiten, centralen Doppelkegel dargestellt hat, welcher in zweifelhaften Fällen sehr wohl einer Bestimmung zu Grunde gelegt werden kann.

Kölliker beschreibt den Wirbelbau bei *Acanthias* folgendermaassen:

„Die Betheiligung der äusseren skeletbildenden Schicht an der Bildung der Wirbelkörper ist eine bedeutendere, wie bei *Centrophorus*, obgleich immer noch die Hauptmasse derselben aus der eigentlichen Chordascheide hervorgeht. Die knöchernen Doppelkegel sind viel besser ausgebildet, als bei *Centrophorus*, zeigen die charakteristische Sanduhrform und bestehen innen aus Faserknochen, aussen aus Knorpelknochen. Nach innen von ihnen liegt eine dünne Lage hyalinen Knorpels, worauf dann eine schöne elastica interna mit kleinen, spaltenförmigen Lücken und die eigentliche Chordensubstanz folgt. Nach aussen von den Doppelkegeln findet sich eine mächtige Knorpelschicht, von der, wie die rings herum deutlichen Reste der elastica externa beweisen, die Chordascheide ihren Ursprung verdankt und in derselben Weise wie bei *Centrophorus* durch Färbung und Stellung der Knorpelkapseln von dem äusseren angrenzenden Knorpel sich unterscheidet. Dieser bekleidet an allen Wirbeln auch seitlich mit einer dünnen Lage die aus der Chorda entstandenen Theile und zeigt noch ausserdem sowohl seitlich, als oben und unten gegen den Gefäss- und Rückenmarkscanal zu eine dünne, oberflächliche Verknöcherung von gewöhnlichem Knorpelknochen, die an den Schwanzwirbeln auch wenigstens mit den Rändern der Basen des inneren Doppelkegels sich vereinen, so dass, anders ausgedrückt, jeder Wirbel hier aus vier äusseren Knochenplatten und einem inneren Doppelkegel besteht, die an den Enden verschmolzen sind und in dem freien Zwischenraume Knorpel zwischen sich enthalten.“

„Götte findet die drei Zonen der embryonalen Wirbelkörper auch an den Wirbeln erwachsener Dornhaie wieder. Die Doppelkegelformen der knöchernen Mittelzone ist viel stärker ausgeprägt und ihre Ränder sind über die Grenzen der knorpeligen Aussenzone hinaus gewachsen, welche letztere in Folge stärkerer Ausschweifung des Knochens entsprechend dicker geworden ist. An diesem Knochen lassen sich nun leicht zwei Schichten unterscheiden. Die innere und dünnere zeigt die zellenhaltigen und mit Ausläufern versehenen Knochenkörperchen, welche Götte im Vorhergehenden mit Saftbahnen in Verbindung bringt, repräsentirt also die embryonale Knochenanlage, welche wesentlich an den Rändern und auf Kosten des embryonalen Intervertebralgewebes wuchs, in der dickeren äusseren Knochen-schicht umschliesst aber die verkalkte Grundmasse grössere, runde Knorpelzellen, so dass dieser Theil unzweifelhaft durch Verkalkung des angrenzenden Knorpels entstand. Die Innenzone bildet nur in der Mitte des vertebralen Abschnittes einen hyalinknorpeligen Ring, welcher mit stark convexer Fläche gegen die Wirbelsaite vorspringt und sie zu einem festen Strang zusammenschnürt. Die vorderen und hinteren Randtheile derselben Zone sind zu einer dünnen, bindegewebigen Auskleidung des knöchernen Kegels geworden. Der Intervertebralingewebes erscheint relativ verschmälert, aber nach innen gegen die Wirbelsaite verdickt, so dass derselbe dort durchaus nicht so zugenommen hat, als es die weiten Oeffnungen der gegen einander gerichteten Knochenkegel erwarten lassen konnten. Das Gewebe des Intervertebralingewebes ist aussen, wo er die einander zugekehrten Knochenränder verbindet, straff sehnartig, weiter nach innen ist es, wie auch im Centrum, sogar ohne deutliche Textur, wie in Auflösung begriffen, während es lateralwärts bindegewebig wird und an der Innenfläche der Knochenkegel in die gleich gebildeten Randtheile der Innenzone übergeht.“

1) Agassiz, Vol. 3, Taf. 40 b, 2 a.

Der Längsschnitt durch zwei Wirbel eines Dornhaies, welchen Götte gegeben hat, ergänzt in der vorzüglichsten Weise die von mir gegebenen Abbildungen und zeigt, dass *Acanthias* näheren Anschluss an *Spinax* hat, als die vorhergehenden Dornhaie, aber sich dadurch als jüngste Form über diese erhebt, dass die primäre Einschnürung der Chorda von Seiten der wuchernden Aussenzone beträchtlicher ist, als bei ihnen, und dass somit der Antheil, den die Innenzone an der Einschnürung nimmt, ein geringerer ist.

Die Chorda ist von einem nur leicht streifigen, homogenen *funiculus chordae* (Fig. 18 u. 19 *fc*) durchsetzt, ein Zeichen, dass sowohl das Wirbelkörper-, als das Zwischenwirbelgewebe die Chorda in erheblichem Maasse comprimirt. Das ergibt sich einmal aus der allgemeinen Entwicklungsgeschichte und dann aus der Betrachtung von Längsschnitten sowohl embryonaler, wie erwachsener Wirbel, bei denen eine intervertebrale Einschnürung eben so wenig fehlt, wie eine vertebrale, so dass die Rücken- saite weniger in kugelige als in cylindrische Abschnitte abgetheilt erscheint, ähnlich wie bei *Spinax*, *Laemargus rostratus* und *Scymnus*. Im Uebrigen ist die Chorda ein schönes, polygonales, radiär gestelltes Alveolenwerk mit ausgeprägtem Oberflächenepithel und einer *elastica interna*.

Das Zwischenwirbelgewebe ist zwischen den Rändern der Wirbelkörper schmal (Fig. 22 u. 24), breitet sich aber in die Tiefe, wie bei den ältesten Dornhaien, bis zur Mitte der Wirbelkörperhöhlung aus. Die faserige Natur desselben ergibt sich bereits bei der Betrachtung mit blossem Auge (Fig. 18 *iv*).

Die Wirbelkörper selbst sind lang, ganz besonders am Rumpfe (Fig. 22) zeigen sich aber bei seitlicher Betrachtung nicht wie bei den übrigen rechtwinklig, sondern sanduhrförmig (Fig. 22 u. 24). Das ist paläontologisch von Wichtigkeit, und es entspricht diese Einschnürung dem Vorragen der Aussenzone gegen die Chorda, beziehungsweise der Erhebung der Wirbelkörperränder, der Enden des centralen Doppelkegels, wie das bereits Götte hervorgehoben hat. Die Bogen scheinen dem entsprechend aufzusitzen, allein das ist nicht der Fall, sie sind in dünner Schicht um den Wirbelkörper verbunden. Die Oberflächenverkalkung ist homogene Krümelverkalkung (Fig. 20 u. 21). Die Wirbelkörperränder sind gewulstet, ähnlich wie bei *Centrophorus*, und an dem Rande der Wirbelhöhlung, welche zum Unterschiede von den übrigen Dornhaien nicht kreisrund, sondern mehr oval oder rechteckig (Fig. 23), namentlich am Rumpfe mit grösserem queren Durchmesser erscheint, findet sich, in Folge der grösseren Dicke des Endes des centralen Doppelkegels, eine etwas breitere Randfläche (Fig. 23). Die Wand der Wirbelhöhlung, welche der Länge des Wirbelkörpers entsprechend einen langen Hohlkegel darstellt, zeigt in einer dunklen, kreisförmigen Linie (Fig. 23) die lamellöse Schichtung des centralen Doppelkegels an. Alle diese Merkmale sind für die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich wichtig. Am Schwanze (Fig. 24) ist *Diplospondylie* vorhanden, welche am Rumpfe fehlt.

Die Rückenmarksbogen sind hoch, dreieckig (Fig. 22 *n*), am Schwanze (Fig. 24 *n*) mit abgestutzter Spitze. Sie schliessen an diesem Körperabschnitt vollständig den Rückenmarkscanal, sind ausserdem in der Mitte eingeschnürt, und dem entsprechend ist die dreiseitige Form der *intercalaria* (Fig. 22 *in*) verändert (Fig. 24 *in*). Ein elastisches oberes Längsband ist am Schwanze gering entwickelt, während es am Rumpfe von nicht unbeträchtlicher Stärke ist. Die Schlussstücke fehlen. Zwischen den *Haemapophysen* (Fig. 22 u. 24 *h*) fehlen sowohl am Rumpfe, wie am Schwanze die *intercalaria*. An dem Rumpfe (Fig. 21 *ph*) sind dieselben mit *processus haemales* versehen, ragen seitwärts, sind vierseitig (Fig. 22 *h*) und tragen kurze Rippen, am Schwanze sind es vierseitige, nach hinten abgeknickte Platten (Fig. 24 *h*), zwischen denen vollkommen regelmässig Gefässe durchtreten.

Bei der histiologischen Untersuchung besonders der erwachsenen Wirbel habe ich mich wesentlich auf die Struktur des Wirbelkörpers beschränkt. Die allgemeinen Entwicklungsverhältnisse der Gewebe habe ich ja hinlänglich in der Einleitung auseinander gesetzt, wenn auch bei *Acanthias* noch manche Punkte der näheren Aufklärung harren.

Die Innenzone (Fig. 18, 19, 20, 21 *i*), welche im Centrum des Wirbels eine mässige Vorwölbung zeigt und der Mitte der Wirbelhöhlung entsprechend (Fig. 18 *i*) nur in dünner Lage den centralen Doppelkegel der Mittelzone bekleidet und hier continuirlich in das Zwischenwirbelgewebe übergeht (Fig. 18), besteht im Centrum aus hyalinem Knorpel, während dieselbe an dem centralen Doppelkegel eine prochondrale Schicht mit stern- und spindelförmigen Zellen bildet, die verkalkend zur Verstärkung desselben dient.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 18, 19, 20, 21 *d*), die verkalkte Mittelzone ist Vorknorpel in der Zusammensetzung, wie ihn Götte beschreibt. Derselbe hat eine so deutlich ausgeprägte Doppelkegelform, wie bei keinem der übrigen Dornhaie. Dabei ist die centrale Oeffnung enge, wie bei den anderen Plagiostomen. Aussen wird dieselbe in dünner Lage von einem verkalkten, gemischten Knorpel der Aussenzone, gerade wie bei den übrigen Dornhaien, verstärkt.

In der Aussenzone (Fig. 18, 19, 20, 21 *a*), welche durch Reste der *elastica externa* (Fig. 18 *ee*), die sogar noch unter den Bogenbasen nachweisbar sind, deutlich abgegrenzt ist, sind die zwei Schichten der älteren Dornhaie nicht mehr nachweisbar, und das erscheint mir als weiterer Fortschritt in der Entwicklung, da sich in diesem Falle die ganze embryonale Vorknorpelmasse der Aussenzone zu einem hyalinen Knorpel umgewandelt hat, während sie bei den anderen auf der niedrigeren Stufe des gemischten Knorpels stehen blieb. Die Zellen bleiben dabei aber wie bei den anderen Dornhaien wesentlich in radiärer Richtung angeordnet. Das Gewebe der Bogen ist ebenfalls Hyalinknorpel. Die Oberfläche zeigt prochondrale Verkalkung und auch die Verbindungsmasse der Bogen um den Wirbelkörper, welche verkalkt, ist vorknorpelig. In der hyalinen Grundsubstanz finden sich keine Faser- oder Lamelleneinschlüsse.

Die Placoidschuppen werden von J. Müller und Henle folgendermaassen beschrieben:

„Die Schuppen sind nach hinten zugespitzte Blättchen. Die Spitze setzt sich über die Mitte der Schuppe als Firste fort, und diese springt sogar nach vorne vor, wie bei einem Kartenpique, was besonders bei Jungen deutlich ist, wo die Schuppen noch zerstreuter stehen.“

Die Schuppen, welche durch ihre dreispitzige Form bekunden, dass *Acanthias* die jüngste Form unter den Dornhaien darstellt, erheben sich aus viereckiger Basis (Fig. 25, 26). Die Schuppenplatte ist, wie die vorhin erwähnten Autoren richtig beschreiben, nach hinten horizontal abgebogen, dreispitzig, mit starker medianer Firste. Dieselbe ragt nach vorne (Fig. 26) in der Gegend des Knies stark über, und so erscheinen die Nebenzacken an ihrer vorderen Basis wie durch tiefe Einschnitte abgetrennt (Fig. 26).

Bereits Agassiz¹⁾ beschreibt aus der Kreide von Lewes unter dem Namen *Spinax major* ein Stückchen Wirbelsäule, mit Flossenstachel, welches er selber als dem *Acanthias* nahestehend bezeichnet. Ich habe in der Abbildung keinen Grund finden können daran zu zweifeln, dass es sich nicht wirklich um einen fossilen *Acanthias* handelt.

Ich selbst kann diesen Fund nur um einen, der Sammlung Probst entnommenen, aus der

1) l. c.

Molasse von Baltringen vermehren (Fig. 27, 28), und dieser trägt die Eigenthümlichkeiten, welche den centralen Doppelkegel des Acanthias, der allein erhalten sein kann, auszeichnen.

Die Wirbelhöhlung zeigt deutlich (Fig. 27) eine mehr vierseitige oder ovale Form und besitzt eine schmale Randfläche, sowie die Andeutung einer Schichtung. Der längste Durchmesser steht quer, und die centrale Durchbohrung ist mässig weit. Der Wirbel ist ausgeprägt doppelkegelförmig, mit leicht gegen die Wirbelhöhlung abgobogenem Rande. Selbstverständlich habe ich bei der Seltenheit und Kostbarkeit des Exemplares die mikroskopische Analyse unterlassen, um so mehr weil die äusseren Merkmale klar und deutlich für Acanthias sprechen. Die Grösse des Thieres muss der unserer jetzt lebenden Dornhaie entsprechen haben.

DAS
NATÜRLICHE SYSTEM DER ELASMOBRANCHIER

AUF GRUNDLAGE
DES BAUES UND DER ENTWICKLUNG IHRER WIRBELSÄULE.

EINE MORPHOLOGISCHE UND PALÄONTOLOGISCHE STUDIE

VON

C. HASSE

O. Ö. PROF. DER MENSCHLICHEN UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT Breslau.

UNTER MITWIRKUNG

DER HERREN ASSISTENTEN PROSECTOR DR. G. BORN, DR. H. STRASSER UND DR. PH. STÖHR.

BESONDERER THEIL.

II. LIEFERUNG

MIT XI TAFELN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1882.

Vierter Abschnitt.

Plagiostomi tectospondyli.

Erstes Capitel.

Taf. XIII.

P r i s t i o p h o r u s .

Keiner von den jetzt lebenden Haien giebt bezüglich der stammesgeschichtlichen Verhältnisse einer ganzen grossen Gruppe so klare Aufschlüsse, wie gerade *Pristiophorus*, von denen ich sowohl *cirratus*, wie *japonicus* untersucht habe. Ich weiss meinem Freunde Dr. Hubrecht in Leiden nicht genug zu danken, dass er mich in den Stand setzte, meine Untersuchungen gerade auf diese seltenen Thiere auszudehnen.

Mit *Pristiophorus* hebt eine Gruppe an, in welcher kein einziger Vertreter der scharf gegliederten Wirbelkörper und Intervertebralsubstanzen ermangelt, wenn auch sekundär, wie an den vordersten Wirbeln, die Sonderung aufhören und eine Verschmelzung stattfinden kann.

Das gemeinsame Merkmal Aller besteht darin, dass sich concentrisch um den centralen Doppelkegel, also auch ringförmig um die Chorda Verkalkungsschichten ablagern, welche, der Aussenzone angehörig, den Wirbelkörper solide machen.

Diese Schichten stellen eine Verstärkung des ebenfalls der Aussenzone angehörigen Belags des centralen Doppelkegels dar, welcher zuerst bei *Heptanchus* erscheint und dann auch, wie wir gesehen haben, den *Plagiostomi cyclospondyli* mit gegliederter Wirbelsäule zukommt. Geweblich ist die Gruppe durch das Zurücktreten des Hyalinknorpels, durch das Vorwiegen des gemischten und des Bindegewebsknorpels und dessen Verkalkungen ausgezeichnet und bekundet dadurch die Abstammung von Formen, in welchen, wie bei den *Notidaniden*, diese Gewebe überwiegen. Dabei müssen aber, weil die Verkalkung eine grosse Ausdehnung gewonnen hat, eine bedeutende Menge ausgestorbener Zwischenformen existirt haben und zwar nach den Grauhaien hin, denn eine Ableitung von den *Plagiostomi cyclospondyli* ist um deswillen undenkbar, weil bei den *Tectospondyli* primär niemals eine Vereinigung der Bogen um den Wirbelkörper vorhanden ist.

Da die Ausdehnung der Verkalkung einen Maassstab für das grössere oder geringere Alter des Thieres abgiebt, so gehört *Pristiophorus* zu den ältesten und gewinnt somit ein ganz ungemeines Interesse, so dass eine Untersuchung sämmtlicher Organe eine der lohnendsten Aufgaben der vergleichenden Anatomie der *Plagiostomen* wäre. Leider habe ich nur Wirbel aus der Basis des Schwanzes untersuchen können, allein ich glaube nach meinen sonstigen Erfahrungen, dass ein wesentlicher Unterschied im Baue der Rumpfwirbel nicht existiren wird. Hoch interessant sind die Schwankungen im Bau der verschiedenen Arten, und es wäre wohl wichtig an der Hand eines grossen Materiales, wie es etwa das British Museum bietet, dieselben weiter zu verfolgen. Die Paläontologie wird daraus un-

zweifelhaft den grössten Nutzen ziehen. Da mir *Pristiophorus cirratus* in einem wohlerhaltenen Spiritus-exemplare vorlag, während die Wirbel von *japonicus* im trockenen Zustande zur Untersuchung kamen, so lege ich namentlich auch bezüglich der geweblichen Zusammensetzung ersteren der Schilderung zu Grunde.

Während bei *Pristiophorus cirratus* Länge und Höhe der Wirbel sich gleich sind (Fig. 1), erscheinen sie bei *japonicus* um ein Viertel länger als hoch. Das Zwischenwirbelgewebe ist ausserordentlich schmal (Fig. 1 u. 3 *w*), die Ränder der Wirbelkörper sind kaum gewulstet und abgerundet, eher scharf. Es erscheint keine mittlere Einschnürung der Wirbelseitenflächen. Dieselben sind eben. Der Wirbelkörper (Fig. 1) scheint sowohl an trockenen, wie an feucht aufbewahrten Wirbeln durch, ein Beweis für die geringe Ausdehnung der Verkalkung an der Oberfläche. Es hat den Anschein, als ob die Bogen in voller Ausdehnung um den Wirbelkörper griffen (Fig. 4) und somit einen wesentlichen Bestandtheil desselben bildeten. Bei einem genaueren Zusehen erkennt man aber bereits makroskopisch die Grenzen der Bogenbasen, und das mikroskopische Bild lehrt, und das ist stammesgeschichtlich wichtig, dass bei aller sonstigen Aehnlichkeit der Wirbelkörper mit denen der Cyclospodyli die Bogen den Körpern vollkommen getrennt aufsitzen, ein Merkmal, welches, wenn es auch nicht ausschliesslich den Plagiostomi tectospondyli eigenthümlich ist, doch im Zusammenhalt mit alsbald zu erwähnenden Gründen eine Vereinigung mit den Cyclospodyli nicht gestattet, sondern dazu nöthigt *Pristiophorus* mit den Rochen, beziehungsweise den Rochen ähnlichen Haien zusammen zu bringen. Da nun die Wirbelsäule dieser Thiere gegenüber den übrigen am wenigsten differenzirt erscheint, so ist die Stellung der *Pristiophori* als eine der ältesten unter den Tectospondyli damit gerechtfertigt. Für die Selbständigkeit der Bogenbasen spricht auch die Thatsache, welche ich an den getrockneten Wirbeln des *Pristiophorus japonicus* erhärten konnte, dass sich die Bogen leicht an der bei *cirratus* angedeuteten, dunklen Grenzlinie (Fig. 1) lösten. Auch bei *Pristiophorus* zeigt sich Diplospodylie (Fig. 1). Die Wirbelhöhlung (Fig. 2) zeigt eine kreisrunde Oeffnung, ohne Spur von lamellöser Schichtung und mit mässig weiter, centraler Durchbohrung. Die Randfläche der Wirbelhöhlung (Fig. 2) ist ausserordentlich schmal, ein Zeichen der Zartheit des centralen Doppelkegels.

Die Neurapophysen sind durchaus nicht regelmässig gestaltet (Fig. 1 *n*) und auch das spricht für das hohe Alter des Thieres, da wir diese Erscheinung nur bei den ältesten Elasmobranchiern, den Holocephalen, beobachten. Gewöhnlich sind dieselben niedrige, dreieckige, aber mit buchtigen Rändern begrenzte Stücke, dehnen sich jedoch zuweilen (Fig. 1 rechts) als unregelmässige, im grossen Ganzen genommen vierseitige Platten bis zur dorsalen Mittellinie aus. Während in dem ersteren Falle die intercalaria (Fig. 1 *m*) grosse, bis an die dorsale Wand des Rückenmarkskanals reichende und am Ende gerade abschneidende Knorpel darstellen, sind sie im letzteren kurz, dreieckig und gegen den Rückenmarkskanal eingeschoben. Eigentliche Schlussstücke fehlen, ebenso vermisste ich das obere elastische Längsband. Die intercalaria enden mit einer scharfen Leiste (Fig. 2) und die Bindegewebsmassen zwischen ihnen (Fig. 1) haben eine bedeutende Ausdehnung. Die ventralen Nervenstämme durchbohren die Mitte der Basen der Neurapophysen, während die dorsalen bald die Mitte, bald die Peripherie der intercalaria durchbrechen.

An den Haemapophysen (Fig. 1 *h*) vermisste ich jede Spur von intercalaria. Sie sind gleich unterhalb ihrer Basis halsartig ausgeschnitten und bilden mit einander runde, regelmässige, mit Bindegewebe gefüllte Lücken. An ihrem Ende verbreitern sie sich zu vierseitigen Platten, welche dicht an einander stossen. Bei der sonstigen tiefen Stufe, welche die Wirbelsäule des *Pristiophorus* einnimmt, beweist der Mangel der intercalaria haemalia die Richtigkeit der vorhin ausgesprochenen Behauptung,

dass zwischen den Stammformen und ihnen eine Menge ausgestorbener Bindeglieder vorhanden sein müssen.

Das Bild des geweblichen Aufbaues der Wirbelsäule des *Pristiophorus* ist ein ungemein complicirtes (Fig. 4), freilich auch höchst anziehendes, und es hat lange gedauert, ehe ich mich in diesem Labyrinth zurechtgefunden habe. Das ist mir auch nur an der Hand der Kenntnisse von den ältesten unter den *Plagiostomi cyclospondyli* und den *Notidaniden* gelungen.

Die Rückensaite zeigt sich (Fig. 3 *ch*) vertebral und intervertebral nahezu gleichmässig eingeschnürt und gleicht in dieser Beziehung, worauf ich mit Rücksicht auf die Stammesgeschichte Werth legen möchte, ausserordentlich der des *Hexanchus*. Freilich muss man dabei von den Differenzirungen in den Wirbelkörpern absehen, welche aber im Hinblick auf die Beziehungen der skeletogenen Schicht zur Chorda von sekundärer Bedeutung sind. Die vertebrale Einschnürung ist wesentlich durch eine kleine Wucherung der Innenzone (Fig. 3 *i*) des Wirbelkörpers hervorgebracht, wenn dieselbe auch primär von der Aussenzone abhängig ist. Diese springt aber nicht übermässig über die Vorbuchtung des Zwischenwirbelgewebes (Fig. 3 *iv*) vor. Dass letztere schon sehr frühzeitig vorhanden gewesen und nicht wie bei *Spinax* ein Produkt späterer Entwicklung ist, das zeigt sich meiner Ansicht nach darin, dass nur in der vertebrealen Einschnürung (Fig. 3) ein *funiculus chordae* vorhanden ist, während er dagegen im Bereiche der Zwischenwirbelgewebe fehlt. Der *funiculus chordae* wird ja nach voller Entwicklung des Chordagewebes durch den concentrischen Druck der skeletogenen Schicht hervorgebracht, und somit deutet ein Fehlen desselben an, dass die Chorda unbehindert von der skeletogenen Schicht ihre Umwandlung durchmachen konnte, oder dass Rückensaite und skeletogene Schicht gleichzeitig die Stufe ihrer vollen Ausbildung erreichten, und dass nicht erst nachträglich eine Einwucherung des Zwischenwirbelgewebes stattfand. Ein weiteres Zeichen, dass die Chorda im Intervertebralraum zur vollen, ungehemmten Entwicklung gelangte, liegt darin, dass das Vacuolenwerk ungemein dünnwandig, zart und grossmaschig erscheint.

So schmal nun das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 1) bei äusserlicher Betrachtung der Wirbelsäule erscheint, so sehr dehnt sich dasselbe in die Tiefe aus (Fig. 3 *iv*) und reicht nahezu bis zum Centrum der Höhlung des centralen Doppelkegels, bis an die vertebrale Wucherung der Innenzone des Wirbelkörpers (Fig. 3 *i*). Unmittelbar um die Chorda und die dünne *elastica interna* oder *cuticula chordae* erstreckt sich, wiederum ein Zeichen des Anschlusses des *Pristiophorus* an die Stammformen der *Tectospondyli*, eine breite, zellenlose Zone, welche auch auf den Wirbelkörper übergehend, somit in der ganzen Ausdehnung der Wirbelsäule die Chorda umhüllt, wie das ja zu früher Entwicklungszeit, und dieser Umstand ist stammesgeschichtlich so überaus wichtig, bei allen *Elasmobranchiern* der Fall ist. Ihr folgt eine dicke Schicht, welche auf den ersten Blick eine Art Schleimgewebe zu sein scheint, beim näheren Zusehen jedoch einen anderen Charakter trägt. Es handelt sich um eine Vorknorpelmasse, deren Grundsubstanz als Ausdruck feiner Fibrillenstruktur eine Körnelung zeigt, und deren Zellen dicht gedrängt und unregelmässig, bald rund, bald spindel-, bald sternförmig erscheinen. An der Peripherie werden die Zellen grösser, rundlicher, bekommen mehr den Charakter von Knorpelzellen mit ausgeprägten Zellmembranen (Rundzellenvorknorpel). Die Grundsubstanz wird zusammengedrängt und stellt ein weitmaschiges Fächerwerk dar, welches am Wirbelkörper sogar in Fasern oder Lamellen zerklüftet sein kann. Sie geht continuirlich in die Innenzone über. Gegen die Oberfläche des Zwischenwirbelgewebes hin (Fig. 3 *iv*), der Mittelzone des Wirbelkörpers entsprechend, wird der faserige Zerfall der Grundsubstanz durch reihenweise Anordnung der Zellen deutlicher. Die Grundsubstanz verliert dabei ihr fibrilläres Aussehen und erscheint homogen. Ganz an der Oberfläche zeigt sich eine einfache Fort-

setzung des bindegewebigen Perichondrium der Wirbelkörper, dessen Fasern sich, ohne eine besondere Umwandlung, höchstens eine Verdünnung zu erleiden, eine Strecke weit in der Aussenzone des Wirbelkörpers fortsetzen und in dem Ende des centralen Doppelkegels eingebettet erscheinen, wie ich Aehnliches von *Seymnus* beschrieben habe.

Die Innenzone des Wirbelkörpers (Fig. 3, 4 *i*), welche im Centrum des Wirbelkörpers vorgewuchert die vertebrale Einschnürung der Chorda bedingt, ist, abgesehen von der zellenfreien, homogenen Schicht, welche unmittelbar an der *elastica interna* liegt, scheinbar homogener Vorknorpel. Unmittelbar an dem centralen Doppelkegel sind die Zellen ziemlich dicht gedrängt, die Zellhöhlen gross, in jeder Höhle eine Zelle, und somit bildet die prochondrale Grundsubstanz ein Alveolenwerk, welches bei der Schrumpfung des Zellprotoplasma fast den Eindruck eines cytogenen Bindegewebes macht. Dabei erscheint die Grundsubstanz hier durchaus nicht vollkommen homogen, sondern leicht gekörnt (Fibrillenstruktur). Die Zellkapseln sind recht deutlich (Rundzellenvorknorpel), und es ist nicht unwahrscheinlich, dass wir hier den Beginn der Bildung eines Schleimknorpels haben, wie derselbe so klar bei *Spinax* ausgeprägt war. Unmittelbar an dem centralen Doppelkegel lagern sich Kalkkrümel in die Grundsubstanz, und somit wird derselbe, wie auch bei den *Cyclospodyli*, in dünner Lage von der Innenzone verstärkt.

Die zum centralen Doppelkegel verkalkte Mittelzone besteht durchaus aus einfachem, verkalktem Vorknorpel, ohne Spur von hyaliner Substanz oder faserigen Bindegewebes, wenigstens im Centrum, und darin liegt ein weiterer Beweis für das hohe Alter von *Pristiophorus* und für die Annäherung an die Stammformen. Der Doppelkegel (Fig. 3 u. 4 *d*) ist nicht stärker wie bei den *Notidaniden*, beziehungsweise bei den *Cyclospodyli*. Er ist in der Mitte am dünnsten, einfach doppelkegelförmig, mit mässig weiter, centraler Oeffnung. An den Enden ist er leicht verdickt (Fig. 3 *d*), springt jedoch, abermals ein ursprüngliches Verhalten, nicht über die Oberfläche vor, sondern wird von dem Intervertebralgewebe, beziehungsweise der Aussenzone überlagert und geht allmählig in ersteres über, bildet sich aus ihm hervor. Die Verkalkung erscheint mehr als Kalkkrümeleinlagerung, denn als homogene Verkalkung, und auch darin zeigt sich das Alter, die niedrige Stellung im Systeme. Es handelt sich eben um ein Vorstadium der eigentlichen Verkalkung. Die Zellen sind concentrisch um die Chorda angeordnet und erscheinen einzeln, dicht gedrängt. Sowohl auf dem Längs- wie auf dem Querschnitt erscheinen sie platt, in Reihen geordnet.

Die Aussenzone (Fig. 3, 4 *a*) ist sehr stark entwickelt, und das ist ein bedeutsames Merkmal der *Plagiostomi tectospondyli*. Die *elastica externa* ist an der Seitenfläche der Wirbelkörper nicht mehr nachweisbar und muss an jüngeren Thieren untersucht werden. Am Boden des Rückenmarks- und des Blutgefässkanals zeigt sich dieselbe jedoch ausserordentlich deutlich, und ihr Einbiegen unter die Bogenbasen auf ganz kurze Strecken, mit der Richtung gegen die Ecken (Fig. 4) der Seitenflächen der Wirbelkörper beweist, dass die Bogen den Körpern vollkommen getrennt aufsitzen. Der Wirbelkörper wird also allein durch die Wirbelkörperanlage gebildet, ein Verhalten, welches ein Stehenbleiben auf niederer Entwicklungsstufe bedeutet. *Pristiophorus* wird damit von den *Cyclospodyli* entfernt, und da an eine direkte Verwandtschaft mit den *asterospondyli* nicht zu denken ist, so ist ein unmittelbarer Anschluss nur an Formen, welche den *Notidaniden* nahe standen, möglich, und diese sind dann die Stammformen der ganzen Gruppe. Diese niedere Stellung zeigt sich auch in der geweblichen Zusammensetzung, indem der Vorknorpel die Hauptrolle spielt, um nicht zu sagen allein den Aufbau besorgt. Ich bin im höchsten Grade zweifelhaft, ob überhaupt hyaline Grundsubstanz vorhanden ist. Die Frage kann nur an der Hand eines grösseren Materiales entschieden werden. Ist dieselbe vorhanden, so

stellt sie jedenfalls nur einen äusserst dünnen Hof um die Kapsel der runden Zellen (Rundzellen-vorknorpel) dar, wie ich das an einzelnen Stellen meiner Präparate zu sehen glaube.

Wie bei den Cyclospondyli mit gesonderten Wirbelkörpern, ist auch hier die Aussenzone in zwei Schichten getheilt, von denen jedoch nicht die äussere (Fig. 4 *a'*), sondern die innere (Fig. 4 *a*) stärker erscheint. Beide sind durch eine ziemlich breite Zone von Vorknorpel (Fig. 4 *g*) getrennt, in welcher reichlich runde Knorpelzellen eingesprengt erscheinen (Rundzellenvorknorpel). Diese zeigen eine concentrische Anordnung um die Chorda, während dagegen die Zellen namentlich in der Innenzone, wie bei den Cyclospondyli, radiär angeordnet sind. In der Aussenschicht liegen dieselben unregelmässig.

Das Wesentliche und Charakteristische für die ganze Gruppe ist nun, dass ausser der schmalen Verkalkungslage, welche hier wie bei den Plagiostomi cyclospondyli den centralen Doppelkegel verstärken hilft, an der äusseren Grenze der Innenschicht (Fig. 3 u. 4 *k*) um die Chorda eine dicke, von dem centralen Doppelkegel durchaus unabhängige Verkalkungsschicht entsteht. Dieselbe steht offenbar unter dem Einfluss von Gefässen, welche (Fig. 4) an den Basen der Bogen, alternirend auf beiden Seiten an Neur- und Haemapophysen bis zur prochondralen Trennungsschicht in die Tiefe dringen. Ihre Entstehung wird wohl unzweifelhaft in derselben Weise erfolgen, wie ich es in der Einleitung unter anderen von den Squatinae beschrieben habe.

Wenn ich nun sage, diese concentrische, den centralen Doppelkegel umlagernde und bedeckende Verkalkungsschicht ist ein Merkmal der Gruppe der Tectospondyli, so könnte das Verhalten bei allen Hairochen und Rochen dem zu widersprechen scheinen, allein wie wir bei der Familie Rhinobatus sehen werden, lehrt die Paläontologie, dass der Widerspruch eben nur scheinbar ist, und dass in der That trotz der so sehr variirenden Verhältnisse das Gruppenmerkmal richtig ist. Diejenigen Thiere nun, welche dasselbe in seiner Reinheit zeitlebens aufweisen, sind selbstverständlich als den Stammformen näher stehend, als älter zu betrachten, und da das mit *Pristiophorus*, den Hairochen, beziehungsweise den Squatinae der Fall ist, so müssen, wie wir bereits in dem allgemeinen Theile gesehen haben, Haiformen den Rochenformen vorangegangen sein. Uebrigens ist es äusserst interessant zu sehen, dass die selbständige Verkalkungslage der Aussenzone nicht einfach ringförmig um die Chorda gelagert erscheint, sondern, wie der Querschnitt (Fig. 4) lehrt, stellt dieselbe eine vierseitig prismatische Hülle, auf dem Durchschnitt ein stehendes Rechteck (Fig. 4 *k*) mit eingebogenen Seiten dar, und dieselbe Form besitzt auch die Grenzzone (Fig. 4 *g*). Die Erscheinung rührt daher, dass, wie man auch deutlich an den Einschnitten, sowie an der grossen Zartheit der Verkalkungen in den Winkeln des Rechteckes sehen kann, dieselben nicht gleichmässig, sondern in vier ursprünglich wohl getrennten, jedenfalls aber ungleich entwickelten Abschnitten, einem dorsalen, einem ventralen und zwei seitlichen entstanden sind. Die getrennte Entstehung erscheint mit Rücksicht auf das Verhalten bei *Pristiophorus japonicus* (Fig. 5), bei welchem die Kalkschicht aus zwei getrennten Stücken, einem dorsalen und einem ventralen, welche beide gegen die Bogenbasen hin gerichtete Verbreiterungen besitzen, übrigens auch am ventralen Abschnitte von *ciratus* nachweisbar sind, besteht, wahrscheinlicher. Ob und welchen Einfluss dabei die an den Bogenbasen eindringenden Ernährungswege besitzen, darüber wird erst die Entwicklungsgeschichte nähere Aufklärung geben.

An den Enden des Wirbelkörpers (Fig. 3 *k*) verschmilzt die selbständige Verkalkungsschicht der Aussenzone vollkommen mit der Belegschicht des Doppelkegels. Das ergibt sich sowohl aus der Betrachtung der Längsschnitte, wie der Querschnittserien. An den centralen Querschnitten (Fig. 4) erscheint ein weiter Abstand zwischen dem centralen Doppelkegel (Fig. 4 *d*) und der verkalkten Ring-

zone (Fig. 4 *k*), welcher dann an den peripheren allmählig immer geringer wird. Es ist das paläontologisch von grosser Wichtigkeit, denn durch diese Verbindung der Ringzone mit dem centralen Doppelkegel ist es möglich, die erstere dem letzteren ansitzend nachzuweisen (Fig. 7).

Die Zellen der Innenschicht sind länglich und im grossen Ganzen in radiären Reihen angeordnet, allein durch ungleich dicke, prochondrale Massen getrennt. Auch diese sind selbstverständlich in radiären Zügen vorhanden, jedoch oftmals nur auf einer Seite (Fig. 4) durch stärker gefärbte Streifen vorknorpeliger Grundsubstanz, welche gegen die periphere Verkalkungsschicht ausstrahlen, überkreuzt. Die Verkalkung der innersten Schicht am centralen Doppelkegel, welche aus Vorknorpel (Rundzellen-vorknorpel) besteht, zeigt homogene Verkalkung, allein rings um die Zellkapseln Kalkkrümelablagerungen. Ganz dieselbe Art der Verkalkung zeigt sich an der Peripherie, an der prochondralen Grenzlage (Fig. 4 *g*), geht aber nie auf diese über, sondern dringt in die Tiefe der Innenschicht. Die Gründe für dieses Verhalten sind mir durchaus unklar geblieben, und möchte ich mich ungern in Hypothesen verlieren, welche namentlich durch entwicklungsgeschichtliche Beobachtungen leicht über den Haufen geworfen werden könnten.

Die Grenzzone (Fig. 4 *g*) ist ungleich dick, dorsal und ventral dünn, seitlich dagegen mächtig entwickelt. Die Zellen derselben zeichnen sich nicht besonders vor denen der Umgebung aus und zeigen nur im grossen Ganzen noch die radiäre Anordnung der Zellen der Innenschicht (Fig. 4 *a*). Uebrigens findet namentlich gegen die Bogenbasen hin ein Ausstrahlen der stark tingirbaren Grundsubstanz statt, wie eine solche sich auch gegen die Seiten hin, in die Aussenschicht hinein (Fig. 4 *a*) findet.

Die Aussenlage (Fig. 4 *a'*) ist, namentlich seitlich, ausgeprägter Vorknorpel, ohne Spur hyaliner Grundsubstanz, während ich es dagegen einstweilen dahin gestellt lassen will, ob nicht unter den mit ihr zusammenhängenden Bogenbasen und in der dorsalen und ventralen Mittellinie die ersten Andeutungen hyaliner Massen als heller Flecke oder Höfe um die Zellen oder Zellgruppen vorkommen. Eine Aufhellung der Grundsubstanz, eine geringere Imbibitionsfähigkeit ist hier, wie auch in der Innenlage der Aussenzone nachweisbar und somit wohl der Uebergang zu einem gemischten Rundzellenvorknorpel an diesen Stellen und damit wiederum die Andeutung einer Discontinuität in der Entwicklung oder Umwandlung des Knorpels der Aussenzone gegeben.

Der Bogenknorpel (Fig. 4 *b*) ist an der Spitze und an der Peripherie bis in eine grosse Tiefe hinein durchaus prochondral, mit einer gleichmässigen Kalkkrümelablagerung unter der Oberfläche um die Zellen herum. Diese kann sogar bei *Pristiophorus japonicus* (Fig. 5) stark sein und in Gestalt polygonaler Plättchen auftreten, ja sogar auf die Oberfläche der Aussenzone des Wirbelkörpers übergreifen und hier namentlich bei *japonicus* in beträchtlicher Stärke erscheinen. Nur an den Bogenbasen findet durch Aufhellung der Grundsubstanz um die Zellen oder Zellgruppen herum ein Uebergang zum gemischten Knorpel statt. Vor allem interessant ist aber an den Bogenbasen ein Strukturverhältniss, welches auf das lebhafteste an die Bilder erinnert, welche Schweigger-Seidel¹⁾ aus der *membrana Descemeti* des Oehsen beschreibt und welches ich bereits in der Einleitung geschildert habe (Taf. I, Fig. 11). Die Grundsubstanz der Bogen wird von einem Fadennetz durchsetzt. Die Fäden haben ihren Knotenpunkt in den Zellhöhlen und ziehen in einem Bogen von der einen zur anderen. Ich halte sie, wie bereits erwähnt, für eigenthümlich angeordnete, die prochondrale Grundsubstanz durchziehende Zellauskäufer, welche nicht zu elastischen Fasern werden, sondern ihren protoplasmatischen Charakter behalten. Von diesem Gesichtspunkte aus werden auch die Schweigger-Seidelschen

1) Berichte der math.-phys. Klasse der königl. sächs. Gesellschaft der Wissenschaften 1869.

Bilder zu beurtheilen sein, und man muss die Frage aufwerfen, in welchem Verhältniss stehen die Fasern in der Descemetiana zu den Hornhautkörperchen?

Die Placoidschuppen habe ich leider nicht zu untersuchen vermocht, jedoch geht soviel aus der Beschreibung von J. Müller und Henle, die sie als klein, knötchenförmig und mit einem Längskiel versehen beschreiben, und aus der von Günther, welcher bei nudipinnis Andeutungen von drei Kielen gesehen hat, hervor, dass die dreispitzige Form der Notidaiden ausgeprägt kaum vorkommt, sondern dass mehr eine Annäherung an die einfache, primäre Blattschuppenform vorhanden ist.

Fossile *Pristiophorus* angehörige Wirbel habe ich nicht mit vollkommener Sicherheit nachzuweisen vermocht, jedoch will ich einen Fund, der mir wichtig und interessant genug erscheint, besonders beschreiben, weil ich hoffen darf, damit den Forschungseifer von Paläontologen, denen ein überreiches Material zu Gebote steht, anzuspornen. Es ist ein halber Wirbel (Fig. 6 u. 7) aus der Molasse von Baltringen (Württemberg), den ich der Güte des Herrn Pfarrer Probst verdanke, und der seiner schönen Sammlung entnommen ist. Ich weiss denselben nirgends anderswo unterzubringen, als bei *Pristiophorus*, trotz seiner so sehr abweichenden Form. Die Wirbelhöhlung (Fig. 6) hat die schmale Randfläche des *Pristiophorus*, allein die Wirbelöffnung ist statt central, excentrisch. Dabei erscheint der Umriss statt rund, dreiseitig. Es wäre demnach wohl wichtig ganz besonders auf die Form der Rumpfwirbel des *Pristiophorus* zu achten. Selbstverständlich ist nur der centrale Doppelkegel vorhanden, welchem wie bei *Pristiophorus* die aufgeworfenen Ränder fehlen. Man erkennt auch deutlich (Fig. 7) die Reste der seitlichen, dorsalen und ventralen Oberflächenverkalkungen, welche in gleicher Stärke wie bei *japonicus* den Enden des centralen, dünnen Doppelkegels anhaften. Es handelt sich also jedenfalls um ein vollkommen ausgewachsenes Thier. Was nun aber das Wichtigste ist, es findet sich (Fig. 7) rings um den centralen Theil des Doppelkegels eine mehr vierseitige, nur an einer Stelle unterbrochene Verkalkungszone, wie sie *Pristiophorus* eigenthümlich ist. Wäre der Wirbelkörper rund, so würde ich ihn augenblicklich *Pristiophorus* zugezählt haben, so aber muss ich, bis weitere Untersuchungen über die verschiedenen Formen der Wirbel an verschiedenen Körperabschnitten bei den jetzt lebenden Arten vorliegen, mein endgültiges Urtheil aufschieben.

Bei diesem Anlass möchte ich auch die Aufmerksamkeit auf das Wirbelsäulenbruchstück aus der Kreide von Lewes, welches Agassiz¹⁾, abbildet, lenken. Dasselbe gehört weder einem *Spinax*, noch einem *Acanthias* an. Dagegen spricht, abgesehen von der Form und der geringen Länge der Wirbelkörper, der Umstand, dass, ausser den an einzelnen Wirbeln sich zeigenden, platten und noch erhaltenen Oberflächenverkalkungen, welche nicht unbedeutend gewesen sein können, an oder um den centralen Doppelkegel Kalkmassen liegen, während bei den *Cyclospondyli* der Doppelkegel glatt, einfach sanduhrförmig erscheint. Es wäre demnach eine Revision, beziehungsweise eine mikroskopische Analyse dringend nöthig. Nach Form und Aussehen der Wirbel kann ich mich nicht ganz des Verdachtes erwehren, dass das fragliche Stück einem *Pristiophorus* angehört haben könnte.

1) Vol. 3 Taf. 40 a.

Zweites Capitel.

S q u a t i n o r a j a .

Squatinorajae fossiles.

Taf. XIII und XIV.

Die specielle Stammesgeschichte dieser Thiere wird erst dann klar vor Augen liegen, wenn über die Entwicklung und namentlich über den Beginn der Verkalkung der Wirbelsäule und die dabei in Betracht kommenden Gewebsformen an verschiedenen, jetzt lebenden Arten ausgedehnte, eingehende Untersuchungen angestellt sein werden. Mir hat zu meinem grössten Bedauern kein entsprechendes Material zur Verfügung gestanden. Kaum eine Familie unter den Plagiostomen bietet so viele interessante, stammesgeschichtliche Beziehungen, wie gerade diese, und keine ist mehr geeignet als diese, welche an Formenmannichfaltigkeit und -reichtum der Wirbelsäule sowohl der lebenden, wie fossilen Repräsentanten alle anderen übertrifft, allgemeine stammesgeschichtliche Fragen und die allmählichen Uebergänge einer Gruppe in die andere und einer Familie in die andere zu erhärten. In der Lösung glaube ich einen wichtigen Schritt vorwärts gethan zu haben, allein Vieles ist an dem Fundamente noch unsicher, eben wegen des Mangels ausgedehnter, entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen, namentlich der früheren Stadien. Mir wurde Licht durch die mikroskopische Analyse von Wirbeln aus dem Pläner Kalk (Turon) von Strehlen bei Dresden, welche ich dem überaus freundlichen Entgegenkommen des Direktors der Dresdner naturwissenschaftlichen Sammlungen, Herrn Prof. Geinitz, verdanke und welche der dortigen Sammlung angehörig die Nummern 819 und 820 tragen, sowie durch die Untersuchung des bekannten Schwanzwirbelstückes von *Aellopus elongatus* (Agassiz), welches mir von meinem Herrn Collegen Zittel anvertraut wurde, und dem ich zur näheren Erforschung der Struktur einige Wirbel entnehmen durfte. Ich zweifle keinen Augenblick daran, wenn man fortfährt die Bahn zu wandeln, welche ich gebrochen habe, dass es in nicht allzu langer Frist gelingen wird, vollkommene Uebergangsformen von Haien zu Hairochen, von *Pristiophorus* zu *Rhinobatiden* aufzuweisen. Ich gehe dabei von der Ansicht aus, dass *Rhinobatus* älter, *Pristis* dagegen jünger ist.

Leider habe ich es verabsäumt, die äussere Form des Wirbels 819 zu fixiren, was ich bei dem Wirbel 820 nicht unterlassen habe (Fig. 1). Aeusserlich zeigen sich eigentlich keine besonderen Merkmale. Der Wirbel erscheint höher, wie lang, mit kaum angedeuteter Abrundung an den Enden, welche den Enden des centralen Doppelkegels entsprechen. Die Mitte der Seitenfläche wird von einer glatten, in dem Centrum ein klein wenig vertieften und an den Enden zerbröckelten Kalkplatte eingenommen, welche sich offenbar nicht allein über die ganze Seitenfläche des Wirbelkörpers,

sondern auch noch eine Strecke weit auf die Bogenbasen erstreckte. Es handelt sich um die Oberflächenverkalkung der Wirbelkörper. Im Uebrigen findet sich nichts Bemerkenswerthes. Die Wirbelhöhlung war wegen der Einbettung im Gestein nicht sichtbar und konnte somit die Form derselben leider nicht bestimmt werden. Dagegen zeigt sich ein der Mitte des Wirbelkörpers entnommener Querschliff (Fig. 2) im höchsten Grade lehrreich und bietet auf den ersten Blick die grösste Aehnlichkeit (Taf. XIII, Fig. 5) mit einem entsprechenden Querschnitt durch einen Wirbelkörper des lebenden *Pristiophorus* dar. Dennoch entdeckt man beim näheren Zusehen wichtige Unterschiede, welche einen bedeutenden Fortschritt im Aufbau der Wirbelsäule bekunden, trotzdem die Grösse der Träger, wie sich an den Maassen leicht erkennen lässt, nicht wesentlich von der unsrer heut lebenden *Pristiophoridae* abwich. Um den centralen Doppelkegel (Fig. 2 *d*), welcher stärker wie bei den jetzt lebenden *Pristiophoridae* entwickelt ist, erscheint eine ebenfalls stärker ausgebildete, ringförmige Verkalkungszone (Fig. 2 *k*), welche noch die allgemeinen Formverhältnisse wie bei *Pristiophorus* bewahrt hat. Sie erscheint an ihrer Oberfläche dorsal, ventral und seitlich abgeplattet, somit vierseitig und der Mitte der Bogenbasen entsprechend erscheinen stumpfe Fortsätze. Abgesehen jedoch von der Stärke, bekundet sich auch darin ein Fortschritt, dass die Verkalkungszone nicht unterbrochen erscheint wie bei *Pristiophorus japonicus*, oder an einer Stelle Andeutungen einer Trennung darbietet, wie bei *cirratus*, sondern durchaus einheitlich ist. Dass zwischen dieser Ringzone, welche vollkommen der Innenlage der Aussenzonen des Wirbelkörpers angehört haben muss, und der dünnen, verkalkten Knorpellage, welche auch hier den centralen Doppelkegel verstärken hilft, also in der durchaus vorknorpeligen Trennungsmasse, welche bei den *Pristiophoridae* keine Spur einer Verkalkung zeigt, Verkalkungen auftreten (Fig. 2), die an einzelnen Stellen eine vollkommene Verbindung herstellen, ist ein erheblicher und wichtiger Fortschritt. Die Betrachtung des mikroskopischen Bildes lehrt dann weiter, dass der gewebliche Aufbau genau derselbe war, wie bei *Pristiophorus*. Es handelt sich um einen verkalkten, einfachen Rundzellenvorknorpel, welcher sich im fossilen Zustande auf das Prächtigeste erhalten zeigt. Die Oberflächenverkalkung (Fig. 20) des Wirbelkörpers ist eine derbe Platte, ähnlich wie bei *Pristiophorus japonicus*. Dieselbe besteht aus einem homogen verkalkten Knorpel, in welchem jede Zelle einzeln eingebettet ist, nur hie und da, namentlich an der Innenfläche sind Zellgruppen vorhanden gewesen. Die Zelllücken erscheinen an der Oberfläche mehr abgeplattet, an der Innenseite rund und zusammengeflossen, und das lässt einmal auf ein Zusammenliegen der Zellen, zweitens auf die Entwicklung eines gemischten Knorpels an dieser Stelle, wobei die hyaline Grundsubstanz nicht verkalkte und demnach nach dem Tode ausfaltete, schliessen.

Der folgende Wirbel (Fig. 3), der Querschliff des Wirbels Nr. 819, bietet in sofern einen bemerkenswerthen Fortschritt dar, als die ringförmige Verkalkung (Fig. 3 *k*) der Innenschicht der Aussenzonen des Wirbelkörpers, welche wie bei dem vorigen Wirbel mit der den centralen Doppelkegel in dünner Lage verstärkenden Knorpelmasse nur sparsame Verbindungen eingeht, eine bedeutende Mächtigkeit erlangt hat, ohne im Uebrigen, eben so wenig wie der centrale Doppelkegel den geweblichen Charakter zu ändern. Es handelt sich um einen verkalkten Vorknorpel, und es ist höchstens ein Unterschied darin gegeben, dass in der Tiefe der Verkalkungsschicht (Fig. 3 *k*) die Zellreihen mehr concentrisch angeordnet und dichter gedrängt erscheinen und dadurch den Eindruck einer Schichtenlagerung hervorrufen. Die Form der Ringzone ist im Wesentlichen dieselbe geblieben, nur erscheint die Durchschnittsfigur etwas mehr rechteckig, als quadratisch. Hervorheben möchte ich dabei noch, und das ist ein Zeichen, dass die Bogen wie bei *Pristiophorus* getrennt aufassen, dass in der dorsalen Mittellinie (Fig. 3) eine ausgedehnte, verkalkte Masse prochondraler Grundsubstanz vorhanden ist, welche

zapfenartig vorragt, und nur da auftritt, wo die Bogen nicht zur Vereinigung kommen, wie bei den ältesten Elasmobranchiern. Die Oberflächenverkalkung (Fig. 3 o) an der Seite des Wirbelkörpers erscheint bei diesem Wirbel viel bedeutender, als bei dem vorigen, wenn auch die gewebliche Zusammensetzung dieselbe geblieben ist, und höchstens in sofern eine Abweichung darbietet, als die Masse in ziemlich regelmässigen Abständen von zellfreien Streifen durchzogen wird. Ich halte dieselben nicht für den Ausdruck von in die Substanz hineindringenden Gefässen oder Fasern, sondern entsprechend dem leicht gestreiften Aussehen (Taf. III Fig. 42) und dem continuirlichen Uebergang in die Knorpelgrundsubstanz neige ich mich der Annahme zu, dass die Grundsubstanz an bestimmten Stellen in reichlicherem Maasse auftritt. Es wird das wohl damit zusammenhängen, dass die Verkalkung des Vorknorpels an der Oberfläche des Wirbelkörpers in getrennten Abschnitten vor sich geht.

Von dem grössten Interesse für die Stammesgeschichte der Rhinobatiden ist nun ferner das Geschlecht *Aellopus* der Paläontologen, dessen Stellung denselben viel Kopfzerbrechen verursacht zu haben scheint. Agassiz¹⁾, welcher zwei Formen, eine langgestreckte, *elongatus* und eine kürzere als *Wagneri* beschreibt, ist geneigt dieselbe bei *Galeus* unterzubringen, während Bemerkungen Quenstedts²⁾ und Anderer auf Beziehungen zu den Notidaniden hinweisen. Die grosse Güte meines Herrn Collegen Zittel setzte mich in den Stand, sowohl das Kehlheimer Exemplar *elongatus*, als auch Wirbel des *Aellopus* aus dem Oberen Jura von Eichstädt zu untersuchen. Leider waren letztere in einem Erhaltungszustande, dass es nicht möglich war, brauchbare mikroskopische Querschliffe zu bekommen, welche die einzelnen Bestandtheile der Wirbelkörper zu erkennen gestatteten. So viel geht aber aus der Betrachtung der äusseren Formverhältnisse hervor, dass das Eichstädter Exemplar ein ganz anderes Thier, als das Kehlheimer war. Wohin dieses zu rechnen, ist mir durchaus dunkel geblieben, und wird sich nicht früher entscheiden lassen, als bis eine genaue Untersuchung und Vergleichung aller Formverhältnisse der Wirbel und der Placoidschuppen angestellt ist. Die Form der Wirbel mit den schmalen, abgerundeten Rändern, die offenbar geringfügigen Verkalkungen, welche sich in dem Eingedrücktsein der Wirbelseitenflächen offenbaren, sprechen in gewisser Weise dafür, dass das Thier den Pristiophoriden nahe gestanden hat, jedenfalls weit mehr als *Aellopus elongatus*, allein darüber kann wie gesagt nur eine besondere Untersuchung an Ort und Stelle entscheiden.

Ich beschränke mich daher auf die Schilderung des Kehlheimer Exemplars. Agassiz hebt bereits als äusseres Kennzeichen die grosse, dreieckige, pyramidale Gestalt der zweiten Rückenflosse, die gleichmässige, feine Granulation der Placoidschuppen, sowie die Form der Wirbelkörper, mit leicht eingedrückter, glatter Mitte und etwas aufgeworfenen Rändern, sowie die fast gleiche Länge und Höhe hervor. Das ist im Wesentlichen richtig, aber daraus einen Schluss auf die Stellung bei den Galeiden zu machen, erscheint von vorne herein sehr gewagt, und namentlich die unbefangene Prüfung der Form der zweiten Rückenflosse hätte ihn auf eine andere Fährte bringen müssen. Die Formähnlichkeit derselben mit der entsprechenden bei den Rhinobatiden, namentlich von *Rhinobatus Horkelii*, fiel mir gleich bei der ersten Betrachtung des Exemplares in die Augen.

Betrachtet man die, wie Agassiz richtig bemerkt, fast ebenso hohen wie langen Wirbel (Fig. 4), so fallen einem vor allen die dicken, aufgewulsteten Enden in die Augen, welche, abhängig von der Massenentwicklung des centralen Doppelkegels, den Pristiophoriden durchaus fehlen, dagegen einzelnen fossilen Rhinobatiden, vor allem aber den Pristiden, ausserdem allerdings auch den Myliobatiden eigenthümlich sind. Dieses Verhältniss erscheint mir insofern interessant, als *Aellopus* sich dadurch als eine

1) l. c.

2) l. c.

Mittelform zwischen *Rhinobatus* und *Pristis*, vielleicht als eine Stammform der letzteren herausstellt und das ist um deswillen wichtig, weil die Bildung einer Säge, eines verlängerten rostrum bei den *Rhinobatiden* verschwunden oder unterdrückt ist, während sie bei den *Pristiden* volle Entwicklung zeigt. Im Uebrigen sind die etwas eingedrückten Seitenflächen (Fig. 4) glatt, ohne besondere Struktur und am Ansatz der Bogen undeutlich begrenzt. Hier zeigen sich unregelmässige Kalkplättchen und hie und da Placoidschuppen. Die Bogen müssen somit an ihrer Oberfläche ausgedehnte Verkalkungen besessen haben.

Sehr wichtig ist das Bild des Längsschnittes (Fig. 6), welches auf der Platte dem Beschauer zuerst auffällt. Die Wirbelkörper sind nämlich in der Mitte durchgebrochen oder durchsägt, so dass die Form und Stärke der centralen Doppelkegel deutlich zu Tage tritt. Wie ich bereits hervorgehoben habe, sind dieselben an den Enden verdickt, in der Mitte aber recht dünn (Fig. 6 *d*), in der Wirbelhöhlung nicht flach wie bei den *Pristiophoriden*, sondern steiler ansteigend. Die Wirbelhöhlung ist demnach relativ flach und daraus geht hervor, dass die Aussenzone der Wirbelkörper sich recht frühzeitig differenzierte und vorwachsend die Mittelzone keilförmig vor sich hertrieb und die Chorda somit einschnürte. An der Einschnürung hatte, wenn überhaupt, die Innenzone nur einen unbedeutenden Antheil. Auch die intervertebrale Einschnürung und die Entwicklung des Zwischenwirbelgewebes wird dabei nur eine untergeordnete Rolle gespielt haben, ähnlich wie wir es bei den ächten *Rhinobatiden* sehen werden. Was dann die gewebliche Zusammensetzung und vor Allem auch die Form der Wirbelkörper betrifft, so zeigt sich letztere namentlich deutlich auf dem Querschliff (Fig. 7 u. 8), wenn auch dem medianen Längsschliffe (Fig. 5) wichtige Verhältnisse zu entnehmen sind.

Die Form des Wirbelkörpers bleibt sich im grossen Ganzen, ob man einen senkrechten Querschliff aus der Mitte (Fig. 8) oder mehr von den Enden (Fig. 7) nimmt, gleich. Die Höhe des Wirbelkörpers übertrifft die Dicke, und somit erscheint derselbe auf dem mittleren Querschliff (Fig. 8) mehr rechteckig, mit einer dorsalen und ventralen Erhebung und niedrigen, seitlichen, flügelartigen Verbreiterungen. Es ist eine Form, welche sich nahe an *Pristiophorus* anschliesst und überhaupt bei den *Plagiostomi tectospondyli*, welche getrennte Bogenbasen besitzen, häufig wiederkehrt. Das Auffälligste ist nun aber, dass der Wirbelkörper durchaus solide ist, dass rings um den centralen Doppelkegel (Fig. 7 u. 8 *d*), sogar in Andeutungen lamellöser Schichtung, eine dicke Lage verkalkten Knorpels (Fig. 7 u. 8 *k*) vorhanden ist. Dabei ist hervorzuheben, und das war mir ein ganz ausserordentlich wichtiger Befund (Fig. 5), welchen ich nicht allein dem medianen Längsschliff, sondern auch einem nicht abgebildeten Querschliff aus der Mitte entnehme, dass sich im Centrum des Wirbelkörpers die bei den Wirbeln aus dem Pläner beschriebene, im Leben von Weichtheilen ausgefüllte Lücke zwischen der den dünnen, centralen Doppelkegel (Fig. 5 *d*) bedeckenden Verkalkung der Aussenzone und der Hauptmasse des peripheren verkalkten Knorpels (Fig. 5 *k*), welche den wesentlichsten Bestandtheil des Wirbels bildet, findet. Allerdings verschwindet dieselbe gegen die Enden des Wirbelkörpers hin vollständig, weil hier die ringförmige Verkalkungszone (Fig. 5 *k*) und der centrale Doppelkegel (Fig. 5 *d*) mit einander verschmelzen. Damit schliesst sich *Aellopus* unmittelbar an den Träger der Wirbel aus dem Turon und somit an *Pristiophorus* an, und es ist diesen gegenüber, abgesehen von der Stärke des centralen Doppelkegels, darin ein Fortschritt gegeben, dass die periphere, rings um den Doppelkegel gelagerte Verkalkungsschicht der inneren Lage der Aussenzone stärker geworden und auf Kosten der Aussenschicht gewachsen, sich allmählig gegen den centralen Doppelkegel hin ausbreitet. Sie verschmilzt dabei im grössten Theile des Wirbelkörpers mit der den Doppelkegel bedeckenden Kalklage und nur in der Mitte bleibt ein Rest unverkalkten Knorpels übrig, als Andeutung der in der

Entwicklungs- und Stammesgeschichte begründeten, ursprünglichen Trennung (Fig. 5). Damit ist bewiesen, dass *Aellopus* eine Mittelform zwischen den *Rhinobatiden* und den *Pristiophoriden*, jedoch mit näherer Anlehnung an die ersteren, bildet, und das zeigt sich schliesslich auch in der geweblichen Zusammensetzung.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 5 *d*) ist genau so gebaut, wie bei den jetzt lebenden *Rhinobatiden* und bietet sogar eine lamellöse Schichtung dar, welche auf einer ungleichen Massenentwicklung der verkalkten Grundsubstanz beruht. Dasselbe ist der Fall mit dem verkalkten Theil der Innenzone des Wirbelkörpers, welcher deutlich nachweisbar den centralen Doppelkegel verstärkt, dagegen ist das Bild der verkalkten Aussenzone (Fig. 5, 7, 8 *a*) nicht dasselbe, sondern dieses gleicht mehr dem der Wirbel aus dem Pläner und des *Pristiophorus*. Es handelt sich um einen einfachen, verkalkten Vorknorpel, in dessen Zellhöhlen die Zellen meist einzeln und selten in Gruppen zusammenlagen.

Auch die Verhältnisse der Oberflächenverkalkungen (Fig. 7 u. 8 *o*) bieten ein erhebliches Interesse. Während die zusammenhängende Verkalkungsschicht an der Seitenfläche des Wirbelkörpers wie bei den Wirbeln aus dem Pläner aus einem verkalkten Vorknorpel besteht, zeigen sich die an den Basen der Bogen befindlichen in Plättchen gesondert, und das ganze Verhalten der Oberflächenverkalkungen zeigt wiederum, dass die Bogen den Wirbelkörpern getrennt aufsassen.

Die Untersuchung der Placoidschuppen (Fig. 9 u. 10) war für mich ebenfalls von Wichtigkeit. Dieselben stellen bei Betrachtung mit blossem Auge (Fig. 10) ein zusammenhängendes Lager körniger Schuppen dar, allein die nähere Untersuchung lässt eine vierseitige Basalplatte und (Fig. 9) eine horizontal abgebogene Schuppenplatte erkennen, welche mehr vierseitig erscheint und in ihren allgemeinen Formverhältnissen an die Platten von *Scymnus* erinnert. Hier und da zeigen sie Anklänge an die dreispitzige Form. Es sind eben wie dort Uebergangsformen von der primären, einfachen Blattform zu den zackigen Gestalten. Dabei sieht man eine mittlere Leiste, während von Nebenleisten Nichts zu sehen ist. Die Form ist, wie erwähnt, verschieden, das ist aber im Hinblick auf die wechselnde Gestaltung bei den *Pristiophoriden* stammesgeschichtlich wichtig.

Rhinobatus.

Taf. XIV.

Die Verhältnisse der jetzt lebenden *Rhinobatiden*, welche so eigenartig und wechselnd sind, dass ohne Zuhülfenahme der Paläontologie sich der rothe Faden, welcher sich durch dieses Labyrinth hindurchzieht, kaum würde finden lassen, werden verständlich, wenn man von *Aellopus* ausgeht. Dennoch ist hier der Forschung noch ein ungemein weiter Spielraum gelassen, weil es sich um eine Familie handelt, welche lebend und fossil einen Formenreichtum besitzt, wie wenig andere.

Rhinobatus Thonini

schliesst sich am nächsten an *Aellopus* an, und will ich diesen daher zunächst betrachten. Nach der kurzen Beschreibung und Abbildung, welche Kölliker¹⁾ gegeben hat, scheint *Rhinobatus granulosus* sich ebenso zu verhalten, allein es wäre dringend nöthig, namentlich auch mit Bezug auf die Placoidschuppen eine erneute Untersuchung dieses Thieres anzustellen, zu der ich leider keine Gelegenheit

1) l. c.

hatte. Ich war ebenfalls ausser Stande bei Thouini, welcher am Schwanze ausgeprägte Diplospondylie (Fig. 11) darbietet, Rumpfwirbel zu untersuchen.

In ihrer äusseren Form erinnern die Wirbelkörper vielfach an die Verhältnisse bei *Aellopus*, nur erscheinen die Enden derselben (Fig. 11) nicht so breit aufgeworfen, wie bei diesen Thieren, und ausserdem ist auch das Verhältniss der Höhe zur Länge ein etwas anderes. Erstere überwiegt. Der Zwischenwirbelraum (Fig. 11) ist nicht sehr breit, jedoch breiter als bei *Pristiophorus*. Zwischen den aufgeworfenen Rändern ist der Wirbelkörper vollkommen glatt, ohne Spur einer Oberflächenverkalkung. Es ist indess möglich, dass in dieser Beziehung Altersunterschiede stattfinden. Die Umgrenzung der Wirbelhöhlung ist nicht vollkommen kreisrund, sondern ein wenig queroval. Die centrale Durchbohrung von Seiten der Chorda ist ein wenig excentrisch gegen die dorsale Seite gewandt. Die Randfläche der Wirbelhöhlung (Fig. 12) ist sehr schmal und diese selbst nicht sehr tief und ohne Spur einer Schichtung.

Die Bogen (Fig. 11, 12, 14) sitzen den Wirbelkörpern vollkommen getrennt auf. Die Neurapophysen (Fig. 11 *n*, 14 *n*) werden alternirend in der Mitte von den ventralen Nervenstämmen durchbohrt und sind niedrig (Fig. 11 *n*), mehr rhomboidal als dreiseitig gestaltet und werden von ähnlich gestalteten, jedoch viel unregelmässiger geformten *intercalaria* (Fig. 11 *in*) unterbrochen und diese werden ebenfalls wechselweise in der Mitte von den dorsalen Nervenstämmen durchbohrt. Ungemein lang sind die oberen Schlussstücke (Fig. 11 *s*), welche den Haupttheil der oberen Bogenanlage des Schwanzes ausmachen und dicht zusammengeschlossen über dem Rückenmarkskanal einen hohen Kamm bilden. Sie sind schief nach hinten geneigt und stellen vierseitige Platten dar. Das obere elastische Längsband, welches bei den *Plagiostomi cyclospondyli* so ausserordentlich häufig vorkommt, fehlt hier am Schwanze.

Die Haemapophysen, welche *processus haemales* (Fig. 14 *ph*) nur in Andeutungen besitzen, sind ebenfalls lange, im grossen Ganzen rhomboidal gestaltete Platten (Fig. 11 *h*) mit langen Seitenrändern, jedoch ist die Form derselben keine ganz regelmässige. *Intercalaria* lassen sich nicht nachweisen, dagegen sehen wir zwischen je zwei Blutbogen, dicht über der Basis eine Gefässdurchbohrung. Kurze, vierseitige, unregelmässig geformte, nach hinten übergeneigte Schlussstücke (Fig. 11 *s'*), welche je zweien Haemapophysen entsprechen, schliessen den Gefässeanal. Sie bilden ebenfalls einen Längskamm. Ueber die ganze Oberfläche des das Rückenmark und die Blutgefässe umgebenden Knorpels finden sich in Gestalt sehr kleiner, sechseitig polygonaler Plättchen Oberflächenverkalkungen, welche jedoch nur mit der Loupe zu unterscheiden sind.

Der Längsschnitt (Fig. 13) zeigt wie bei *Aellopus* die Wirbelkörper als steil ansteigende Doppelkegel. Das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 13 *iv*) ist wenig ausgedehnt, die Chordahöhle zwischen den Wirbelkörpern rautenförmig, und man sieht auf das Deutlichste, dass die Wucherung der Aussenzone wesentlich die vertebrale Einschnürung der Chorda, sowie die Steilheit der Wände der Wirbelhöhlung der verkalkten Mittelzone, des centralen Doppelkegels bedingt. Wie sich die Chorda im Zwischenwirbelraum verhält, vermag ich nicht zu sagen, allein aus dem Verschwinden derselben bei meinen Schnitten durch gut conservirte Wirbel lässt sich so viel entnehmen, dass an eine Ausbildung eines *funiculus chordae*, an eine besondere Festigkeit der Alveolenwände nicht zu denken ist, sondern dass es sich um ein ausserordentlich dünnwandiges, lockeres Alveolenwerk handelt, welches unter einer Einschnürung von seiten eines vorwuchernden Zwischenwirbelgewebes Nichts zu leiden gehabt hat. Ein *funiculus chordae* findet sich allein im Centrum der Wirbelkörper.

Das dünne Intervertebralgewebe zeigt eine stärkere Innen- und eine schwächere, zwischen die

Enden des centralen Doppelkegels ausgespannte Aussenzone. Erstere ist ein Spindelzellvorknorpel, letztere ein Vorknorpel mit rundlichen, dicht gedrängten Zellen. Ich will dabei vorläufig dahingestellt sein lassen, ob nicht rings um jede einzelne Zelle bereits ein Hof hyaliner Grundsubstanz vorhanden ist. In der Binnenzone haben die Zellen keine Kapseln und sie verhält sich ähnlich wie bei vielen niederen Plagiostomi cyclospandyli. An der Peripherie des centralen Doppelkegels geht diese Schicht in gemischten Knorpel über.

Die Innenzone des Zwischenwirbelgewebes geht continuirlich in die dünne Innenzone (Fig. 13, 14 *i*) des Wirbelkörpers über, welche jedoch selbst in der Mitte dieselbe Zusammensetzung zeigt, wie im Zwischenwirbelraum. Die Wucherung der Innenzone (Fig. 13 *i*) im Centrum der Wirbelkörper ist wenig bedeutend, führt aber (Fig. 14 *i*) zu einer seitlichen Compression der Chorda und presst dieselbe vollends zum funiculus zusammen. Die den centralen Doppelkegel verstärkende Lage verkalkten, gemischten Knorpels ist sehr dünn.

Was nun den centralen Doppelkegel (Fig. 13 *d*) selber betrifft, so zeigt er sich dem des Aellopus ausserordentlich ähnlich, wenn demselben auch die lamellöse Schichtung fehlt, und er besteht durchaus aus verkalktem, gemischtem Knorpel, in welchem die Zellen einzeln liegen, und in dem die prochondrale Grundsubstanz ein verhältnissmässig dünnes Alveolenwerk darstellt. Derselbe wächst durch allmähliche Verkalkung der Aussenzone des Zwischenwirbelgewebes in die Länge, indem der zuerst auftretenden Krümelverkalkung die homogene Verkalkung folgt.

Das höchste Interesse (Fig. 13, 14 *a*) nimmt die Aussenzone in Anspruch, welche durchaus homogen, ohne Spur einer Trennung in verschiedene Lagen und gleichmässig verkalkend den ganzen Wirbelkörper solide macht und dem centralen Doppelkegel überall unmittelbar angeschlossen diesen verstärkt, sowie den Hohlraum an der Oberfläche desselben vollkommen ausfüllt. Es besteht dieselbe durchaus aus einem verkalkten, gemischten Knorpel, der sich histologisch nur wenig von dem des centralen Doppelkegels unterscheidet. Während die Zellen des centralen Doppelkegels mehr abgeplattet und um die Rückensaite concentrisch angeordnet erscheinen, sind die der Aussenzone rundlich, sowohl auf Längs- wie auf Querschnitten, und damit ist der gewebliche Unterschied eigentlich erschöpft. Von einem verkalkten Vorknorpel wie bei Aellopus oder den Pristiophoriden ist keine Rede. Uebrigens zeigt der Querschnitt ähnliche Formverhältnisse wie bei Aellopus, und das ist paläontologisch ausserordentlich wichtig. Auf dem Querschnitt durch die Mitte (Fig. 14) erscheint die Aussenzone rechteckig, mit dorsaler und ventraler Fortsetzung zwischen den Bogenbasen und seitlichen, kleinen, flügel förmigen Verbreiterungen, welche gegen die Mitte derselben ragen. Von einer elastica externa habe ich Nichts mehr mit Sicherheit entlecken können. An dem einen meiner Präparate schienen mir Reste derselben unmittelbar am Boden der Rückenmarkshöhle zu liegen, ein sicherer Beweis der vollkommenen Trennung der Bogen. Die verkalkte Aussenzone ist ringsherum von einem dünnen Lager von Vorknorpel, dessen Zellen dicht gedrängt, bald spindel-, bald sternförmig erscheinen, bedeckt. Die prochondrale Grundsubstanz ist demnach recht sparsam. Die Zellkapseln scheinen in der Bildung begriffen, sind aber durchaus nicht überall nachweisbar, eher im Centrum, als an der Oberfläche.

Unter den Bogenbasen finden sich dichtere Anhäufungen prochondraler Zellen ohne Zellkapsel, aber mit stark imbibirbarer Grundsubstanz, in ähnlicher Weise, wie es bei Squatina als Einleitung zur Bildung von Gefässen in dem Knorpel vorkommt. Sie stellen rundliche, längsverlaufende Zellstränge dar. Die Gefässbildung vermochte ich nicht zu verfolgen. Zwischen den Bogenbasen fehlen diese Stränge durchaus. Sie besitzen wohl sicher eine Bedeutung für das Wachsthum der Bogenbasen, welches somit nicht allein an den Seiten und an der Rückenmarkswand, sondern auch an der dem Wirbel-

körper aufsitzenden Fläche erfolgt und hier gleichen Schritt mit dem excentrischen Wachsthum des Körpers hält, so dass während des Wachsthums keine Verschiebungen der beiden wichtigen Wirbeltheile an einander erfolgen können. In demselben Maasse, wie diese Oberflächenschicht, welche vielleicht als Homologon der Aussenschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers anzusehen ist, verkalkt, wird dieselbe auf chondroblastischem Wege von diesen Zellsträngen und aus dem dicken Gewebslager zwischen den Bogenbasen erneuert. Das Gewebe ist wie gesagt ausserordentlich dick, als Fortsetzung des Periostes der Bogen anzusehen. Es ist in grobe Fasern zerklüftet, zwischen denen platt gedrückte Zellreihen liegen. Diese Form des Perichondrium ist bei den Tectospondyli ausserordentlich weit verbreitet.

Es fragt sich nun, wie ist diese Abweichung in dem Verhalten der Aussenzone des Wirbelkörpers zu erklären? Ich glaube, einen Fingerzeig giebt das Verhältniss bei Aellopus einerseits, andererseits die Thatsache, dass die Innenlage der Aussenzone eine ungemein viel grössere Massenfaltung bei den Tectospondyli, wie bei den Cyclospodyli bekommt, dass ferner die Verkalkung der Aussenzone und ihre Verbindung mit dem centralen Doppelkegel bei Aellopus nahezu vollendet ist. Um alle einschlägigen für die Anatomie und Paläontologie der Rhinobatiden wichtigen Fragen zu entscheiden, wäre natürlich eine eingehende Untersuchung über die Entwicklung der Wirbelkörper durchaus nothwendig.

Die getrennten Bogen bestehen durchaus aus Hyalinknorpel und sind nur an der Oberfläche von einer dünnen Lage von Vorknorpel bedeckt, welche sich aus der chondroblastischen Schicht entwickelnd in gewöhnlicher Weise in Hyalinknorpel umwandelt. Die tiefsten Lagen des oberflächlichen Vorknorpels verkalken zu den gesonderten, sechsseitigen Plättchen. Hie und da dringen in den Hyalinknorpel der Schlussstücke knollig verdickte Zellzapfen, ohne dass ihr Hineindringen von Gefässbildungen begleitet wäre.

Ausser den Wirbeln habe ich noch die Placoidschuppen (Fig. 15, 16) zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Sie zeigen einen Fortschritt gegenüber denen des Aellopus, insofern dieselben (Fig. 16) die ersten Andeutungen einer dreispitzigen Form darbieten. Die Basalplatte (Fig. 16) stellt ein Viereck dar, dessen hinterer Winkel, entsprechend der Spitze des Schuppenstachels, stark ausgezogen erscheint. Dieser selbst ist (Fig. 15) horizontal abgebogen, mit stark entwickeltem Kamme, dreiseitiger Mittelspitze und zwei kurzen Seitenflügeln, welche jedoch keine Kiele aufweisen. Dieselben sind sehr klein, und daher mag die Beschreibung Günther's stammen, dass die Haut mit körnigen Schuppen bedeckt sei. J. Müller und Heule erwähnen ihrer ganz richtig als Dornen.

Fossile Rhinobatiden, welche dem Rhinobatus Thouini nahe stehen, habe ich verhältnissmässig viele gefunden, und nehme ich auch keinen Anstand nach dem Aussehen der Wirbel hierher auch Spathobatis aus dem Oberen Jura (Solenhofen), welcher sich im münchener Museum in wunderschönen Exemplaren findet, von welchen mir jedoch keine Wirbel zur Verfügung standen, zu rechnen. Spathobatis ist ja auch aus der Kreide von Cirin beobachtet. Sicher ist, dass eine Anzahl von Wirbeln aus dem Senon von Aachen, sowie jüngst von mir gefundene Wirbel aus der oberen Kreide von Maestricht, welche ich alle der gütigen Unterstützung meiner Collegen, Beyrich und Dames in Berlin verdanke, sowie solche aus dem Eocen von Etterbeck, welche dem Brüsseler Museum entstammen und mir freundlichst von dessen Direktor Herrn Dupont zur Untersuchung übergeben wurden, hierher gehören. Dasselbe gilt für einige Wirbel aus der Molasse von Baltringen (Württemberg), welche ich der Güte des Herrn Pfarrer Probst verdanke. Dieselben sind wohl seinen Bates zuzuzählen und standen dem Rhinobatus Thouini ausserordentlich nahe. Dass alle diese Thiere unter sich geringe Form-

abweichungen darbieten, kann nicht überraschen. Es wäre aber mit Rücksicht darauf im höchsten Grade wichtig, in ausgedehnter Weise, als es durch mich geschehen ist, die Wirbel der sämtlichen lebenden Rhinobatiden zu untersuchen. Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass sich dann sogar die Species, beziehungsweise der Speciesübergang mit Sicherheit wird feststellen lassen.

Am interessantesten und wichtigsten erscheint mir zunächst der eine Wirbel aus dem Senon von Aachen (Fig. 17 u. 18). Die Wirbelhöhlung (Fig. 18) ist mässig tief, eine Randfläche kaum angedeutet. Es findet sich keine deutlich ausgeprägte, concentrische Streifung, und ich mache auf diesen Umstand ganz besonders aufmerksam. Die Durchbohrung der Chorda ist ein klein wenig excentrisch, etwas der dorsalen Fläche genähert. Die Form der Wirbelhöhlung ist nicht wesentlich abweichend von der des Rhinobatus Thouini, nur etwas weniger deutlich queroval und nahezu kreisförmig. Dabei erscheint eine leichte Abplattung in der Gegend des Ansatzes der Bogenbasen. Ob wir es mit einem Rumpf- oder Schwanzwirbel zu thun haben, lässt sich nicht mit Bestimmtheit entscheiden. Die Grösse spricht für Letzteres. Bei der Betrachtung des Wirbels von der Seite (Fig. 17) zeigen sich die Ränder mässig aufgeworfen, und erscheint derselbe höher als lang, entsprechend der Form bei Rhinobatus Thouini. Die Mitte der Wirbelseitenfläche ist plan, glatt, und dorsal und ventral davon zeigen sich zwei breite Einziehungen. Die Betrachtung von der dorsalen und ventralen Fläche ergibt ein mittleres, glattes Feld und zwei flache Einziehungen an der Seite desselben. Der Durchschnitt zeigt deutlich die Bedeutung dieser Formverhältnisse (Fig. 19). Die verkalkte Aussenzone, welche vielleicht als Ausdruck des späteren Entstehens im Inneren die Andeutung einer Zusammensetzung aus zwei Lagen zeigt und ringförmig (Fig. 19 *a*) um den in der Mitte dünnen, centralen Doppelkegel (Fig. 19 *d*) herumgelegt ist, hat eine niedrige dorsale Erhebung mit zwei Vertiefungen zur Seite, welche dann wieder von flügel förmigen Verbreiterungen nach aussen begrenzt sind. Die Mitte der ventralen Fläche zeigt eine Vertiefung, ebenfalls begrenzt von seitlichen Verbreiterungen, die auch hier gegen die Mitte der Bogenbasen sehen und somit ein Verhalten zeigen, wie bei Thouini und Aellopus. Dagegen rühren die Vertiefungen an der Seite des Wirbelkörpers von den Zwischenräumen zwischen den Verbreiterungen und einer homogenen Oberflächenverkalkung her, welche das mittlere, glatte Feld an der Wirbelseitenfläche bedingt. Mache ich nun noch auf die rechtwinklige Gestalt des Querschliffes aufmerksam, sowie auf die gegen die Wirbelenden hin stark zunehmende Verdickung des centralen Doppelkegels, welche periphere Querschnitte leicht zu Tage fördern, so springt einmal die Uebereinstimmung mit Rhinobatus Thouini, zweitens bezüglich der Oberflächenverkalkungen und der dicken Enden der centralen Doppelkegel die Aehnlichkeit mit Aellopus in die Augen.

Dieselben Wirbel habe ich aus dem Eocen (Système bruxellien) von Etterbeck, sowie aus der oberen Kreide von Maestricht gefunden. Doch zeigen sich immerhin bei ersteren einige erwähnenswerthe Eigentümlichkeiten. Die Betrachtung von der Seite (Fig. 20 u. 24) liefert dasselbe Bild, wie ich es soeben geschildert, nur dass die glatte Mittelfläche an der Seite des Wirbels (Fig. 24) etwas ausgedehnter ist. Sie entspricht ja der homogenen Oberflächenverkalkung des Wirbelkörpers. Der Anblick der dorsalen (Fig. 23 u. 26) und der ventralen Fläche (Fig. 22) ist aber genau derselbe, wie ich es oben beschrieb. Die Abweichungen treffen die Wirbelhöhlung, welche einmal eine einfache concentrische Streifung zeigt, ebenso wie ein sehr schmales Randfeld zum Ansatz der dünnen Intervertebralgewebe, allein, während bei dem Wirbel (Fig. 25) das Queroval des Thouiniwirbels sich zeigt, ist dasselbe an dem Wirbel (Fig. 21) in ein stehendes Oval mit ventraler Abplattung umgewandelt. Es erscheint mir nicht unwahrscheinlich, dass wir es im letzteren Falle mit einem Rumpfwirbel zu thun haben. Den Wirbel aus der Maestrichter Kreide, sowie die aus der Molasse von Baltringen habe ich

nicht abgebildet, weil sie durchaus keine Besonderheiten gegenüber den Beschriebenen darbieten. Die mikroskopische Struktur der Wirbelkörper ist dieselbe, wie bei *Aellopus*.

Rhinobatus Horkeli

Taf. XV,

von welchem ich ebenfalls nur Schwanzwirbel untersuchen konnte, zeigt, namentlich mit Rücksicht auf den inneren Bau, ausserordentlich interessante Verhältnisse. Eine besondere Abbildung der äusseren Form habe ich unterlassen, weil dieselbe bei der Betrachtung von der Seite sich in nichts Wesentlichem von den Wirbeln des *Thouini* unterscheidet, ebenso wenig wie die Wirbelhöhlung, deren Gestaltung sich namentlich gut an den fossilen ausprägt, erhebliche Unterschiede zeigt. Dieselbe erscheint auch im grossen Ganzen queroval, jedoch nähert sich die Umrissfigur etwas einem Rechteck, und diese Form tritt vielleicht bei erwachsenen Thieren noch deutlicher hervor. Die Durchbohrung der Chorda ist ein klein wenig excentrisch gelagert, die Randfläche kaum ausgeprägt, dagegen zeigen sich, und das ist sehr wichtig, mehrfache Schichtungsstreifen. Die Wirbelhöhlung ist dabei ziemlich flach. Bei der Betrachtung von der Seite erscheint der Wirbelkörper wegen der Ausdehnung der Bogen eine grössere Länge, als Höhe zu besitzen, allein isolirt man denselben von den getrennt aufsitzenden Bogen, so sieht man, wie bei *Thouini*, dass die Höhe die Länge weit überragt. Die Ränder sind ebenfalls breit aufgeworfen, wie ich es (Fig. 29) von dem Wirbel aus der oberen Kreide von *Ciply* dargestellt habe. Das Zwischenwirbelgewebe ist, wie bei *Thouini*, schmal. Diplospondylie tritt auch hier am Schwanze auf. Die Neur- und Haemapophysen unterscheiden sich in Nichts von denen bei *Rhinobatus Thouini*, wie auch hier an den oberen Bogen Schlussstücke vorkommen. An den Rückenmarks- und Gefässbogen (Fig. 27 *n* u. *h*) treten die polygonalen Kalkplättchen auf, sie fehlen aber an der Seitenfläche des Wirbelkörpers. Möglich indess, dass auch hier bei vollkommen ausgewachsenen Exemplaren Verkalkungen vorhanden sind.

Die Struktur des Wirbelkörpers, welche ich an einer Reihe von Querschnitten untersuchte, ist, wie erwähnt, eine höchst interessante. Ausserordentlich wichtig ist sie auch für die Bestimmung fossiler Wirbel, immerhin aber, wie mir scheint, von den Verhältnissen bei *Rhinobatus Thouini* ableitbar.

Die Innenzone, welche die Rückensaite bis auf einen unscheinbaren funiculus chordae zusammenpresst, besteht aus einem gemischten Rundzellenknorpel von der interessanten Zusammensetzung, welche ich in der Einleitung beschrieben habe, mit prochondraler Grundsubstanz um die Zellen, während die hyaline ein Alveolenwerk bildet. Die Oberfläche dieser Schicht verkalkt (Knollenverkalkung) und verstärkt den centralen Doppelkegel.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 27 *d*) ist in der Mitte sehr dünn, dagegen an den Enden sehr verdickt und besitzt dieselbe Zusammensetzung wie der des *Thouini*. Auch die Form desselben bietet nichts Abweichendes.

Am interessantesten ist die Aussenzone des Wirbelkörpers (Fig. 27 *a*). Die Bogenbasen (Fig. 27 *n*, *h*) sitzen derselben, und zwar durch eine prochondrale Schicht geschieden, vollkommen getrennt auf. Dieselbe zeigt nicht allein unter den Bogenbasen, sondern in der ganzen Umgebung des Wirbelkörpers an der Oberfläche die Zellstränge (Fig. 27 *g*), welche ich bereits bei *Rhinobatus Thouini* erwähnte, allein es zeigt sich ein Fortschritt insofern, als in denselben längsverlaufende Gefässkanäle auftreten können, und ist das der Fall, dann findet eine Verkalkung in der Umgebung der-

selben statt. Möglich, dass mit diesem Auftreten der Gefässe die Veränderung, welche in der Aussenzone des Wirbelkörpers auftritt, zusammenhängt.

Rings um den Doppelkegel (Fig. 27 *d*) findet sich (Fig. 27 *a*) eine gleichmässig verkalkte Lage gemischten Knorpels, wie sie bei Thouini in der ganzen Aussenzone verbreitet ist, dann aber folgt ein verkalkter Knorpel (Fig. 27 *a'*), welcher einerseits Streifungen zeigt, andererseits aber deutlich in einzelne Abtheilungen zerfallen ist. Die einzelnen sind mehr oder minder regelmässig und mehr oder minder deutlich und verschieden tief getrennt, immer aber lassen sich drei seitliche, davon zwei schräg gegen die Bogenbasen gerichtete, und eine dorsale und ventrale Abtheilung unterscheiden. Es erscheint auf dem Querschnitt das Bild einer Rosette. Die einzelnen Blätter werden von einem verkalkten, gemischten Rundzellenknorpel gebildet und werden von Streifen durchsetzt, welche jedoch nichts weiter wie breitere Abschnitte verkalkter Grundsubstanz darstellen und wohl darauf hinweisen, dass die Verkalkung nicht gleichmässig eintritt, sondern einzelne Parthien an der Oberfläche ergreift. Zwischen diesen wird dann die prochondrale Grundsubstanz stärker entwickelt sein. Zwischen den Blättern der Rosette zeigt sich in der Tiefe ebenfalls verkalkter, gemischter Knorpel, allein die Zellen sind nicht rundlich, sondern mehr abgeplattet und radiär gestellt. Diese Verkalkung schreitet gegen die Oberfläche nur wenig vor, und das hat zur Folge, dass bei dem Eintrocknen der Wirbelkörper, bei dem Schrumpfen des zwischen den Blättern der Rosette befindlichen Knorpels an der Oberfläche des Wirbelkörpers zwischen ihnen Vertiefungen entstehen müssen, und diese müssen natürlich bei der Betrachtung von der Seite vier an der Zahl sein.

Die hyalinknorpeligen Bogen sind nicht allein von Zellsträngen, sondern, wenn auch sparsam, von Gefässen (Fig. 27 *h*) durchsetzt. Der Vorknorpel der Oberfläche verkalkt in Abschnitten zu den sechsseitigen Plättchen. Das Wachsthum der Bogen geht hier, wie bei dem *Rhinobatus* Thouini, nicht allein an der Oberfläche, sondern auch an der Schicht vor sich, welche, die Bogenbasen trennend, den Wirbelkörper (Fig. 27) rings umgiebt.

Fragen wir uns nun, wie dieses eigenthümliche Aussehen des oberflächlichen Theiles der Aussenzone des Wirbelkörpers zu Stande kommt, was die Strahlen- oder Rosettenform bedingt, so kann darüber nur die Entwicklungsgeschichte Aufklärung geben. Leider habe ich kein entsprechendes Material zur Verfügung gehabt, und somit bleibt die Frage im Grunde genommen unbeantwortet. Es liegt aber nahe, zwei Momente zur Erklärung heranzuziehen, einmal das Auftreten von Gefässen, welche doch gewiss bei der Form der Verkalkung eine gewisse Rolle zu spielen berufen sind, und dann die Thatsache, dass wir in den einzelnen und namentlich in den ausgedehnten Abschnitten der Wirbelanlage, in der Bogenanlage sowohl, wie in der Aussenzone der Wirbelkörperanlage die Gewebsumwandlung und Entwicklung nicht in gleichmässiger Weise vorschreiten sehen, sondern dass eine dishomogene Entwicklung und Umbildung häufig vorkommt. Es hat den Anschein, als ob ursprünglich, wie bei *Rhinobatus* Thouini, die Aussenlage gleichmässig sich ausbildete und in Gestalt der innersten um den Doppelkegel gelagerten Schicht verkalkte, dass dann aber, wohl unter dem Einflusse der Gefässe, die wachsende Aussenzone an der Oberfläche sich ungleichmässig entwickelte. Wir haben ja bei den *Pristiophoridae* sowohl, wie bei den *Squatinorajae* fossiles, wie bei *Rhinobatus* Andeutungen dafür in den flügel förmigen Verbreiterungen der ring förmigen Verkalkung der Aussenzone. Was dort in der Bildung begriffen, ein weiterer Fortschritt in der Organisation und ein Zeichen jüngeren Alters ist, ist bei *Rhinobatus Horkeli* vollendet oder weitergeführt.

Wenden wir uns jetzt zu dem fossilen Vorkommen dieser *Rhinobatiden*form, so gelingt es un schwer eine Anzahl ihr zugehöriger Wirbel nachzuweisen, wenn es auch nicht immer leicht und häufig

ohne mikroskopische Analyse vollkommen unmöglich ist, eine sichere Bestimmung vorzunehmen. Ich zweifle nicht daran, dass weiter geführte Untersuchungen noch eine grosse Fülle interessanter anatomischer und paläontologischer Einzelheiten zu Tage fördern werden.

Der älteste, *Rhinobatus Horkeli* angehörige Wirbel entstammt der oberen Kreide (Ciply), und verdanke ich denselben der Güte des Herrn Dupont. Das brüsseler Museum besitzt ihrer eine Anzahl und alle tragen ausgeprägt die äusseren, charakteristischen Merkmale der lebenden Thiere. Wenn ich nun sage, der Wirbel gehört *Rhinobatus Horkeli* an, so brauche ich wohl nicht hervorzuheben, dass das fossile Thier nicht absolut mit diesem identisch ist, sondern nur einer nahestehenden Form angehört. Darauf weist nicht allein die bedeutende Grösse des fossilen Wirbels und somit auch des ganzen Thieres, darauf weisen auch Besonderheiten im Bau hin, auf welche ich alsbald zu sprechen komme. Es kann recht wohl eine Stammform des *Horkeli* gewesen sein, welche somit in unseren Meeren lebte, seit jener Zeit aber aus diesen zurückgedrängt, allmählig unter dem Einflusse ungünstiger äusserer Verhältnisse in den abgeleiteten Formen auch an Grösse abnahm. Es wäre in diesem wie in jedem anderen Falle, wo Uebergangs- und Vermittlungsformen sich geltend machen, im höchsten Grade wichtig, auf der Ausbreitungs- resp. Rückzugslinie der Thiere die paläontologischen Materialien der verschiedenen Länder durchzuarbeiten, da man nur auf diese Weise ein wissenschaftliches Fundament für die geographische Verbreitung der Thiere und für die Ursachen zur Aenderung derselben gewinnen kann. Diese Aufgabe ist sowohl eine lohnende, wie für einen mit hinreichenden Mitteln und Bekanntschaften ausgerüsteten Forscher auch verhältnissmässig leichte, wenn einmal der rothe Faden zur Erkennung der Ueberreste gezogen ist.

Die Wirbelhöhlung mit breiten, zahlreichen Streifen, als Ausdruck innerer Schichtung, besitzt die etwas mehr rechtwinklige, querovale Gestalt der des *Horkeli* mit kaum angedeuteter Randfläche. Dieselbe ist flach, der centrale Doppelkegel somit steil ansteigend (Fig. 28). Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 29) oder von oben (Fig. 30) zeigen sich einmal die stark aufgeworfenen Enden des Doppelkegels, und es tritt das Verhältniss der Höhe zur Länge des Wirbels wie bei *Horkeli* zu Tage. Dabei zeigen sich wie bei getrockneten Wirbeln von *Horkeli*, allein der Grösse und dem Verschwinden der Weichtheile entsprechend viel deutlicher, die vier Vertiefungen, welche dem Zwischenraum zwischen den Abtheilungen der Rosette entsprechen. Dieselben sind unregelmässig und radiär in die Tiefe dringend. Während nun aber bei *Horkeli* der Abschnitt zwischen den beiden mittleren Vertiefungen der Seitenfläche breiter als die übrigen erscheint, ist das bei diesem Wirbel nicht der Fall, sondern es erscheinen um den ganzen Wirbel herum die Vertiefungen in gleichen Abständen, und darauf ist paläontologisch einiger Werth zu legen (Fig. 29, 30). Ein mittlerer, senkrechter Querschnitt durch den Wirbel klärt augenblicklich das Strukturverhältniss (Fig. 31). Der centrale Doppelkegel ist in der Mitte (Fig. 31 *d*) wie bei den bisher betrachteten *Rhinobatiden* dünn und verdickt sich gegen die Enden hin ganz ausserordentlich. Um denselben liegt wie bei *Horkeli* eine gleichmässige, verkalkte Zone mit Höhlen für die einzelnen Zellen und da dieselben gross sind, lässt sich schliessen, dass es sich im Leben um einen gemischten Knorpel handelte. Diese Zone (Fig. 31 *a*) erscheint nun aber relativ stärker, wie bei *Horkeli* und damit steht dieser Wirbel meiner Ansicht nach auf niederer Stufe, und als Folgeerscheinung zeigen sich die Strahlen des peripheren Theils der Aussenzone, zwischen deren Basen übrigens wieder Verkalkungen wie bei *Horkeli* vorkommen, kürzer und plumper. Im Uebrigen zeigen dieselben auch einige nicht uninteressante Formabweichungen. Sind bei *Horkeli* die Seitenabtheilungen der Rosette am stärksten, so sind diese (Fig. 31) bei diesem Thiere schwach, dagegen die dorsalen Schrägstrahlen am entwickeltsten. Im Uebrigen zeigt sich bei diesem Thiere

wie bei Horkeli als charakteristisches Merkmal, dass der dorsale Mittelstrahl stärker als der ventrale entwickelt ist. Für die Orientirung am Wirbel ist das nicht unwesentlich.

Ein Wirbel, welcher sich namentlich bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 32) noch viel mehr dem lebenden Horkeli auch in der Grösse nähert, und welcher ebenfalls dem brüsseler Museum entstammt, ist der aus dem Eocen (Etterbeck), und habe ich in jüngster Zeit einen ganz gleichen unter den dem berliner Museum gehörigen Wirbeln aus der Ob. Kreide von Maestricht gefunden. Während die Wirbelhöhlung (Fig. 33) mehr kreisrund, mit schmaler Randfläche und schmalen Streifen, als Ausdruck lamellöser Schichtung der Aussenzone des Wirbelkörpers erscheint, zeigen sich die Enden des centralen Kegels etwas weniger breit aufgeworfen, wie bei dem vorigen Wirbel (Fig. 32 u. 34). Dafür zeigt sich aber die Abtheilung zwischen den beiden mittleren Vertiefungen der Seitenfläche (Fig. 32) breit, wie bei Horkeli, während die Vertiefungen dorsal und ventral vollkommen gleiche Abstände zeigen. Dem entspricht das Querschnittsbild. Die Stärke des centralen Doppelkegels (Fig. 32 *d*), die Stärke der ringförmigen Verkalkungsschicht der Aussenzone, die Richtung der Strahlen, die Verkalkung an ihren Basen, alles dies (Fig. 32 *a a'*) entspricht, wie auch die gewebliche Zusammensetzung vollkommen dem Horkeli. Ein Unterschied, und damit wird dann wohl auch der Gesamthabitus etwas variirt haben, liegt nur darin, dass der dorsale und ventrale Strahl gleich entwickelt sind. Ob nun dieses Verhältniss in den verschiedenen Körperabschnitten wechselt, das wäre wohl bei dem lebenden Horkeli der Untersuchung werth.

Ein etwas anderes, aber sehr interessantes Aussehen bietet ein dem brüsseler Museum angehöriger, dem Eocen (Voluwe Sct. Lambert) entstammender Wirbel. Er bildet meiner Ansicht nach einen guten Uebergang zu den Verhältnissen bei dem alsbald zu beschreibenden *Rhinobatus cemiculus*. Die Wirbelseitenfläche (Fig. 36) bietet allerdings nichts Abweichendes von dem vorigen, ebenso wenig die ventrale (Fig. 38), dagegen zeigt sich bei Betrachtung des dorsalen Abschnittes des Wirbelkörpers ein breites Mittelfeld (Fig. 37) und die Seitenabtheilungen ragen diesem so sehr entgegen, dass die Vertiefungen schmal, spaltförmig erscheinen, und dass die Enden der beiden dorsalen Schrägstrahlen daraus hervorsehen, ähnlich wie die Strahlen an den *Carchariden*wirbeln, ein Anblick, der, wie wir sehen werden, bei fossilen *Rhinobatus cemiculus* noch täuschender wird. Der mittlere Querschnitt belehrt uns über die Ursache. Der mittlere dorsale Strahl ist stark entwickelt (Fig. 39), viel stärker, wie der ventrale. Die dorsalen Schrägstrahlen sind dagegen dünner, wie die ventralen, und da ist es kein Wunder, wenn die breiten Seitenstrahlen sich den dorsalen viel mehr nähern, als den ventralen,

Rhinobatus cemiculus

Taf. XV

wird von Günther, wie es scheint, höchstens als eine Varietät des Horkeli angesehen, und stammesgeschichtlich betrachtet liegt dem eine grosse Wahrheit zu Grunde. Es handelt sich um eine von Horkeli abgeleitete und ihr entstammende Form, welche bei dem Rückzuge dieser Thiere aus unseren Meeren gegen die brasilianische Küste sich den Verhältnissen anschmiegend ihren Wohnsitz, dem ursprünglichen näher, im Mittelmeer aufgeschlagen hat, oder besser ausgedrückt, die bei dem Aussterben des Horkeli und dessen Stammformen in unseren Breiten den Verhältnissen sich anschmiegend und variirend ihre Wohnorte nahezu bewahrt hat.

Ich betrachte *cemiculus* als eine jüngere, abgeleitete Form, weil im Aufbau der Wirbelsäule sich

Unterschiede und Fortschritte geltend machen, welche dieses Thier gegenüber *Thouini* sowohl, wie *Horkeli* charakterisiren.

Ich habe auch hier wieder nur Schwanzwirbel untersuchen können, und werden die Verhältnisse am Rumpfe gewiss einige Aenderungen erfahren. Bei jenen ist die Wirbelhöhlung etwas höher, als breit, flach, mit Streifen und centraler Durchbohrung der Chorda. Eine Randfläche ist kaum angedeutet. Der herausgeschälte Wirbelkörper ist viel höher als lang, während das Umgekehrte der Fall zu sein scheint, wenn man ein Stück der Schwanzwirbelsäule von der Seite her betrachtet. Es rührt das von dem weiteren Uebergreifen der Bogenbasen über die Seitenfläche der Wirbelkörper her, und das erscheint mir stärker ausgeprägt, als bei *Horkeli* (Fig. 40 u. 41). Nicht allein die Bogen, sondern auch, und das ist ausserordentlich wichtig (Fig. 40 u. 41 *o*), die Wirbelkörper zwischen den Bogenbasen sind mit sechseitigen Kalkschüppchen bedeckt und dadurch entsteht der Anschein (Fig. 40), als griffen die Bogen rings um den Wirbelkörper herum. Auch bei diesen Thieren zeigt sich Diplospondylie, und die Enden des centralen Doppelkegels erscheinen aufgeworfen (Fig. 40). Die Neurapophysen haben dieselbe Gestalt wie bei *Horkeli* und werden in der Mitte von den ventralen Nervenstämmen (Fig. 40 *n*) durchbohrt. Die *intercalaria*, welche ebenfalls in der Mitte von den dorsalen Nervenstämmen durchbrochen werden (Fig. 40 *m*), sind unregelmässig, bald rautenförmig, bald breit, dreiseitig. Immer aber ragen sie über den Rückenmarkskanal und schliessen denselben, so dass besondere Schlussstücke fehlen. Den unteren Bogen (Fig. 40 *h*) fehlen sowohl *intercalaria*, als Schlussstücke. Sie sind nach hinten an den Enden abgebogene, vierseitige Platten.

Die Chorda ist im Centrum des Wirbels auf einen schmalen, bandartigen, von der Seite her comprimierten *funiculus chordae* reducirt. Die wie bei *Horkeli* mässig stark entwickelte Innenzone besteht aus einem gemischten Knorpel von derselben Zusammensetzung wie dort (Taf. III, Fig. 39) (prochondrale Grundsubstanz um die Zellen, hyaline zwischen ihnen) und verkalkt an der Oberfläche (Knollenverkalkung) (Taf. III, Fig. 39, 41). Die Verkalkung ist hier aber etwas weiter vorgeschritten, wie bei *Horkeli*. Das Intervertebralgewebe zeigt sich wie bei *Spinax niger*.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 41 *d*), welcher eine Gestalt wie bei den übrigen *Rhinobatiden* besitzt, zeigt die gleiche gewebliche Zusammensetzung, und somit concentrirt sich auch hier das Hauptinteresse auf die Aussenzone (Fig. 41 *a a'*). Die ringförmige, um den centralen Doppelkegel gelegene Verkalkung der Aussenzone (Fig. 41 *a*), welche ja als die ursprüngliche anzusehen ist, zeigt auch hier wieder einen gemischten Knorpel mit runden, einzeln liegenden Zellen, allein dieselbe ist weniger entwickelt wie bei den bisher betrachteten *Rhinobatiden*. Die periphere Lage zeigt (Fig. 41 *a'*) wieder die Strahlenbildung wie bei *Horkeli* und den fossilen Verwandten, in derselben lamellosen Schichtung und mit derselben Zusammensetzung (gemischter Rundzellenknorpel), allein die Strahlen sind durch weitere Zwischenräume getrennt, an ihren Basen kaum durch besondere Verkalkungen verbunden, und der ausgedehntere, gemischte Knorpel zwischen ihnen zeigt eine deutlichere radiäre Anordnung der Elemente, ein Zeichen des ausgeprägten radialen Wachsthum in diesem Theile, mehr als es bei den *Horkeli* der Fall ist. Zudem sind sämmtliche Strahlen nahezu gleich stark und an ihrem Ende kolbig verdickt, nur der ventrale (Fig. 41) erscheint mehr gerade abgeschnitten und dünner wie bei *Horkeli*. Von einem Ueberwiegen der Seitenstrahlen ist gar keine Rede. Dafür zeigt sich aber an der Seitenfläche des Wirbelkörpers an den Seitenstrahlen eine innige Verbindung derselben (Fig. 41 *o*) mit den Oberflächenverkalkungen, und dasselbe findet zwischen den Basen der Rückenmarksbogen und dem dorsalen Strahle statt. Das Gewebe der Kalkplatten geht einfach in das der Strahlen über, so dass dieselben (Fig. 41) flügel- oder plattenartig verbreitert erscheinen, paläontologisch ein ungemein wichtiges Merk-

mal und Zeichen eines weiteren Fortschrittes in der Organisation. Uebrigens finden sich auch hier rings um den Wirbelkörper, namentlich unter den Bogenbasen, in der Peripherie der Aussenzone desselben Blutgefässe. Die getrennt aufsitzenden Bogen bestehen aus Hyalinknorpel und zeigen an der Oberfläche plättchenförmige Verkalkungen, und in diesen zeigen sich die in der Einleitung beschriebenen Nester hinter einander geordneter, geschichteter Knorpelzellen (Taf. II, Fig. 19).

Bezüglich des Vorkommens von *Rhinobatus cemiculus* in früheren Erdperioden ist es interessant, dass dasselbe das gleiche ist wie bei Horkeli, und das spricht für den Zusammenhang und die enge verwandtschaftliche Zusammengehörigkeit der beiden, welche, wie wir sehen werden, früher noch enger war, als jetzt. Der jetzt lebende *cemiculus* hat sich weiter von Horkeli entfernt, als seine ausgestorbenen Verwandten.

Ich kenne ihnen zugehörige fossile Wirbel aus der Oberen Kreide von Maestricht, dem berliner Museum gehörig, und aus dem Eocen (Etterbeck), welche dem brüsseler Museum entstammen. Beide bieten vollkommen übereinstimmende Verhältnisse, und halte ich mich der Grösse der Wirbel nach zu urtheilen überzeugt, dass in beiden Fällen Schwanzwirbel aus der Basis vorliegen, welche ich ja auch an der lebenden Form untersuchte.

Die Wirbelhöhlung ist (Fig. 42) queroval, mit Streifung im Innern und schmaler, abgeplatteter Randfläche. Die Wirbelränder sind wie bei Horkeli aufgeworfen, höher wie lang (Fig. 45) und bieten bei oberflächlicher Betrachtung, namentlich ventral und dorsal (Fig. 43 u. 44) ein Bild wie kleine Carcharidenwirbel dar. Es finden sich zwei dorsale und ventrale Vertiefungen, in denen eine Leiste vorspringt. Sieht man nun aber genau zu, so sieht man nicht wie bei den Asterospondyliwirbeln in einen pyramidalen, tief in den Wirbelkörper dringenden Hohlraum, sondern entdeckt, dass sich die Vertiefung unter einer Oberflächenplatte fortsetzt und damit ist dann der wesentlichste Unterschied gegeben. Die seitlichen, die dorsale und ventrale Platte sind nicht wie bei den Carchariden u. s. w. integrirende Bestandtheile des Wirbelkörpers, sondern sie sind unterminirt. Ein medianer Querschnitt belehrt einen augenblicklich. Es tritt das charakteristische Bild des *Rhinobatus*wirbels auf, allein die Seitenstrahlen sind wie der dorsale mit den plattenförmigen Oberflächenverkalkungen (Fig. 46 *o*) verwachsen und diese stellen zusammen die gleichmässige dorsale und die Seitenplatte dar, welche die schrägen Strahlen fast verdrängen. Sonst sind die Verhältnisse nahezu die gleichen, wie bei dem lebenden *Rhinobatus cemiculus*, nur findet sich eine Annäherung an Horkeli dadurch, dass die centrale Ringschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers (Fig. 46 *a*) etwas stärker ist, wie bei der lebenden Form, und dass weiterhin die Seitenstrahlen nicht ebenso dünn sind wie die übrigen, sondern ein Massenverhältniss zeigen, wie es dem *Rhinobatus Horkeli* zukommt.

Trygonorhina fasciata.

Taf. XV.

In jüngster Zeit hatte ich Gelegenheit, Wirbel aus der Basis des Schwanzes von *Trygonorhina fasciata* (Museum Godeffroy) zu untersuchen), eine Form, welche durch das kürzere rostrum und die Kopfverbreiterung sich von den Rhinobatiden unterscheidet und sich mehr der Rochenform nähert, als es sonst bei diesen Thieren, mit Ausnahme etwa von *Rhinobatus brevirostris* und Blochii, deren Wirbelbau zu untersuchen von besonderem Interesse wäre, der Fall ist. Schon durch den äusseren Habitus zeichnet sich das Thier als paläontologisch jüngere Form aus, und das bestätigt auch der Bau der Wirbel. Trotz vieler äusserer Aehnlichkeiten, welche dieselben mit denen der Rhinobatiden na-

mentlich mit denen von *Horkeli* und *cemiculus* haben, sind dieselben doch nicht von diesen jetzt lebenden Hairochen abzuleiten, sondern sie müssen fossilen Formen entstammen, welche älter als *Rhinobatus Thouini* unter den *Squatinatorajae*, etwa unter *Aellopus* zu suchen wären. Das Vorhandensein von *intercalaria haemalia* (Fig. 48 *m'*) zeichnet sie vor den jetzt lebenden von mir untersuchten Hairochen aus.

Die Wirbelhöhlung zeigt das liegende Queroval, welches ja *Rhinobatus Thouini* auszeichnete, jedoch ist die Umrissfigur nicht rein, sondern nähert sich bereits dem Rechteck. Der Wirbelrand ist kaum ausgeprägt. Die Höhlung ist flach und zeigt als Ausdruck innerer lamellöser Schichtung (Fig. 47) nur wenige Streifen. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda ist central. Von der Seite betrachtet erscheinen die Wirbelkörper länger, als bei den übrigen *Rhinobatiden*, und selbst, wenn man dieselben isolirt, ist das Verhältniss zwischen Höhe und Länge kein so ungünstiges. Die Wirbelenden sind ziemlich breit aufgeworfen, das Intervertebralgewebe schmal (Fig. 48). Die Seitenfläche der Wirbelkörper zeichnet sich nun aber nicht durch eine Seitenplatte, wie bei den *Rhinobatiden*, aus, sondern durch eine Leiste (Fig. 48), welche die Verkalkungen oben und unten vollkommen trennt. Diese treten in Gestalt von sechsseitigen Plättchen auf und bedecken überall die Bogen (Fig. 48 u. 49), welche nahezu rings um den Wirbelkörper vereinigt sind und nur auf schmale Strecken in der dorsalen, ventralen und seitlichen Mittellinie getrennt erscheinen (Fig. 49), im übrigen aber, was ich jetzt bereits hervorheben will, allmählig mit ihrem Gewebe in die Wirbelkörperaussenzzone (Fig. 49) übergehen, alles Merkmale, dass wir es mit einer jüngeren, abgeleiteten Thierform zu thun haben. Am Schwanz ist ausgeprägte *Diplospondylie* vorhanden (Fig. 48). Die in der Mitte von den ventralen Nervenstämmen durchbohrten *Neurapophysen* (Fig. 48 *n*) sind regelmässig gestaltet, rautenförmig, jedoch mit einem der Wirbelseitenfläche anliegenden, unteren, abgerundeten Winkel. Die *intercalaria*, welche ebenfalls in der Mitte der unteren Spitze durchbohrt werden, sind regelmässig keilförmig gestaltet, schliessen ziemlich dicht an einander und besitzen keine Schlussstücke (Fig. 48 *m*). Die *Haemapophysen* sind im Ganzen (Fig. 48 *h*) vierseitige, dichtschliessende, an den Enden nach hinten übergebogene Platten, welche jedoch dicht unter dem Zwischenwirbelraum eine tiefe, halsartige Einschnürung zur Aufnahme der elliptischen *intercalaria haemalia* (Fig. 48 *m'*) zeigen, an deren Enden regelmässig Gefässe durchbrechen.

Der mittlere Wirbelquerschnitt ist sehr unterrichtend und interessant. Die Chorda ist von der Seite her auf einen schmalen *funiculus* zusammengedrückt (Fig. 49), ganz wie bei den *Rhinobatiden*. Die Innenzone ist dünn und besteht aus einem gemischten Knorpel von derselben Zusammensetzung, wie bei *Rhinobatus Horkeli* und *cemiculus* und zeigt an der Oberfläche dem entsprechend Knollenverkalkung, zur Verstärkung des centralen Doppelkegels. Dieser ist wie bei den eigentlichen Hairochen im Centrum dünn (Fig. 49 *d*), gegen die Enden der Wirbelkörper dagegen verdickt er sich mächtig und besteht aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel. Aus demselben Gewebe besteht auch die ringförmig um den Doppelkegel gelegte, innere Schicht der verkalkten Aussenzzone (Fig. 49 *a*). Diese ist dünn, wie bei *Rhinobatus cemiculus*, abermals ein Zeichen des jüngeren Alters des Thieres. Die Hauptmasse der Aussenzzone besteht aus gleichmässig entwickelten, schräg gegen die Bogenbasen und gegen die dorsale, ventrale und seitliche Mittellinie gerichteten, lamellos geschichteten (Fig. 49 *a'*), schmalen, mit abgerundeten Enden versehenen Strahlen, von denen die letzteren sich zwischen die Bogenbasen schieben und sie trennen, ohne jedoch wie bei *Rhinobatus cemiculus* mit den Verkalkungen derselben untrennbar zu verschmelzen. Die aus gemischtem Knorpel bestehenden Strahlen zeigen immer die Zellen mit ihren hyalinen Höfen einzeln gelagert. Die wie bei *Rhinobatus cemiculus* regelmässigen und ziemlich breiten Zwischenräume sind, wiederum ein Zeichen jüngeren Alters, mit

hyalinem Knorpel gefüllt, dessen Zellen jedoch mehr spindelförmig radiär angeordnet und membranlos erscheinen. Nur an der Oberfläche (Fig. 49) der Aussenzone erscheint als eine letzte Andeutung der die Bogenbasen trennenden, rings um den Wirbelkörper gehenden Schicht der Rhinobatiden eine Grenzzone gemischten Knorpels, die unter den Bogenbasen am deutlichsten ist, allein die Trennung nur andeutet, nicht vollführt. Das Gewebe der Bogen ist hyaliner Knorpel, in welchem die Zellen zu schönen Gruppen zusammengelagert sind. Die Kalkplättchen zeigen den gewöhnlichen Bau, wie er bei den Tectospondyli vorkommt.

Fossile Repräsentanten habe ich nicht gefunden, und das kann ja auch nicht Wunder nehmen, da einmal das Thier jüngeren Alters ist und zweitens seine Wohnsitze in der australischen See hat. Für die Stammesgeschichte des Thieres wäre es namentlich wichtig, wenn eine Untersuchung der Wirbel des dem Cap entstammenden *Rhinobatus Blochii* vorgenommen würde.

Rhynchobates.

Taf. XVI.

Die Wichtigkeit der Untersuchung der Wirbel dieser seltenen Gattung verdanke ich der ausserordentlichen Freundlichkeit meines verehrten Herrn Collegen v. Siebold, welcher mir gestattete, dem einzigen Exemplare der schönen münchener Sammlungen von *Rhynchobates laevis* oder *djeddensis* ein Paar Wirbel aus der Schwanzbasis zu entnehmen. Ich statte ihm hierfür, sowie für alle anderen seltenen Gaben, welche mich wesentlich in meinen Interessen gefördert haben, meinen innigsten Dank ab.

In dem Bau der Wirbel schliesst sich *Rhynchobates laevis* am nächsten an *Rhinobatus Thouini* an, mehr als an die übrigen, allein er hängt durchaus nicht direkt mit den Rhinobatiden zusammen, sondern nimmt, und das entspricht durchaus den bisherigen Anschauungen, wie sie durch J. Müller und Henle und in neuester Zeit von Günther vertreten werden, eine besondere Stellung diesen gegenüber ein und zeigt noch mehr wie *Trygonorbina* eine Art Mittelstellung zwischen ihnen und *Pristis*. Es ist immerhin, worauf alle Merkmale hinweisen, eine jüngere Form, wohl entstanden aus Formen, jüngeren *Squatinorajae* angehörig, welche *Rhinobatus Thouini* nicht allzu ferne standen. Darauf scheint mir, wenn ich der Beschreibung von Günther folge, auch die Form der Placoidschuppen hinzuweisen, wenigstens widerspricht das Verhalten derselben der Annahme nicht.

Der entscheidende Beweis für die Richtigkeit meiner Annahme der Stellung des *Rhynchobates* im natürlichen System der Elasmobranchier liegt darin, dass die bei den Rhinobatiden getrennten Bogenbasen rings um die Mitte des Wirbelkörpers (Fig. 50 u. 52) zur vollkommenen Vereinigung gekommen sind. Das bedingt trotz aller sonstigen Aehnlichkeit der Wirbelsäule einen wesentlichen Fortschritt.

Ein aus der Umgebung der Bogen herausgeschälter Wirbelkörper zeigt, und das ist paläontologisch von einiger Wichtigkeit, dass die Höhe desselben um die Hälfte grösser ist, als die Länge. Die Ränder (Fig. 50) zeigen sich breit aufgeworfen, gewulstet, ähnlich wie bei *Pristis*. Demnach ist der von der Vereinigung der Bogen eingenommene Raum zwischen ihnen (Fig. 50) schmal und zeigt sich mit Kalkschüppchen bedeckt. Die Wirbelhöhlung erscheint rund, flach, ohne Streifung und besitzt der geringen Ausdehnung des Zwischenwirbelgewebes entsprechend eine schmale Randfläche (Fig. 51). Auch bei diesem Thiere ist am Schwanze Diplospondylie (Fig. 50) vorhanden. Die Neura-physen (Fig. 50 u. 52 n), welche wie überhaupt die Bogentheile an ihrer Oberfläche von schönen, sechsseitigen Kalkschüppchen bedeckt sind, sind niedrig, dreiseitig, ähnlich denen der Rhinobatiden.

Die intercalaria (Fig. 50 *in*) sind unregelmässig keilförmig, manchmal in Stücke getheilt. Sie schliessen sich über dem Rückenmarkskanal und somit fehlen die Schlussstücke, wie bei *Rhinobatus cemiculus*. Die Haemapophysen (Fig. 50 u. 52 *h*) sind im Ganzen genommen vierseitige Platten und an ihren Enden nach hinten abgebogen. Sie schliessen nur an ihrer Wurzel und an den Enden dicht zusammen, sind aber im Uebrigen durch elliptische, mit Bindegewebe ausgefüllte Lücken von einander getrennt. Auch hier fehlen, und das ist ein Zeichen jüngeren Alters, sowohl die intercalaria, als die Schlussstücke.

Eine Querschnittsserie zeigt, dass der centrale Doppelkegel (Fig. 52 *d*) in der Mitte ausserordentlich dünn, gegen das Ende hin dagegen ungemein verdickt ist, und dass die Form der bei *Rhinobatus Thouini* ähnelt. Auch hier erscheint ein funiculus chordae als seitlich abgeplattetes Band. Die Innenzone besteht aus einem gemischten Knorpel von demselben Bau, wie bei *Rhinobatus Horkeli* und *cemiculus* und zeigt an der Oberfläche zur Verstärkung des centralen Doppelkegels eine mässig ausgedehnte Verkalkung (Taf. II, Fig. 27). Gegen den Zwischenwirbelraum geht dieselbe in ein dickes Gewebslager über, welches man nicht anders, denn als Spindelzellknorpel bezeichnen kann, und dieses zeigt an der Oberfläche sogar einen faserigen Zerfall der Grundsubstanz. Der centrale Doppelkegel ist genau so gebaut, wie bei den Rhinobatiden und erfolgt sein Wachstum an der Peripherie, im Zwischenwirbelraume, wie bei *Spinax*. Die Aussenzone, welche einen kurzen, mittleren, dorsalen und ventralen Fortsatz zeigt, welcher jedoch die Bogenbasen nicht trennt, ist ganz gleichmässig aus einem schönen, gemischten, verkalkten Knorpel zusammengesetzt, dessen Zellen mit ihren hyalinen Höfen (Fig. 52 *a*) meistens einzeln im verkalkten Netzwerk der prochondralen Grundsubstanz liegen. An der Oberfläche findet sich noch eine schmale Ringzone unverkalkten, gemischten Knorpels, und dieser folgt eine dünne, vorknorpelige Lage (Fig. 52 *g*), welche den eigentlichen Wirbelkörper von den Bogenbasen und der Bogenvereinigung scheidet und von diesem aus erfolgt das Wachstum der Bogen.

Die rings um den Wirbelkörper verschmolzenen Bogen bestehen aus hyalinem Knorpel, zeigen jedoch unmittelbar an der unverkalkten Lage der Aussenzone zum Theil in die Tiefe dringende Zellzapfen, grösstentheils jedoch Gefässe (Fig. 52), welche ziemlich regelmässig vertheilt der Länge nach über den Wirbelkörper verlaufen. Solche Zellzapfen, beziehungsweise Gefässe, finden sich jedoch nicht allein unter den Bogenbasen, sondern dringen auch an verschiedenen Stellen der Bogenoberfläche ein und sind in ihrer prochondralen Umgebung immer von Verkalkungen begleitet. Die plättchenförmigen Verkalkungen finden sich auch hier stets an der Grenze der vorknorpeligen Oberfläche der Bogen und der hyalinen, centralen Masse derselben und zeigen denselben Bau wie bei den Rhinobatiden.

Fossile Repräsentanten des *Rhynchobates* habe ich nicht zu finden vermocht, es erscheint aber nicht unwahrscheinlich, dass solche bei der Durchsicht der paläontologischen Sammlungen südlicher Länder zum Vorschein kommen werden.

P r i s t i s.

Taf. XVI.

In dem Baue der Wirbel zeigt sich *Pristis* jünger als die Rhinobatiden. Dabei scheint die Vereinigung der Bogen rings um den Wirbelkörper (Fig. 55) darauf hinzuweisen, dass die Sägehaie dieselbe Stufe wie *Rhynchobates* einnehmen, allein bei näherer Betrachtung ergibt sich, dass die *Pristiden* viel älter sein müssen. Darauf weist nicht allein ihr ganzes haiartiges Aussehen, darauf weist auch das mit Zähnen besetzte rostrum, welches auf das Lebhafteste an das des *Pristiophorus* erinnert, hin.

Es lehrt das aber auch die Paläontologie, da die Sägehaie bereits im Pläner, im Turon auftreten und in der Molasse eine gewaltige Verbreitung finden, gewiss ein Beweis für die Abstammung von alten Formen. Sie sind ein jüngerer Seitenzweig der Squatinorajae und vermitteln die Verbindung mit den Rhinobatiden. Von den letzteren steht ihnen dem Bau der Wirbelsäule nach *Rhinobatus Thouini* am nächsten, und das tritt auch in der Form der Placoidschuppen (Fig. 59 u. 60) zu Tage. Ausser ganz jungen Thieren habe ich das Glück gehabt ein mächtiges, ausgewachsenes Exemplar untersuchen zu können und namentlich Letzteres hat Licht über eine ganze Anzahl fossiler Wirbel verbreitet, und vor allem habe ich gesehen, dass diejenigen Wirbel, welche ich ¹⁾ als Squatinawirbel mit rundem Querschnitt bezeichnet habe, diesen Thieren angehören, wirkliche Pristiden sind.

Die Form der Wirbelhöhlung ist bei jungen und erwachsenen Thieren ein klein wenig verschieden. Während sie bei letzteren vollkommen kreisrund erscheint, so ist bei ersteren die Höhe ein klein wenig grösser, als die Breite, sie erscheint also als stehendes Oval (Fig. 54). Die Höhlung ist flach und central von der Rückenseite durchbohrt. Namentlich bei älteren sind die Streifen als Ausdruck des schichtweisen Wachsthums des centralen Doppelkegels ganz ausserordentlich schön entwickelt, während sie dagegen bei jüngeren Thieren (Fig. 54) sparsam erscheinen. Eine Randfläche ist kaum zu unterscheiden. Der Rand der Höhlung ist nur ein klein wenig übergebogen und geht bei erwachsenen Thieren gerundet in die aufgewulsteten Enden der Wirbelkörper über.

Bei jüngeren Thieren sieht man bei Betrachtung der Wirbelsäule von der Seite (Fig. 53) die Wirbelkörper in der ganzen Ausdehnung durch den Bogenbelag hindurchschimmern, weil die Verkalkung an der Oberfläche nur sehr zart und wenig vorgeschritten ist, während bei Erwachsenen Schwanzsowohl, wie Rumpfwirbelsäule ein ganz anderes Bild darbietet (Fig. 57). Die Verkalkung an der Oberfläche hat eine beträchtliche Stärke gewonnen und verdeckt die tieferen Theile. Die Wirbelkörper erscheinen an beiden Körperabschnitten (Fig. 57) nahezu vollkommen bedeckt, und kommen die durch schmales Intervertebralgewebe verbundenen, gewulsteten Ränder nur in der Mitte des Zwischenwirbels in kreisförmigen Ausschnitten zum Vorschein. Diese erscheinen am Rumpfe ganz ausserordentlich eng, am Schwanze sind sie dagegen etwas weiter. Es entsteht durch dieses Verhalten der Anschein, als besäßen die Wirbel eine viel beträchtlichere Länge als Höhe, während doch gerade das Umgekehrte, und zwar in einem sehr ausgeprägten Maasse der Fall ist, wie namentlich die herausgeschälten Wirbelkörper (Fig. 58) so schön zeigen. Dieselben sind mindestens doppelt so hoch, als lang mit breitem, gewulsteten vorderen und hinteren Rande (Fig. 53 u. 58) und schmaler, vertiefter Mittelfläche, welche, wenn man die Wirbel trocknet, und das ist ein ausserordentlich wichtiges, paläontologisches Merkmal, nicht vollkommen glatt erscheint, sondern (Fig. 58) ziemlich regelmässige seichte, quer verlaufende und unter einander nahezu parallele Vertiefungen zeigt. Der centrale Doppelkegel muss in Folge dieser Gestalt ausserordentlich steil und die Wirbelhöhlung dem entsprechend sehr flach sein, ein Verhalten, welches ja auch, wenn auch nicht so ausgeprägt, bei den Rhinobatiden vorkam.

Die Bogen vereinigen sich überall um die Mitte der Seitenfläche der Wirbelkörper (Fig. 53, 55 u. 57) und zeigen starke Oberflächenverkalkungen in Gestalt schöner, polygonaler Plättchen (Fig. 57). Das Verhalten der Bogenbestandtheile erscheint am einfachsten an der Wirbelsäule jüngerer Thiere (Fig. 53), während es sich bei älteren mannichfach ändert. Darauf ausführlich in der Beschreibung einzugehen, erscheint mir unnöthig, weil die Abbildung (Fig. 57) mit einem Blicke das Verhalten klar legt. Immerhin wäre es ein geeignetes Objekt, um auch hier die Frage nach dem appositionellen und

1) Morphologisches Jahrbuch Bd. 3.

expansiven Wachstume des Knorpels zu erledigen. Die Beobachtung einer Entwicklungsreihe dieser Formänderungen wäre hochinteressant und würde diese wichtige Frage unzweifelhaft auf die leichteste Weise klären. Von hohem stammesgeschichtlichen Interesse ist es besonders hervorzuheben, dass den Rückenmarks- und Blutbogen nicht allein intercalaria zukommen, sondern bei ersteren fanden sich auch Schlusstücke (Fig. 53 u. 57). Damit schliessen sich die Sägehaie näher an die alten Formen unter den Rhinobatiden, an *Rhinobatus Thouini* an und besitzen sonach ein hohes Alter. Dass auch bei ihnen am Schwanze (Fig. 53 u. 57) Diplospondylie vorhanden ist, braucht wohl kaum besonders erwähnt zu werden, ebenso wenig, dass sie am Rumpfe fehlt. Hier sind die Schlusstücke (Fig. 53 u. 57 s) in ausgezeichneter Entwicklung vorhanden, wie auch die intercalaria der Haemapophysen, welche seitlich ragend kurze Rippen tragen. Die Neurapophysen (Fig. 53 u. 57 n) sind dreiseitig, die intercalaria derselben rautenförmig (Fig. 53 u. 57 m), die Schlusstücke (Fig. 53 u. 57 s) zwischen diesen eingekeilte und dicht zusammenschliessende, vierseitige Platten. Die intercalaria haemalia (Fig. 53 m') sind bei jungen Thieren dreieckig und sitzen mit ihren Basen dem Zwischenwirbelgewebe auf. Die Haemapophysen (Fig. 53 u. 57 h) keilen sich zwischen sie ein und sind im Uebrigen nach hinten abgebogene, vierseitige Platten, welche an der Spitze der Schaltstücke (Fig. 53) von Gefässen durchbohrt werden. An der jugendlichen Wirbelsäule (Fig. 53) sieht man durch die Verbindungsmasse der Bogen an der Seite der Wirbelkörper Längsstreifen durchschimmern, welche nichts Anderes sind, als die über die Oberfläche der Wirbelkörper unter den Bogenbasen verlaufenden Gefässe.

Ungemein lehrreich und paläontologisch bedeutsam ist das Querschnittsbild eines erwachsenen Wirbelkörpers (Fig. 56). Derselbe zeigt schöne, lamellöse Schichtung und als Ausdruck der Oberflächenvertiefungen zwischen den Wirbelräumen eine wellige Umgrenzung. Es lassen sich, wenn auch nicht so ausgeprägt, wie bei den Hairochen, seitliche sowohl, wie schräge Vorbuchtungen und eine dorsale und ventrale Vorrangung unschwer erkennen. Ausserdem sieht man in Gestalt eines vierstrahligen Ordenskreuzes radiäre, feine Streifen zusammengruppirt den Wirbelkörper bis an das Centrum durchsetzen, ein Umstand, den ich als paläontologisch wichtig nicht unerwähnt lassen kann. Von allen diesen Dingen bieten Querschnitte durch junge Wirbelkörper nur ganz leise Andeutungen.

Die gewebliche Zusammensetzung der Wirbelsäule der Pristiden ist im Wesentlichen dieselbe, wie bei *Rhinobatus Thouini*. Die Chorda ist aber nicht einfach bandförmig, sondern der Entwicklung der Bogen entsprechend sternförmig zusammengeschnürt. Der funiculus chordae ist ausserordentlich dünn. Das Verhältniss des Zwischenwirbelgewebes sowohl, wie des Wirbelkörpers zur Rückenseite ist wie bei *Rhinobatus Thouini*, und bedarf es nur des Hinweises auf den früher gegebenen Längsschnitt. Die im Centrum des Wirbels zu einem gewöhnlichen gemischten Knorpel entwickelte Innenzone (hyaline Höfe um die Zellen in einem prochondralen Alveolenwerk eingebettet) stellt eine dünne Lage dar (Fig. 55) und ist an der Oberfläche in ausserordentlich dünner Schicht verkalkt. Der centrale Doppelkegel, welcher in der Mitte ganz dünn, gegen die Enden hin dagegen sehr dick und lamellös geschichtet erscheint, besteht aus einem verkalkten, gemischten Knorpel in derselben Weise und Anordnung, wie bei den Rhinobatiden. Das Aussehen einer Schichtung rührt einfach daher, dass die Zellen in bestimmten, aufeinander folgenden Lagen bald mehr rundlich, bald mehr abgeplattet erscheinen, und dass die verkalkte, prochondrale Grundsubstanz im letzteren Falle etwas stärker entwickelt ist.

Das grösste Interesse nimmt natürlich wieder die um den centralen Doppelkegel gelagerte, verkalkende Aussenzone, deren gewebliches Verhalten ich in der Taf. III, Fig. 35 dargestellt habe, in Anspruch, welche nur in ihrer oberflächlichen Lage (Fig. 55 a), an der keine Spur einer elastica externa mehr nachzuweisen ist, unverkalkt bleibt. Dieselbe besteht aus einem gemischten Knorpel, in welchem

die regelmässig rundlichen Zellen mit ihren hyalinen Höfen in einem zierlichen Alveolarwerke pro-chondraler Grundsubstanz eingebettet sind. Wie man an mikroskopischen Schnitten sieht, beruht die radiäre Streifung dabei nicht auf einer Faserung im Inneren, sondern darauf, dass in bestimmten Abschnitten Zellen und Grundsubstanz sich gleich verhalten und radiär angeordnet von den benachbarten durch weniger genau radiär gestellte Massen getrennt sind. Ganz an der Oberfläche der unverkalkten, aus gemischtem Knorpel bestehenden Aussenschicht überwiegt die vorknorpelige Grundsubstanz (Fig. 55), und dann folgt die Lage mit den Gefässen, welche aus gemischtem Knorpel besteht. Von hier aus erfolgt sowohl das Wachstum der hyalinknorpeligen Bogen in der Länge, als der Wirbelkörper in der Dicke. Die Gefässe (Fig. 55), welche hie und da durch Zellstränge ersetzt, beziehungsweise vorgebildet sind, verlaufen, wie bereits erwähnt, in ziemlich regelmässigen Abständen der Länge des Wirbels entsprechend rings um den Körper desselben, treten übrigens auch im Inneren der Bogen, wenn auch sparsam, auf und zeigen in ihrer vorknorpeligen Umgebung überall Verkalkungen. Die Kalkplättchen der Oberfläche sind einfach verkalkter Vorknorpel, ohne Schachtelung der Zellen. Uebrigens ist für die Stammesgeschichte der Sägehaie der Umstand ganz bedeutsam, dass die Vereinigung der Bogen um den Wirbelkörper nicht ganz vollkommen ist. Es fehlt der Verschluss in der dorsalen Mittellinie (Fig. 55), und das ist ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal gegenüber Rhynchobates. Die Trennung erfolgt hier durch die gleichsam gegen den Boden des Rückenmarkskanals vorquellende Oberflächenschicht der Aussenzone, eine Masse, welche ihr Homologon in gleichen Bildungen bei *Pristiophorus*, den *Notidaniden* und den *Holocephalen* besitzt, und deren Vorhandensein auf eine frühzeitige Abzweigung der Träger von den Stammformen hinweist.

Darauf weist auch die Form der Placoidschuppen (Fig. 59 u. 60) hin. Die Basalplatte ist vierseitig, mit stark verlängertem, hinteren Fortsatz (Fig. 59). Die etwas aufgerichtete Schuppenplatte, welche der des *Pristiophorus* entspricht, ist einfach, myrtenblattförmig oder kartenherzförmig ohne Nebenzacken und nur mit Andeutungen eines mittleren Längskieles und etwas nach hinten vorragender Spitze.

Die ältesten fossilen Sägehaie, welche ich kenne, entstammen dem Turon, dem Pläner von Strehlen (Sachsen). Ich verdanke dieselben der Güte des Herrn Geinitz, und entstammen sie dem Dresdener naturhistorischen Museum. Ich habe dieselben, wie erwähnt, seiner Zeit als runde *Squatina*-wirbel beschrieben. Das ist unrichtig. Sie sind ihrem inneren Bau nach (Fig. 61) durchaus identisch mit der lebender, erwachsener *Pristiden* (Fig. 56).

Der untersuchte Wirbel trug die Nr. 479 (Fig. 62), und dürfte es wohl an der Zeit sein alle die Wirbel, welche Geinitz und Kripijanoff als Wirbel mit durchgehenden Strahlen und concentrischem Bau, ohne kreuzförmig gestellte Bogenlücken beschrieben haben, einer erneuten Durchsicht zu unterwerfen. Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass die Zahl der Funde von *Pristiden* und nahe verwandten *Rhinobatiden* sich ungemein vermehren wird. Die Wirbel haben auch noch deswegen für mich ein besonderes Interesse, als einzelne ihrer äusseren Merkmale sich als von den Vorfahren übernommene darstellen. Dazu gehört (Fig. 61) die etwas excentrisch gegen die dorsale Seite gelagerte Durchbohrung von Seiten der Chorda. Sehr schön erscheint auf dem Dünnschliffe (Fig. 63), beziehungsweise dem Querschliffe (Fig. 61) sowohl die lamellöse Schichtung der Aussenzone, als auch (Fig. 61) die radiäre Anordnung in Gestalt des Ordenskreuzes. Für die mikroskopische Analyse ist allerdings der Erhaltungszustand dieser Wirbel ein ausserordentlich ungünstiger. So viel lässt sich jedoch bequem erkennen, dass gegenüber *Pristis* keine geweblichen Unterschiede vorhanden sind. Die

Wirbelhöhlung erscheint, wie bei den Rhinobatiden, etwas mehr queroval, bei der Betrachtung von den Seiten erscheint aber der Wirbelkörper höher als lang, schmal, mit breit aufgeworfenen Rändern.

In jüngster Zeit habe ich dann noch in der dem berliner Museum angehörigen Sammlung von Wirbeln aus der Oberen Kreide von Maestricht einen unzweifelhaft *Pristis* angehörigen Wirbel gefunden, welcher sich aber so wenig von denen der Tertiärperiode unterscheidet, dass ich eine besondere Abbildung unterlassen habe.

Interessant als eine Uebergangsform von den *Pristiden* des Pläner zu dem jetzt lebenden *Pristis antiquorum* ist ein Wirbel (Fig. 64) aus der Molasse von Harbetshofen, welcher dem münchener Museum entstammt, und der sich bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 67) augenblicklich als ein *Pristis*wirbel entpuppt. Interessant ist derselbe insofern, als er, wenn auch etwas queroval wie der vorige, doch central von der Chorda durchbrochen wird.

Alle übrigen Wirbel aus der Molasse, und ich habe in dem mir zur Verfügung gestellten Materiale eine grosse Anzahl gefunden, unterscheiden sich in ihrer Gesamtforn (Fig. 65, 66) in Nichts von den lebenden *Pristis*wirbeln. Es waren aber gewaltige Thiere, welche ohne die Säge bis zu 16 Fuss Länge gemessen haben müssen. Dieselben entstammen der Meeresmolasse (Oligocäen von Rheinhessen), und verdanke ich dieselben meinem Herrn Collegen v. Koch in Darmstadt, dann der Molasse von Baltringen (Württemberg), und diese wurden mir von dem Herrn Collegen Fischer in Freiburg zur Verfügung gestellt (Fig. 65 u. 66), dann endlich die gleichen in der Molasse von Würenlos. Diese gehören dem züricher Museum, und bin ich dem Herrn Collegen Meyer für die Zusendung dankbar. Endlich fand ich solche in der Molasse von Baltringen und verdanke diese der Güte des Herrn Pfarrer Probst. Bei diesen letzteren muss ich einen Augenblick verweilen, weil dieser geschätzte und umsichtige Paläontologe 2 Species, *pristinus* und *augustior*, unterscheidet. Ich freue mich diese Unterscheidung stützen zu können, denn auch ich habe zwei verschiedenen Gattungen angehörige Wirbel unterscheiden können, von denen der eine am meisten mit *Pristis antiquorum* übereinstimmt und dessen Wirbelseitenfläche zwischen den Rändern leicht gefurcht ist, während der andere zwischen ihnen vollkommen glatt erscheint. Auch aus der Molasse von Pfullendorf (Baden) verdanke ich dem freiburger Museum Material an *Pristiden*. Aus der Baltringer Molasse bildet sie bereits *Quenstedt*¹⁾ ab, bezeichnet sie aber als *Lamnawirbel*, selbstverständlich in Ermangelung einer besseren Diagnose. *Agassiz* erwähnt Reste von *Pristis* aus dem Eocäen von Sheppey und aus dem Oligocäen von Bagshot.

1) Handbuch der Petrefaktenkunde, Taf. 16, Fig. 7.

Drittes Capitel.

Taf. XVII u. XVIII.

S q u a t i n a .

Die Wirbel dieser Familie sind von mir ¹⁾ bereits ausführlich beschrieben und ist dabei zuerst der Werth der histologischen und makroskopischen Untersuchung fossiler Wirbelreste nachgewiesen worden. Wie es nun aber am Anfange weitschichtiger Beobachtungen unvermeidlich ist, es laufen Ungenauigkeiten unter. Viele Punkte werden ausführlich behandelt, welche kürzer gefasst werden könnten, und Manches wird im Vorbeigehen nur berührt, was besonderer Erwähnung werth wäre. Auch in meinen früheren „anatomischen und paläontologischen Ergebnissen“ haben nicht alle Fragen ihre volle Erledigung gefunden, und Manches hat seitdem einer besseren Erkenntniss Platz machen müssen. Es ist daher wohl im höchsten Grade angebracht, eine vollständige Umarbeitung der Befunde eintreten zu lassen, und ich möchte dabei gleich von vorne herein dem Irrthum vorbeugen, welchen ich bereits im vorigen Capitel für alle runden Wirbel, welche ich den Squatinae zuschrieb, aufhob, dass dieselben nämlich nicht den Squatinae angehören, sondern wenigstens, soweit sie dem Pläner entstammen, den Pristiden. Somit bleiben nur die oblongen Wirbel als den Meerengeln angehörig übrig, und von dieser Form kenne ich keine Ausnahme, so sehr sich seit damals die paläontologischen Funde, Dank der gütigen Unterstützung so vieler Herrn Collegen, vermehrt haben.

J. Müller ²⁾ ist der erste, welcher der Wirbel von Squatina Erwähnung thut und sie abbildet. „Die Wirbelkörper dieser Art, sagt er, sind die einzigen, welche eine ungewöhnliche Breite besitzen. Die Gelenkflächen, mit denen sie sich verbinden, sind nicht kreisrund, sondern querelliptisch. Die Wirbelkörper sind viel kürzer als breit, ihre Masse ist sehr dicht, sie haben das Eigenthümliche, dass sie aus abwechselnden Lagen von Knochen und Knorpel zusammengesetzt sind, wie man sich durch verticale Querschnitte überzeugen kann. An dieses Lager ist eine knorpelige Rindensubstanz gelagert, welche sich von der Hauptmasse leicht trennen lässt. Dieses Rindenlager verlängert sich nach unten über die queren Apophysen und nach oben in die Bogenfortsätze, welche kurz und dreieckig sind. Zwischen diesen letzteren befanden sich Schaltknorpel, welche hier sehr gross sind, sich mit ihren Seitenrändern berühren und dann spitz enden. Es folgt daraus, dass sie eine hexagonale Form haben. Diese Knorpel bilden die Hauptmasse der Seitenwände des Rückenmarkes. Das Gewölbe ist oben durch eine Reihe von Schlusstücken geschlossen, welche den Schaltknorpeln an Zahl entsprechen,

1) Morphologisches Jahrbuch Bd. 2 u. 3.

2) l. c.

und welche in der Folge halb so zahlreich sind, wie bei den anderen Rochen, welche ähnliche besitzen. Dieses Merkmal unterscheidet die Gattung *Squatina* von den anderen Haien, die keine Afterflosse haben.

Kölliker¹⁾, welcher sich an J. Müller anschliesst, und welcher zugleich an jungen Exemplaren die *elastica externa* auffand, beschreibt den Bau der Wirbelkörper folgendermaassen:

„Derselbe besteht zu innerst aus einem kompakten Doppelkegel, der dem von *Acanthias* entspricht und ebenfalls innen aus Faserknochen, aussen aus Knorpelknochen besteht. Nach innen liegt hyaliner Knorpel, ebenfalls aus der Chordascheide entstanden, dann die *elastica interna* und die Chorda selbst. Nach aussen folgen da, wo *Acanthias* nur Knorpel zeigt, abwechselnd, je nach dem Alter der Thiere mehr oder weniger Lagen von hyalinem Knorpel mit radiär gestellten Zellreihen und Lamellen von Knorpelknochen. Auf die äusserste aus der Chorda entstandene Lage von Knorpel folgt dann seitlich noch ein dünnerer Knorpelüberzug, der von den rings verschmolzenen Bogen herrührt und am Schwanze noch eine oberflächliche schwache Ossification zeigt.“

„Besonders auffallend war, was übrigens bereits von J. Müller gezeichnet wurde, dass in die Wirbelkörper von *Squatina* eine nicht unbedeutliche Anzahl von Blutgefässen radiär von aussen, zum Theil bis an den innersten Knochenring, eindringen. Schon mit blossen Auge erkennt man die Gefässe enthaltenden Canäle, deren Wände auch in den Knorpellamellen verkalkt sind, als weisse oder röthliche Züge, und das Mikroskop giebt über die Existenz der Gefässe noch bestimmteren Aufschluss, doch war es mir bis jetzt nicht möglich, das genauere Verhalten derselben zu bestimmen.“

Die Form des Wirbelkörpers tritt bei der Betrachtung von der Wirbelhöhlung aus deutlich zu Tage (Fig. 2), und es zeigt sich, dass dieselbe bei jungen Thieren sowohl am Rumpfe, wie an dem Schwanze queroval ist. Bei Erwachsenen zeigen sich am Schwanze seitlich Ausbiegungen und am Rumpfe erscheint mehr oder minder eine Bisquitform, da dorsal und ventral Einbiegungen auftreten (Fig. 4). Die Wirbelhöhlung ist mässig vertieft und genau im Centrum von der Chorda durchbohrt (Fig. 2). Ein eigentlicher Randsaum ist kaum nachweisbar, höchstens ist der Rand flach übergebogen. Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 1) erscheinen die Wirbelkörper in der Mitte stark vorspringend. Sie sind gegenüber dem Zwischenwirbelgewebe scharf abgesetzt (Fig. 1). Randwülste fehlen vollkommen, die ganze Oberfläche ist verkalkt. Der Wirbelkörper lässt sich nicht von den Bogen isoliren und schon daraus geht hervor, dass sie rings um den Wirbelkörper verschmolzen sind. Somit stellt *Squatina* eine verhältnissmässig junge, abgeleitete Form dar. Bei Erwachsenen ist die Plättchennatur der Oberflächenverkalkungen nicht deutlich, wohl aber bei jungen Thieren. Die Gestalt der Wirbelkörper ist bei seitlicher Betrachtung (Fig. 1) mehr quadratisch und erinnert somit viel mehr an die der *Pristiophoriden*, bei denen auch keine Randwülste vorhanden sind.

An dem Schwanze ist *Diplospondylie* nachweisbar, welche wieder am Rumpfe fehlt. Die *Neurapophysen* (Fig. 1 *n*) besitzen eine etwas unregelmässige, dreiseitige Gestalt. Die *intercalaria* (Fig. 1 *in*) sind unregelmässig rhombisch, ungleich hoch und zwischen ihnen keilen sich (Fig. 1 *s*) Schlussstücke ein, welche abwechselnd niedrig und hoch, dolchartig nach hinten übergebogen sind und spitz enden. Die *Haemapophysen* (Fig. 1 *h*) haben eine breite Basis, verschmälern sich dann und enden mit dicht schliessenden, vierseitigen Platten. Die *intercalaria haemalia* fehlen, dagegen sind die weiten, unregelmässig vierseitigen Lücken zwischen den *Haemapophysen* des Schwanzes mit Bindegewebe ausgefüllt. Die ganze Oberfläche der Bogenstücke ist von starken, polygonalen Kalkschuppen bedeckt. Von einem Hineindringen der Gefässe lässt sich an erwachsenen Wirbeln Nichts entdecken. Das ist jedoch an

1) l. c.

den Basen der Neurapophysen bei jungen Thieren der Fall, und an dieser Stelle hat sie auch J. Müller abgebildet.

Die Chorda (Fig. 7 *ch*) ist, wie ein Längsschnitt lehrt, sowohl vertebral wie intervertebral stark eingeschnürt und ergiebt sich somit ein viel näherer Zusammenhang mit *Pristiophorus*, als mit den *Rhinobatiden*. An beiden Orten erscheint sie, wie der Querschnitt (Fig. 3) lehrt, sternförmig zusammengepresst. Die Wirbelkörpereinschnürung, welche zur Bildung eines *funiculus chordae* führt (Fig. 7 *c*), ist nicht ausschliesslich durch die Wucherung der Aussenzone erfolgt, sondern es nimmt daran auch wie bei einigen *Plagiostomi cyclospondyli* die Innenzone Theil, und als Folge erscheint dann (Fig. 7) an dieser Stelle eine geringe Abplattung des centralen Doppelkegels (Fig. 7 *d*). Selbstverständlich ist auch hier diese Wucherung der Innenzone eine sekundäre Erscheinung. Die Wucherung beschränkt sich aber nicht auf den Wirbelkörper allein, sondern ergreift auch das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 7 *iv*). Das ist ja auch bei *Spinax* der Fall, und das lässt sich daran erkennen, dass der *funiculus chordae* die ganze Wirbelsäule durchsetzt, wenn derselbe auch im Zwischenwirbelraume etwas lockerer erscheint. Das Chordaepithel ist sehr schön nachzuweisen, ebenso die verhältnissmässig starke *elastica interna* oder *cuticula chordae*.

Das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 7 *iv*), welches zwischen den Wirbelenden nur sehr wenig ausgedehnt erscheint (Fig. 1), dagegen in die Wirbelhöhlung sich sehr weit erstreckt, besteht aus einem gleichförmigen Lager eines Spindelzellknorpels, in welchem jedoch eine ungleiche Vertheilung der Zellen zu erkennen ist, so dass man eine Aussen- und Innenlage unterscheiden kann. In ersterer liegen die Zellen in ziemlich weiten Abständen, in letzterer sind dieselben dagegen dichter gedrängt und concentrisch um die Chorda geordnet. Die Zellen haben höchst merkwürdige Formen, namentlich in der Innenlage. Sie sind überwiegend spindelförmig, zuweilen jedoch etwas rundlich, besitzen aber immer ungemein lange (Taf. I, Fig. 9) zarte, korkzieherartig gewundene Ausläufer, mit welchen sie sich unter einander zu verbinden scheinen. Von einer Zellkapsel ist gar keine Rede, sie liegen nackt in der Grundsubstanz, welche nur als eine prochondrale angesehen werden kann. In der Aussenlage werden, entsprechend dem Zusammenrücken der Zellen, die Ausläufer kürzer und die Zellen selbst etwas rundlicher. Die Aussenlage geht continuirlich in den centralen Doppelkegel über, während sich die Innenlage in die Innenzone des Wirbelkörpers fortsetzt.

Diese (Fig. 5 u. 7 *i*) macht in der unmittelbaren Umgebung der Rückensaite die Umwandlung zu hyalinem Knorpel durch. Die Zellen werden rundlicher (Fig. 5 *i*), behalten aber, anklingend an die Form im Zwischenwirbelraume kurze, knollig verdickte, unregelmässige Fortsätze und gewinnen dadurch die Gestalt, welche Götte¹⁾ sehr gut abbildet. Sie bekommen dabei eine Zellkapsel. An der Peripherie, an dem centralen Doppelkegel (Fig. 5 *i'*) besteht die Innenzone aus gemischtem Knorpel, sie verkalkt und verstärkt dadurch den centralen Doppelkegel.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 3, 5, 7 *d*), welcher an den Enden (Fig. 1 u. 7) von der Bogenmasse überwuchert erscheint und somit nicht mit freien Rändern vorspringt, ist, wie ich bereits hervorgehoben habe, im Centrum (Fig. 7) abgeplattet, zeigt mässig steil ansteigende Wirbelhöhlenflächen und bietet nicht die starke Dickenzunahme gegen die Enden hin, wie bei den *Rhinobatiden*, endet im Gegentheil ziemlich scharfkantig. Der Längsschnitt (Fig. 7) zeigt augenblicklich, warum der Rand der Wirbelkörperhöhlung etwas übergebogen sein muss. Das Wachsthum des Doppelkegels geschieht mittelst der Aussenlage des Zwischenwirbelgewebes derart, dass die Zellen etwas rundlicher werden, ihre

1) l. c. Fig. 45.

Fortsätze einziehen, und sich mit einer Zellkapsel umgeben, dass ferner die Grundsubstanz zuerst Kalkkrümel aufnimmt und dann homogen verkalkt. Es handelt sich also um einen ächten, verkalkten Vorknorpel, also weder um einen Faser-, noch um einen Hyalinknorpel.

Das grösste Interesse nimmt natürlich wiederum die Aussenzone (Fig. 3, 5, 6, 7 *a*) in Anspruch, deren Wachsthum ebenfalls von der Aussenlage des Zwischenwirbelgewebes, welches bei Schnitten (Fig. 7 *iv*) wulstartig zwischen den Enden der Wirbelkörper vorquillt, abhängt. Unter der *elastica externa* bildet sich immer aufs Neue (Fig. 3 *a'*) eine Vorknorpelmasse, welche sich in der Tiefe immer zu einem gemischten Knorpel umwandelt, oberflächlich dagegen verkalkt. Dadurch entstehen die charakteristischen, concentrisch um die Chorda gelegenen Verkalkungsschichten (Fig. 3, 4, 5, 6, 7). Die *elastica externa* muss dabei selbstverständlich immer mehr gedehnt und schliesslich zerrissen werden, und die Theilstücke werden durch das excentrische Wachsthum der umschlossenen Massen allmählig immer weiter aus einander gedrängt. Damit hält dann das Wachsthum der Bogen und die Knorpelbildung an der Oberfläche und zwischen den Bogenbasen gleichen Schritt. Dieser Bildungsmodus des geschichteten Wirbelkörpers entspricht dem bei *Pristiophorus*, nur mit dem Unterschiede, dass bei diesen Thieren ein Zerfall der Aussenzone in Aussen- und Innenlage vorhanden ist, von dem *Squatina* keine Andeutung besitzt. Möglich, dass eine solche zu einer frühern Periode vorhanden ist, und das wäre dann für die Stammesgeschichte von erheblicher Bedeutung.

Die ursprünglich gering an Zahl (Fig. 3 *g*), später (Fig. 4) immer zahlreicher hineindringenden Gefässe habe ich in ihrer Bildung bereits in der Einleitung geschildert. Unmittelbar an dem centralen Doppelkegel (Fig. 5) verkalkt die Aussenzone in dünner Lage in derselben Weise, wie die Innenzone (Fig. 5 *i*). Was dann aber die unverkalkten Knorpellagen derselben betrifft, in denen der Hyalinknorpel weit die vorknorpelige Grundsubstanz übertrifft, so zeigt die Letztere, welche ein dünnes Alveolenwerk (Fig. 5 u. 6) darstellt, eine besondere Anordnung. Sie zeigt sich auf Querschnitten in Gestalt radiär angeordneter, etwas breiter Streifen, welche durch unter rechtem Winkel (Fig. 5 u. 6) abgehende, schmälere verbunden sind, so dass die Maschen des prochondralen Alveolenwerkes quadratisch oder rechtwinklig erscheinen. Bei erwachsenen Exemplaren (Fig. 6) zeigen sich dieser Anordnung entsprechend, wenn auch unregelmässig und unterbrochen Kalkkrümelablagerungen, und diese verbinden, abgesehen von den Verkalkungen, in der Umgebung der Gefässkanäle die zwei aufeinanderfolgenden Verkalkungszonen.

Der Theil der Bogen (Fig. 3 *b*), welcher rings um den Wirbelkörper gelagert ist, besteht aus einer Lage von Vorknorpel, welcher nach dem Verschwinden der *elastica externa* auch zum Wachsthum des Wirbelkörpers beitragen kann. An der Oberfläche bilden sich Kalkplättchen, und dasselbe ist auch an den Bogen (Fig. 3 *u h*) der Fall. Diese bestehen aus hyalinem Knorpel, in welchem die Zellen in Gruppen zusammenliegen. Von einem Hineindringen von Zellzapfen oder Gefässen habe ich Nichts bemerkt.

Aus der Zusammensetzung der Wirbel scheint mir nun klar hervorzugehen, dass *Squatina* eine junge Form ist, welche jedoch in den um den centralen Doppelkegel gelegten, getrennten Verkalkungszonen den Charakter der Stammeltern bewahrt hat, und da derselbe in ähnlicher Weise bei *Pristiophorus* auftritt, so liegt darin ein Hinweis, dass die Meerengel aus diesen nahe verwandten Thieren hervorgegangen sind, welche aber jünger waren, als die der Rhinobatiden. Bei diesen, namentlich bei *Aellopus* zeigte sich in der Aussenzone, wie bei *Pristiophorus* nur eine Verkalkungsschicht um den centralen Doppelkegel, während bei *Squatina* mehrere auf einander folgen und zudem die Bogenmassen weit ausgedehnter erscheinen. Immerhin bildet *Squatina vulgaris* nur den letzten Rest zahlreicher, vergangener Geschlechter.

Die Basalplatte der Placoidschuppen (Fig. 8) ist vierseitig, vorne stumpfwinklig, hinten spitz zulaufend. Die etwas aufgebogene Schuppenplatte zeigt ein stumpfes Knie (Fig. 9) und erscheint, und das ist stammesgeschichtlich wichtig, myrtenblattförmig mit mittlerem Kiel und endet hinten spitz. Seitliche Flügel sind nur in Andeutungen vorhanden, so dass eine Mittelform zwischen den Schuppen des *Pristiophorus* und des *Rhinobatus Thouini* erscheint.

Wenden wir uns nun zu den fossilen Vertretern der Familie, so lässt sich aus den Erscheinungen, welche diese darbieten, mit aller Bestimmtheit der Satz aufstellen, dass die ältesten Squatinae überwiegend Thiere mit runden Wirbeln und getrennt aufsitzenden Bogen waren. In ihren äusseren Merkmalen näherten sie sich am meisten den Haien, den Vorläufern der Rhinobatiden, welche wiederum den *Pristiophoridae* nahe standen. Allmählig nahm die Zahl der Thiere mit oblongen Wirbeln und rings verschmolzenen Bogen zu. Zur Zeit des Jura herrschte ausschliesslich die erste Form. In der Kreide war dieselbe auch noch überwiegend, die mit oblongen Wirbeln sparsam vertreten, während in der frühtertiären Periode letztere die erstere übertraf und in der jüngeren Tertiärepoche allein herrschend wurde. Damit hat sich dann auch ganz gewiss eine allmähliche Veränderung der äusseren Gestalt von haiähnlichen Thieren zu der der jetzt lebenden Meerengel vollzogen.

Die ältesten uns bekannten Meerengel sind *Squatina acanthoderma* und *Thaumas alifer* aus dem lithographischen Schiefer des Oberen Jura von Nusplingen, deren Entdeckung wir Fraas¹⁾ verdanken, und von Solenhofen. Beide wurden mir von meinem Herrn Collegen Zittel freundlichst zur Verfügung gestellt. Dieselben nehmen natürlich in erster Linie unser Interesse in Anspruch, und ich glaube denselben manche neue Seite abzugewinnen und manche Ungenauigkeiten meiner früheren Schilderung berichtigen zu können.

Die Abbildungen von Fraas geben über die so überaus wichtige Form der Wirbelhöhlung nur an dem einen Exemplar Auskunft, aber in der Beschreibung ist ihrer keine Erwähnung gethan; soweit jedoch ein Schluss aus dem vorliegenden Materiale gestattet ist, muss ich dieselbe für rundlich erklären. Die Wirbelhöhlung ist flach, ohne Spur einer concentrischen Streifung, mit leicht übergebogenem Rande, ohne ausgeprägte Randfläche. Die Wirbel von *Acanthoderma* (Fig. 17) liegen mit der Seitenfläche dem Gesteine auf, die des *Thaumas* (Fig. 16) dagegen mit der ventralen Fläche. Erstere Lagerung zeigen auch die Schwanzwirbel von *Squatina acanthoderma* in der Fraas'schen Abbildung, während sie am Rumpfe²⁾ die dorsale Fläche dem Beschauer zukehren, wie bei dem von mir untersuchten Exemplare von *Thaumas*. Das ist wichtig, denn dadurch tritt eine Vertiefung (Fig. 16a) in der Mitte der dorsalen Fläche in ihrer Bedeutung klar zu Tage. Sie fehlt auch in Andeutungen nicht bei der erwachsenen *Squatina vulgaris* (Fig. 4) und stellt hier eine dem Raum zwischen den Bogenbasen entsprechende Einsenkung dar. Dieselbe ist aber bei den fossilen Squatinae des Oberen Jura viel schärfer ausgeprägt und bei *Thaumas alifer* (Fig. 16) wulstartig begrenzt. Seitlich davon (Fig. 16b) erscheint abermals eine breite, seichte Vertiefung, welche, wenn auch undeutlicher, an der ventralen Fläche auftritt. Auch diese ist bei den erwachsenen Squatinawirbeln (Fig. 4) auf dem Querschnitt nachweisbar und entspricht den Bogenbasen. Von aufgeworfenen Wirbelrändern, wie Fraas sie zeichnet, habe ich Nichts gesehen. Die Wirbelenden (Fig. 16 u. 17) stossen scharfrandig an einander. Die Mitte der Seitenfläche springt nicht wie bei *Squatina vulgaris* wulstartig vor, sondern ist platt, sogar etwas vertieft und daher mag es rühren, dass man breite Randverdickungen angenommen und gezeichnet hat.

1) Zeitschrift der deutschen geologischen Gesellschaft Bd. VI.

2) l. cit. Taf. XXVIII.

Der Umstand nun, dass die Ansatzstellen der Bogenbasen, namentlich der dorsalen Fläche, scharf abgegrenzt sind, der Umstand ferner, dass die Bogen vollkommen glatt abgetrennt sind, ohne dass an den Rändern eine Spur der Verbindung der Oberflächenverkalkung der Bogen mit dem Wirbelkörper nachweisbar, wie es doch bei den den lebenden *Squatinae* nahestehenden, fossilen der Fall ist, namentlich wenn es sich, wie in diesem Falle, um vollkommen erwachsene Thiere handelt, lässt mich den Schluss ziehen, welcher auch durch die mikroskopische Analyse bestätigt wird, dass die *Squatinae* des Oberen Jura von der jetzt lebenden *Squatina vulgaris* wesentlich verschieden waren. Das ergibt sich auch mittelbar aus der Beschreibung von Fraas und aus seinen Abbildungen. Während allerdings das erste von ihm gezeichnete Exemplar namentlich auch bezüglich der oblongen Gestalt der Wirbelkörper sich in seinen Formverhältnissen mehr den lebenden *Squatinae* nähert, allein an seinem Kopfe etwas gestreckter erscheint, haben wir es bei dem zweiten Exemplare entschieden mit einem viel schlankeren, mehr den *Rhinobatiden* gleichenden Thiere zu thun und dafür spricht namentlich auch die Zahl der Wirbel, bis gegen 180, gegenüber den 41 der jetzt lebenden *Squatina*. Auch das Brustflossenskelett erscheint mir weniger breit entfaltet wie bei der lebenden Form. Es wäre wohl wichtig die genauen, relativen Maasse zu nehmen, denn dann wäre man leicht im Stande, die Gesamtförmung genau wieder herzustellen und bildlich klar zu machen.

Der mikroskopische Bau weist ihnen entschieden eine Mittelstellung zwischen echten Haien und Meerengeln an. Sie stellen Formen dar, die man als *Rhinobatiden* mit mangelhaften Rostralbildungen (abgerundetem Kopfe) bezeichnen könnte. Während bei unseren jetzt lebenden Meerengeln (Fig. 4), deren Wirbel im erwachsenen Zustande, was die Grösse betrifft, kaum die der *Squatina acanthoderma* erreichen, eine grosse Zahl, über 20, concentrischer Verkalkungslamellen um den Doppelkegel vorhanden sind, finde ich bei *acanthoderma* (Fig. 18) nur drei breite Lagen, von denen die beiden äussersten durch schmale, mit Kalkspath gefüllte Räume getrennt sind (Fig. 18a). Die Wirbel von *Thaumas alifer* sind sehr stark zusammengedrückt, und lässt sich somit kein sicheres Urtheil über die Zahl der Lamellen gewinnen, um so weniger, weil es sich offenbar um ein junges Thier handelt. Bei *acanthoderma* kann von einer Compression keine Rede sein, weil die Gesamtförmung des Wirbels in ausgezeichneter Weise gewahrt ist. Im Hinblick auf die Thatsache, dass wir bei *Pristiophorus*, abgesehen von der den Doppelkegel verstärkenden Verkalkungsschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers, nur eine ringförmige Verkalkungslage besitzen, erscheint mir die Zahl 3 bei *Squatina acanthoderma* in hohem Grade interessant. Interessant ist aber auch die grosse Dicke der Verkalkungsringe, denn das weist darauf hin, dass die fossilen *Squatinae* des Oberen Jura *Pristiophorus* und den *Rhinobatiden* näher standen, als die jetzt lebenden Meerengel. Im Uebrigen finde ich weder in der geweblichen Zusammensetzung des Doppelkegels (Fig. 18d), noch in der der Aussenzone irgend welche Verschiedenheiten. In dem Doppelkegel zeigt sich auf das deutlichste ein verkalkter Vorknorpel mit den eigenthümlichen, mit Fortsätzen versehenen Zelhöhlen. Sehr interessant ist der Umstand, dass sich in der dorsalen Mittellinie, unmittelbar der äussersten Verkalkungsschicht der Aussenzone aufgelagert, eine Schicht verkalkten Vorknorpels findet, welche nur aus der Verbindungsmasse der hyalinknorpeligen Bogen herkommen kann. Dieselbe ist nicht wie die Oberflächenverkalkung der Bogen in Plättchen zerfallen, sondern zusammenhängend. Darin liegt für mich ein weiterer Beweis für das getrennte Aufsitzen der Bogen, ein Beweis, dass *Squatina acanthoderma* ein Vorläufer, eine Art Stammform der jetzt lebenden Meerengel gewesen ist. Sie muss sich dabei in ihrem Habitus den *Rhinobatiden* und *Aellopus* genähert haben, bei denen ebenfalls zwischen den Bogenbasen solche zusammenhängende Verkalkungen auftreten.

Was nun die Placoidschuppen betrifft, so unterlasse ich nicht, auch bei diesen auf bestimmte

Unterschiede aufmerksam zu machen. *Thaumas alifer* (Fig. 10 u. 12) zeigt Placoidschuppen, welche an einzelnen Stellen denen der jetzt lebenden *Squatinae* ähnlich sind, an anderen dagegen eine Form besitzen, die eher als manschettenknopfartig (Fig. 10) zu bezeichnen wäre. Die Myrtenblattgestalt ist wenig ausgeprägt. Die Mittelspitze tritt zurück, und die Schuppenplatte wird somit mehr vierseitig. Zugleich ist die Schuppenplatte (Fig. 11 u. 12) bei *Thaumas alifer* und *Squatina acanthoderma* weniger aufgerichtet, als bei *Squatina vulgaris*. Sie verhält sich ähnlich wie bei *Aellopus* und *Rhinobatus Thouini*, den alten *Rhinobatiden*.

In der Kreide findet sich eine grosse Zahl von *Squatinae*. Ich unterscheide drei verschiedene Gattungen mit runden Wirbeln und getrennt aufsitzenden Bogen, ferner vier Gattungen mit oblongen Wirbeln, aber getrennten Bogen und nur eine, deren Wirbel so gebaut sind, wie die unserer jetzt lebenden *Squatina*. Dabei will ich nicht unterlassen hervorzuheben, dass die Grösse der Thiere bei allen drei Gattungen viel bedeutender war, als bei den jetzt lebenden. Sie betrug ungefähr das Sechsfache.

Die meisten *Squatinae* hat mir die Obere Kreide von Cibly geliefert, von denen mir drei Gattungen, darunter zwei mit runden, eine mit länglichen Wirbeln aus dem Brüsseler Museum, sowie eine Form aus München zugesandt wurde. Die oblongen Wirbel gehören ferner in einer Gattung dem Pläner von Strehlen und dem Dresdener Museum (No. 838) an, in einer dem Senon von Aachen, und verdanke ich dieselben der Güte meines Herrn Collegen Beyrich in Berlin, während eine weitere Art aus Folx les Cernes dem münchener Museum angehört. Die *Squatinae* der Kreide, welche den jetzt lebenden gleichen, stammen aus der Oberen Kreide von Maestricht, und bin ich für die Untersuchung derselben dem Leidener Museum und meinem Freunde Hubrecht, sowie dem Berliner Museum und meinen Herrn Collegen Beyrich und Dames verpflichtet. Letztere sind prachtvoll erhalten und typische Exemplare.

Die Wirbel der Kreide bieten ohne alle Ausnahme einen wichtigen weiteren Fortschritt gegenüber denen des Oberen Jura dar. Bei den Meisten ist die Oberfläche eben oder über die Ränder vorgequollen, nicht eingezogen, und die Zahl der concentrischen Lamellen der Aussenzone ist bei allen ungewein vermehrt. Dennoch lassen sich in dieser Beziehung Unterschiede nachweisen.

Am geringsten ist trotz der Grösse des Wirbels (Fig. 13) die Zahl der concentrischen Schichten bei einem bereits früher von mir beschriebenen Wirbel aus der Oberen Kreide von Cibly. Derselbe zeigt an einem der Mitte entnommenen Querschliffe (Fig. 14) neun concentrische Lamellen, und diese bieten, wie ich nachher zeigen werde, des Interessanten viel. Der Wirbel musste grösstentheils zu Dünnschliffen verbraucht werden, und somit muss ich der Formbeschreibung eine Abbildung (Fig. 13) zu Grunde legen, welche vielleicht in den Einzelheiten etwas genauer hätte sein können. Ich bedaure vor allen Dingen, kein Bild der Wirbelhöhlung geben zu können. Es lässt sich jedoch immer noch an den Resten feststellen, dass dieselbe flach, kreisrund umgrenzt war und ohne eigentliche Randfläche, mit einem leicht abgebogenen Rande (Fig. 13) in die Seitenfläche übergeht. An den Anheftungsstellen der Bogen ist der Wirbelhöhlenrand leicht eingebogen, so dass derselbe nicht vollkommen kreisrund, in seiner Form mehr an die viereckige Gestalt des anderen Wirbels aus der Oberen Kreide von Cibly anklängt. Die Vertiefungen, welche sich auch an den Seitenflächen (Fig. 13) geltend machen, scheinen mir klar zu beweisen, dass die Bogenbasen getrennt aufsassen und der Beweis lässt sich auch durch die vollkommene Abwesenheit einer dem Wirbelkörper und vor allen dem Doppelkegel, den Wirbelrändern anhaftende Oberflächenverkalkung führen. Statt dessen treten (Fig. 13) Querleisten zu Tage, die Enden der der Oberfläche anstehenden, bei der Fossilisation und dem Abfaulen der Bogen durchbrochenen (Fig. 14), concentrischen Lamellen, welche im Leben wahrscheinlich dicht unter den

Bogenbasen zusammenhängend, rings um den Wirbelkörper verliefen. Von einer Oberflächenverkalkung ist wie erwähnt keine Spur nachzuweisen, und so wird, wenn die Bogen auch vielleicht auf ihrer Oberfläche eine dünne Verkalkung zeigten, die Verbindungsmasse zwischen den Basen derselben rings um die *elastica externa* des Wirbelkörpers unverkalkt und ähnlich dem der Rhinobatiden ein dünnes, vorknorpeliges Lager gewesen sein. An die Rhinobatiden, namentlich die jüngeren, erinnert auch das Verhalten der Innenzone des Wirbelkörpers (Fig. 25*i*). Dieselbe ist grösstentheils verkalkt, und zwar lässt sich an der Knollenform der Verkalkung nachweisen, dass das Gewebe während des Lebens aus einem gemischten Knorpel (prochondrale Grundsubstanz um die Zellen, eingebettet in hyaline Grundsubstanz) bestand. Dagegen zeigt der Bau des centralen Doppelkegels (Fig. 25*d*) Verhältnisse, wie bei den Squatinae, und dasselbe ist der Fall mit den concentrischen Lamellen (Fig. 25. 26*a*). Möglich indess, dass die Zellen in denselben Ausläufer besessen haben. In diesem Sinne könnten wenigstens die geschlängelten Kanäle gedeutet werden, die die Schichten der Aussenzone, wie die des centralen Doppelkegels (Fig. 25 u. 26) durchziehen.

Von ganz besonderem Interesse mit Rücksicht auf die Erscheinungen bei *Pristiophorus* war mir das Verhalten der innersten (Fig. 14*a*, Fig. 25*a*), also ältesten Verkalkungsschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers. Sie besitzt auf dem mittleren Querschliff eine viereckige Gestalt, und behält dieselbe auch auf den nächstfolgenden der Serie bei. Das Eigenthümliche ist nun aber, dass Verschmelzungen mit dem centralen Doppelkegel (Fig. 25*a*) vorhanden sind, und dass nur seitlich eine im Leben durch Knorpel bewirkte Trennung vorhanden war. Im Uebrigen mache ich noch darauf aufmerksam (Fig. 14), dass die Lamellen wie bei *Pristiophorus japonicus* nicht zusammenhängend, sondern durchbrochen sind, und wenn auch einzelne aufeinanderfolgende Schichten durch radiäre Verkalkungen, wenn auch selten zusammenhängen, so ist doch von einem Eindringen von Gefässen Nichts zu bemerken. Auch darin zeigt sich ein niederer Zustand.

Ganz anders ist das Strukturbild der Wirbel aus der Oberen Kreide von Ciply, welche ich in meinen „anatomischen und paläontologischen Ergebnissen“¹⁾ abgebildet habe. Dieses ist mit den zahlreichen, radiär eindringenden Gefässen, den zahlreichen, dichtgedrängten, concentrischen Verkalkungslagen genau dasselbe, wie bei der lebenden Squatina, und es wäre in geweblicher Beziehung nur zu erwähnen, dass an dem grossen Wirbel die Innenzone, welche aus Spindelzellknorpel mit sternförmig angeordneten Zellausläufern besteht, vollständig verkalkt ist. Sehr wichtig ist die Gestalt dieser runden Wirbel. Der kleine photographisch abgebildete Wirbel erinnert in seiner äusseren Form lebhaft an *Squatina acanthoderma*. Eigentliche Randleisten sind nicht vorhanden, sondern die Wirbelenden gehen continuirlich in die Wirbelhöhlung über. In der dorsalen Mittellinie findet sich wie bei *acanthoderma* eine Einsenkung, von zwei kleinen Wülsten begrenzt und diese zeigen auch hier die innere Grenze der Bogenbasen an, wie auch die äussere durch eine leistenförmige Erhebung an der Seitenfläche des Wirbelkörpers angedeutet ist. Man kann somit deutlich ein Ansatzfeld der getrennten Bogenbasen nachweisen. Weniger deutlich zeigen sich solche Felder für die unteren Bogen, jedoch lässt sich immer die Stelle ihres Ansatzes seitlich an einer seichten, mittleren, ventralen Einsenkung nachweisen. Durch diese Vorsprünge und Felder, welche wie erwähnt den getrennten Ansatz der Bogen beweisen, erscheint die Wirbelhöhlung ein klein wenig abgeändert, nicht vollkommen kreisrund, sondern etwas polygonal. Die Wirbelseitenflächen sind nicht vorgewulstet, sondern plan oder ein klein wenig eingezogen.

1) Leipzig 1879.

Der grössere Wirbel besitzt eine kreisrunde Wirbelhöhlung und der Rand derselben geht continuirlich in die stark vorgewulstete Seitenfläche des Wirbelkörpers über. Auch bei diesem findet sich keine Spur eines selbständigen Randwulstes. Der Querschliff des Wirbels erscheint mir um deswillen interessant, weil er an die der Rhinobatiden erinnert. Es zeigt sich ein dorsaler, mittlerer Vorsprung statt einer Einziehung, ferner findet sich eine mittlere ventrale Vertiefung, nebst seitlichen, leicht vertieften Flächen zum Ansatz der Bogen, welche auch hier getrennt aufsassen. An ihnen müssen ausgedehnte Oberflächenverkalkungen gefehlt haben. Der Umstand, dass die Flächen zum Ansatz der unteren Bogen mehr an der Seite des Wirbelkörpers liegen, lässt mich schliessen, dass wir es mit einem Rumpfwirbel zu thun haben.

Die übrigen Wirbel des Pläner von Strehlen (Fig. 19) und der Kreide von Ciply, Maestricht (Folx les Cernes) (Fig. 21) und Aachen sind ovale Wirbel, von der Form, wie sie der Squatina eigenthümlich ist, jedoch mit nicht unwichtigen Unterschieden. Sie sind dadurch ausgezeichnet, dass sich an ihnen keine Spur von rings um den Wirbelkörper gehenden Bogen nachweisen lässt. Das ist dagegen an den Wirbeln aus der oberen Kreide von Maestricht (Fig. 22, 23, 24), welche dem Leidener Museum angehören, der Fall. Diese zeigen auf das Deutlichste das Herumgreifen der Bogen und die starken Oberflächenverkalkungen derselben (Fig. 24), welche an die Ränder des centralen Doppelkegels anschliessen (Fig. 23) und mit demselben fest verwachsen. Diese zeigen überhaupt eine vollkommene Identität mit den Wirbeln der jetzt lebenden Squatina.

Dem ursprünglichen Typus rundlicher Wirbel am meisten genähert sind die Wirbel von Folx les Cernes (Fig. 21) des Münchener Museum und des Senon von Aachen, welche den Berliner Sammlungen angehören. Der Querdurchmesser der Wirbelhöhlung übertrifft nicht in auffallender Weise den Höhendurchmesser. Die Wirbelseitenfläche ist eben, sogar leicht eingezogen, wie bei den Wirbeln älterer Squatinae. Die Wirbelenden treten nicht hervor und gehen continuirlich in den Rand der Höhlung über. An den Wirbeln aus dem Senon von Aachen lassen sich besonders deutlich vier flache Felder zum Ansatz der getrennten Bogenbasen erkennen. Dabei erscheint die dorsale und ventrale Masse leicht vertieft. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt etwas dorsal verschoben (Fig. 19), und dabei ist der Längendurchmesser, und auch das ist wichtig zu erwähnen, dorsal geringer, als ventral. Die innere Struktur und die gewebliche Zusammensetzung ist durchaus dieselbe (Fig. 14, 19, 21), wie bei den lebenden Squatinae und braucht nicht besonders geschildert zu werden.

Die oblongen Wirbel aus dem Pläner (Fig. 19) und der Oberen Kreide von Ciply sind durchaus übereinstimmend gebaut. Ihre Umgrenzung erscheint aber ausgeprägt eckig (Fig. 19). Es sind grösstentheils Rumpfwirbel. Das eckige Aussehen rührt wiederum von den abgeplatteten Ansatzstellen der Bogenbasen her. Die Wirbelseitenfläche ist platt und etwas vorgequollen. Randwülste und Randflächen der Wirbelhöhlungen sind nicht vorhanden. Auf dem Querschnitt eines Wirbels von Ciply lässt sich die Trennung der Bogen dadurch sehr schön beweisen, dass sich in der dorsalen Mitte ganz wie bei *Squatina acanthoderma* des Oberen Jura am Boden des Rückenmarkskanals eine zusammenhängende Lage eines verkalkten Vorknorpels, welcher sich im Leben an der Oberfläche des Wirbelkörpers zwischen den Rückenmarksbogen ausdehnen musste, findet.

Wie ich bereits hervorhob, zeigen die dem Leidener Museum angehörigen Wirbel aus der Oberen Kreide von Maestricht (Fig. 22, 23, 24) eine Form, wie sie bei den jetzt lebenden Squatinae vertreten ist, wenn auch die Grösse der Wirbel viel bedeutender erscheint. Bei ihnen unterliegt es nicht dem geringsten Zweifel, dass die Bogen rings um den eigentlichen Wirbelkörper vereinigt waren. Ganz besonders deutlich auf dem Querschnitt (Fig. 24b) lässt sich die starke Oberflächenverkalkung der seit-

lichen Vereinigung, welche zusammenhängend in die Oberflächenverkalkung der Bogen selbst übergeht, nachweisen. Im Uebrigen unterscheidet sich die Form der Wirbel (Fig. 22) auch bezüglich der geweblichen Zusammensetzung in Nichts von der der lebenden Squatinae. Das Bild der Wirbelseitenfläche ist ein ganz anderes, als das der Squatinae mit getrennten Bogen. Dieselbe geht nicht abgerundet in die Wirbelhöhlung über, sondern ist dieser gegenüber scharfkantig (Fig. 23) abgesetzt. Die Wirbelseitenfläche ist dabei leicht gefurcht, mit Oeffnungen für die eindringenden Gefässe (Fig. 24 a) versehen und schwach vertieft. Bei den besterhaltenen Wirbeln finden sich, den Ansatzstellen der vereinigten Bogenbasen entsprechend und von zerfetzten Rändern, den Resten der Oberflächenverkalkungen der Bogen, umgeben (Fig. 23), vierseitige Felder. Die Wirbelhöhlung ist, wie das namentlich auch an den Rumpfwirbeln lebender Squatinae der Fall ist, ausgeprägt bisquitförmig (Fig. 22).

Aus der Tertiärperiode kenne ich von runden Squatinawirbeln nur einen (Fig. 30 u. 32), welcher dem freiburger Museum angehört, der Molasse von Pfullendorf (Badischer Seekreis) entstammt, und welchen ich der Güte meines Herrn Collegen Fischer verdanke. Dagegen kenne ich eine Anzahl Uebergangsformen zu den Wirbeln jetzt lebender Squatinae, oblonge Wirbel mit getrennten Bogenbasen, und zwar aus dem Oligocaen von Osterweddingen (Museum München) (Fig. 27), ferner aus dem Oligocaen von Alzey (Rheinbessen), die ich der Güte meines Herrn Collegen v. Koch verdanke, ferner aus dem Pliocaen (Terrain rupellien), welche mir von dem Herrn van Beneden in Löwen zur Untersuchung übergeben wurden, und endlich aus dem Crag von Antwerpen, welche dem brüsseler Museum angehören. Echte Squatinae, aber von ungeheurer Grösse, sind mir aus der Molasse von Pfullendorf (Fig. 29) (Museum Freiburg) und von Baltringen (Sammlung Probst) bekannt.

Der runde Wirbel aus der Molasse (Fig. 30) von Pfullendorf ist länger, als das sonst bei Squatinawirbeln der Fall zu sein pflegt, und muss einem gewaltigen Thiere angehört haben. Die Wirbelseitenfläche ist eben bis auf eine grosse Einbuchtung (Fig. 30), von welcher ich nicht anzugeben vermag, ob sie mit dem Ansätze des Bogens zusammenhängt. Randwülste lassen sich nicht nachweisen. Von Oberflächenverkalkungen, welche auf um den Wirbelkörper vereinigte Bogen schliessen lassen, ist Nichts nachweisbar. Sie werden also hier getrennt gewesen sein. Die Wirbel aus dem Oligocaen (Fig. 27, 28) nähern sich am Meisten denen des Senon von Aachen. Die längliche Form springt wenig in die Augen, sie besitzen aber eine mehr vierseitige Gestalt und auch hier erscheinen die Wirbel länger, als man es sonst bei Squatinawirbeln zu sehen gewohnt ist. Dabei will ich hervorheben, dass bei dem Wirbel von Osterweddingen wie bei den Squatinae der Kreide eine Verkalkung der Innenzone zu beobachten ist.

Die Länge des Wirbels hat bei den oblongen Wirbeln aus dem Crag von Antwerpen das grösste Maass erreicht und ist demnach die Wirbelhöhlung, welche scharfrandig abgegrenzt ist, ausserordentlich vertieft. Das Querschnittsbild dieses Wirbels klingt in der Form an das der oblongen Wirbel aus dem Pläner an, erscheint eckig, mit seitlich vorspringenden Leisten¹⁾, ein Verhalten, welches auch in dem geweblichen Aufbau seinen Ausdruck findet. Auch bei diesem Wirbel zeigt sich keine Spur von Oberflächenverkalkungen und somit waren die Bogen getrennt. Dasselbe scheint mir bei den Wirbeln aus dem Pliocaen (Terrain rupellien) der Fall zu sein, dessen Seitenfläche leicht vertieft ist, und dessen allgemeine Form durchaus mit der der Wirbel aus der Oberen Kreide des leidener Museum übereinstimmt. Dafür erscheint wie bei dem grossen Wirbel aus der Kreide von Ciply eine mittlere, dorsale Erhe-

1) Anatomische und paläontologische Ergebnisse, Leipzig 1879.

bung, welche die Ansatzfelder der oberen Bogen trennt, während sich ventral an der entsprechenden Fläche eine Einziehung findet.

Gigantische Thiere waren dann schliesslich die Träger der oblongen Wirbel aus der Molasse von Pfullendorf (Museum Freiburg) und von Baltringen (Museum Probst, Unteressendorf). Es ist wohl möglich, dass die Zähne, welche Probst¹⁾ als *Squatina Fraasi* zugehörig beschreibt, diesen Thieren zukommen, da sie allgemein verbreitet in Baltringen vorkommen sollen, während ich von den beiden seltneren Geschlechtern aus Baltringen und Althain keine zugehörigen Wirbel gefunden habe.

Die Pfullendorfer Wirbel sind kurz und wie die Rumpfwirbel lebender *Squatinae* (Fig. 29, 31) seitlich stark ausgebuchtet, ohne Randwülste. Die Wirbelhöhlung (Fig. 29) erscheint in Folge dessen nicht rein oval, sondern nach den Seiten hin eingezogen, flach und scharfrandig. Eine schmälere dorsale und breitere ventrale Vertiefung (Fig. 31) deutet darauf hin, dass wir es mit Rumpfwirbeln zu thun haben. Der Querschnitt durch die Mitte (Fig. 31 a) zeigt einen mehr rundlichen eigentlichen Wirbelkörper. Seitlich (Fig. 31 b) zeigen sich dagegen ungeheuer entwickelte, flügelartig vorspringende, geschichtete, homogene Verkalkungen, welche in radiärer Richtung von Gefässen durchsetzt werden. Dieselben sind seitlich vollkommen mit dem eigentlichen Wirbelkörper verschmolzen, und das giebt entschieden zu denken. Ich glaube, dass wir es mit einer Form zu thun haben, deren Wirbelbogen getrennt waren, und bei denen die seitlichen Verbindungsmassen der Bogen (Perichondrium) durch Bildung von Vorknorpellagen verkalkten. Leider fehlt mir, weil ich den einzigen Wirbel nicht opfern wollte, die histiologische Untersuchung. Die Wirbel würden dann eine weitere Mittelstufe darstellen, eine Stufe, welche sich wohl am ehesten an die grossen *Squatina*-Wirbel der Kreide von Ciply anschliesse. Freilich hat bei diesen die Oberflächenverkalkung nur eine geringe Ausdehnung. Für das Getrenntsein der Bogen sprechen unter anderem auch die Vertiefungen zu den Seiten der starken, seitlichen Vorragungen.

Eine entschieden der lebenden *Squatina* nahestehende, wenn auch gigantische Form stellt die *Squatina* aus der Molasse von Baltringen dar. Es handelt sich um einen Rumpfwirbel. Die Oberflächenverkalkungen, die Vertiefungen für die oberen Bogen, sowie die seitlichen für die Haemapophysen sind deutlich ausgeprägt und noch schärfer hervortretend wie bei den Wirbeln aus der oberen Kreide von Maestricht (Museum Leiden). Ferner spricht die bohnenförmige Form der Wirbelhöhlung durchaus für eine solche Annahme.

1) l. c.

Viertes Capitel.

Taf. XIX.

Trygones.

In dem allgemeinen Theile habe ich Hypolophus und Pteroplatea von der Familie Trygon abgetrennt, zu welcher sie von allen Zoologen gerechnet werden, so dass sogar Günther¹⁾ Hypolophus nur eine Unterabtheilung von Trygon sein lässt. Ich habe dieselben als Vertreter der Stammeltern der Trygonen und der Myliobatiden hingestellt, und ich glaubte eine gewisse Berechtigung dazu in dem in stammesgeschichtlicher Beziehung so ausserordentlich wichtigen Verhalten der Bogen, welche bei diesen Thieren niemals vollkommen rings um den Wirbelkörper zur Vereinigung kommen, zu finden, während das namentlich bei einem Theile der Myliobatiden der Fall ist. Freilich verhehle ich mir nicht, dass meine Annahme noch weiterer und kräftigerer Stützen als die gegebenen bedarf, um gesichert zu sein, allein vorläufig muss ich an dieser stammesgeschichtlichen Annahme festhalten, bis ausgedehntere Untersuchungen, namentlich an den eigentlichen Stechrochen und den Myliobatiden, angestellt sind, Untersuchungen, welche mir aus Mangel an hinreichendem Material unmöglich geworden sind. Mit voller Kenntniss der Schwächen dieses und der beiden folgenden Kapitel werde ich gewiss nicht der Letzte sein, der eine auf ausgedehntere Beobachtungen fussende Belehrung annimmt. Uebrigens werden durch meine Annahmen die bisherigen Aufstellungen der Zoologen nicht über den Haufen geworfen, es findet nur eine andere Gruppierung statt. Auch durch meine Untersuchungen wird sich herausstellen, dass Hypolophus in der That engere verwandtschaftliche Beziehungen zu Trygon hat, als Pteroplatea.

Hypolophus sephen,

dessen Untersuchung mir von meinem Freunde Hubrecht in Leiden ermöglicht wurde, wenn es sich dabei auch nur um Schwanzwirbel handelte, ist als die ältere Form anzusehen, weil bei ihnen die Bogen vollkommen getrennt sind, während sie bei Pteroplatea wenigstens seitlich zur Vereinigung kommen. Aelter ist Hypolophus ferner insofern, als der eigentliche Wirbelkörper die Hauptmasse des Wirbels bildet, während bei den jüngeren und abgeleiteten Formen derselbe mehr in den Hintergrund gedrängt wird. Dafür treten dann die Bogen, beziehungsweise die die Bogen verbindenden Gewebmassen immer mehr in den Vordergrund.

Die Wirbelhöhlung ist kreisrund, scharfrandig (Fig. 1) und ohne Andeutung einer Schichtung. In trockenem Zustande zeigt der Wirbel eine ziemlich weite, centrale Durchbohrung, ein Zeichen der nicht unbedeutenden Stärke der Innenzone des Wirbelkörpers (Fig. 3 i). Bei der Betrachtung der Wir-

1) l. c.

belkörper von der Seite (Fig. 2) fällt es besonders ins Auge, dass die Höhe derselben, wenn auch beträchtlicher wie die Länge, dennoch lange nicht in dem Maasse wie bei den Squatinorajiden überwiegt, und das ist als Unterscheidungsmerkmal der sonst so überaus ähnlichen Wirbel wichtig. Die Zwischenwirbelmasse ist sparsam, die Wirbelkörper (Fig. 2) besitzen breite, aufgeworfene Ränder, ähnlich wie bei den Pristiden, und es zeigt sich eine schmale, mittlere Vertiefung, in deren oberes und unteres Ende sich die Bogenbasen gleichsam einfalzen. Die Seitenfläche der Wirbelkörper ist dabei durchaus glatt. Ob an dem Schwanz Diplospondylie vorhanden ist, ist mir nicht ganz klar geworden, allein nichts weniger als unwahrscheinlich. Die Rückenmarkshöhle (Fig. 1) ist ungemein weit und hoch und dem entsprechend verhalten sich die Bogenstücke (Fig. 1 u. 2). Die Neurapophysen (Fig. 2 *n*) sind dreiseitig, mit einem zwischen die gewulsteten Wirbelkörperränder reichenden Fortsatz. Die intercalaria (Fig. 2 *in*) sind rautenförmig, und zwischen ihnen schieben sich als Zeichen des hohen Alters der Thiere (Fig. 2 *s*) dreiseitige Schlussstücke ein, welche den Rückenmarkskanal überdachen. Die Haemapophysen (Fig. 2 *h*) sind schmal beginnende, dann vierseitig endende und an ihrem Ende dicht zusammenschliessende Platten, welche unmittelbar an den Wirbelkörpern durch dreiseitige Zwischenräume, in denen intercalaria gelagert scheinen, getrennt sind. Polygonale Kalkplättchen bekleiden die Oberfläche sowohl der oberen, wie der unteren Bogenstücke.

Wie in dem äusseren Aussehen, so gleicht auch bezüglich der inneren Struktur, welche ich auf Querschnitten untersucht habe (Fig. 3), Hypolophus den Squatinorajiden, und das weist jedenfalls auf gemeinsame Stammformen hin. Die Innenzone (Fig. 3 *i*) besteht aus einem gemischten Knorpel, mit vorwiegender hyaliner Grundsubstanz (hyaliner Knorpel eingebettet in ein prochondrales Alveolenwerk). Der centrale Doppelkegel (Fig. 3 *d*) ist in der Mitte äusserst schwach, an den Enden dagegen stark entwickelt, zeigt aber im Uebrigen dieselbe Zusammensetzung wie bei den Squatinorajiden. Er wird durch eine dünne, verkalkte Lage der Innenzone verstärkt. Die Aussenzone (Fig. 3 *a*) schliesst wie bei Pristis und allen lebenden Rhinobatiden, und das ist ja ein Zeichen späteren Auftretens in der Stufenleiter der Plagiostomi tectospondyli, unmittelbar an den centralen Doppelkegel an, verkalkt und besteht aus einem verkalkten, gemischten Zellknorpel von derselben Zusammensetzung wie bei Pristis, in welchem die Zellen mit ihren hyalinen Höfen einzeln in ein ausserordentlich zierliches, verkalktes, prochondrales Maschenwerk eingebettet sind. Das Wachsthum geschieht in derselben Weise wie dort von der Oberfläche her durch eine vorknorpelige Wachsthumsschicht. Uebrigens muss ich doch besonders hervorheben, dass der Bau der Aussenzone nur scheinbar ein vollkommen gleichmässiger wie bei Pristis ist, allein es muss genaueren und eingehenderen Untersuchungen vorbehalten bleiben in dieser Beziehung das Allgemeingültige festzustellen. Mein Material war viel zu gering und kostbar, um dasselbe noch weiteren Zerstörungen auszusetzen. Es scheinen mir wie bei den Rhinobatiden Kalkstrahlenbildungen wenigstens an der Oberfläche vorzukommen, jedoch sind dieselben nicht wie bei jenen Thieren durch unverkalkten Knorpel getrennt, sondern die Zwischenräume sind durch einen verkalkten gemischten Knorpel ausgefüllt, welcher das Eigenthümliche zeigt, dass die Zellen nicht einzeln liegen, sondern in unregelmässigen Gruppen in der hyalinen Grundsubstanz eingebettet sind. Dabei zeigen sie mehr eine radiäre Anordnung, während in den Strahlen die concentrische Streifung vorherrscht. Von dem vorknorpeligen Oberflächenlager will ich noch besonders hervorheben, dass in dasselbe, ohne dass es zur Bildung von Gefässen kommt, Zellzapfen hineindringen, es zeigt sich also ein Verhalten wie bei den ältesten Squatinorajidae. Sie verlaufen in der Längsaxe des Wirbelkörpers. Das Oberflächengewebe trennt sich ausserordentlich leicht von der verkalkten Aussenzone, ein Zeichen, dass die Verkalkung nicht allmählig, sondern plötzlich das Gewebe ergreift. Von einer elastica externa habe

ich auch nicht einmal Ueberbleibsel nachweisen können, und somit ist dieser oberflächliche Bestandtheil der Aussenzone unmittelbar von dem Perichondrium überlagert (Fig. 3 *b*). Dieses setzt sich rings um die getrennten Bogenbasen (Fig. 3 *n b*) fort und bewirkt nicht allein das Wachstum derselben, sondern auch der Oberflächenschicht des Wirbelkörpers. Das Wachstum der Bogen wird somit gleichen Schritt mit dem des Wirbelkörpers halten. Die Bogenstücke bestehen aus einem Knorpel, in welchem wie in der Innenzone der Squatinawirbel die Zellen nicht rundlich, sondern mehr spindel- und sternförmig erscheinen. Die Zellkapseln, die nicht überall nachweisbar sind, sind zart. Die Oberflächenverkalkungen, welche Plättchen darstellen, sind einfach verkalkter Vorknorpel.

Was das fossile Vorkommen von *Hypolophus* betrifft, so sind mir nur wenige, dem brüsseler Museum angehörige und dem Eocaen von Eiterbeck und von Voluwe Set. Lambert (Système bruxelien) entstammende verdächtig. Freilich sind Momente vorhanden, welche gegen die Zugehörigkeit zu *Hypolophus* sprechen, wie namentlich die Form der Wirbelhöhlung und die concentrische Streifung innerhalb derselben, allein ich kenne sonst keinen Plagiostomen und vor allem keinen Stechrochen, dem ich dieselben zuschreiben könnte. Die sichere Entscheidung mag aber vorläufig schweben, bis von mit grösserem Materiale ausgerüsteten Forschern weitere Untersuchungen vorliegen.

Die Wirbel sind unzweifelhaft Rumpfwirbel, wie man an den seitwärts (Fig. 5) und weit auseinander stehenden Vertiefungen für die Haemapophysen erkennen kann. Vielleicht erklärt sich daher die etwas abweichende Form der Wirbelhöhlung, und es wäre wohl von besonderem Interesse zu untersuchen, ob die Rumpfwirbel von *Hypolophus* ähnliche Formverhältnisse darbieten. Die Form schliesst ja jeden Zusammenhang mit den Squatinorajiden aus, so viele Aehnlichkeiten sonst auch vorhanden sind. Dieselbe ist weder rund noch viereckig, sondern kartenherzförmig, mit aufwärts gekehrter Spitze. Der Rand ist scharf (Fig. 4) und die Durchbohrung der Rückensaite liegt central. Es zeigen sich dabei wie erwähnt in der Wirbelhöhlung deutliche Schichtungsstreifen. Dabei will ich nicht unerwähnt lassen, dass, wenn auch die Wirbelhöhlung von *Hypolophus* sephen solche nicht darbietet, dieselben dennoch, wenn auch nur in zarten Andeutungen auf dem Querschnitte (Fig. 3 *a*), erscheinen. Der vordere und hintere Wirbelrand (Fig. 5) erscheint mässig aufgeworfen, wenigstens nicht so stark wie bei dem lebenden *Hypolophus* sephen. Der Raum zwischen den Rändern ist aber wie bei der lebenden Form schmal und etwas eingezogen, und die Höhe übertrifft die Länge beträchtlich. Zu beiden Seiten der dorsalen (Fig. 6) und der ventralen Mitte erscheinen flache, unregelmässig begrenzte Vertiefungen zum Ansatz der getrennten Bogen. Zwischen ihnen ist die Oberfläche des Wirbelkörpers nicht vollkommen glatt, sondern dicht längsgerippt.

Ein senkrechter Querschnitt oder Querschliff (Fig. 7) durch die Mitte des Wirbelkörpers ergibt einen schwach entwickelten, centralen Doppelkegel (Fig. 7 *d*), welcher demnach gegen die Enden hin schnell und beträchtlich an Dicke gewinnen muss. Die Zusammensetzung ist dieselbe wie bei dem lebenden *Hypolophus*. Eine mässig stark entwickelte, verkalkte Lage der Innenzone dient zur Verstärkung desselben. Dicht um den centralen Doppelkegel, ohne scharfe Grenze gegen diesen abgesetzt, findet sich in ausgeprägter concentrischer Schichtung (Fig. 7 *a*), aber in derselben Zusammensetzung wie bei *Hypolophus*, die verkalkte Aussenzone, welche jedoch an ihrer Oberfläche Strahlenbildung zeigt. Die einzelnen Strahlen sind aber (Fig. 7) durch verkalkte Knorpelmassen mit einander verbunden. Es zeigt sich die Andeutung eines schwächeren dorsalen, eines stärkeren ventralen Strahles und schräger Strahlen, welche gegen die vier Bogenbasen gerichtet sind. Somit bleiben in Andeutungen zwei starke Seitenstrahlen übrig, welche in radiärer Richtung Streifen zeigen (Fig. 7). Dieselben stellen aber keine verkalkten Gefässkanäle dar, sondern sind stärkere Massen des pro-

chondralen, verkalkten Alveolenwerkes. Die Strahlen zeigen concentrische Anordnungen, wie bei Hypolophus, nur ausgeprägter. Der verkalkte, gemischte Knorpel zwischen denselben zeigt dieselbe Anordnung, denselben Bau wie bei Hypolophus.

Pteroplatea.

Ich habe Wirbel aus der Basis des Schwanzes zweier Exemplare von *Pteroplatea micrura*, welche dem Museum von München und Leiden angehören, zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Wie für so Vieles, so schulde ich auch dafür meinem berühmten Collegen v. Siebold und meinem Freunde Hubrecht den innigsten Dank.

Die Form der Wirbelhöhlung ist im allerhöchsten Grade interessant, und ich bin lange Zeit schwankend gewesen, ob nicht der in dem entsprechenden Kapitel *Pristiophorus* zugeschriebene, fossile Wirbel *Pteroplatea* angehöre. Es herrscht in der Form eine grosse Uebereinstimmung, allein ich bin immer wieder davon zurückgekommen, weil der innere Bau ein ganz verschiedener ist. Immerhin kann ich nicht unterlassen, besonders auf die Aehnlichkeit hinzuweisen, weil damit ein für die Stammesgeschichte wichtiger Fingerzeig gegeben sein möchte. Die Höhlung ist kartenherzförmig (Fig. 8), mit ventralwärts sehender, abgerundeter Spitze. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt excentrisch, dem ventralen Rande näher, als dem dorsalen (Fig. 8). Die Ausdehnung der knorpeligen Innenzone (Fig. 11 *i*) ist grösser wie bei *Hypolophus*, und somit entsteht, wenn man einen isolirten Wirbelkörper trocknet, in der Mitte desselben eine weite Oeffnung, welche, wenn sie vorhanden, bei der Bestimmung fossiler Wirbel von grosser Wichtigkeit ist. Die Wirbelhöhlung ist scharfrandig umgrenzt (Fig. 8), und es zeigen sich nur schwache Andeutungen einer concentrischen Schichtung.

Bei der Betrachtung der Wirbelsäule von der Seite (Fig. 10) sieht man die Wirbelkörper oder besser gesagt die Zwischenwirbelgewebe nur im ventralen Abschnitte undeutlich durch eine dicke Belegmasse durchschimmern. Schält man aber einen Körper (Fig. 9) aus der Hülle heraus, so sieht man, und das bedingt einen ungemein wesentlichen Unterschied gegenüber dem dem *Pristiophorus* zugeschriebenen Wirbel, dass derselbe höher ist als lang, und dass er stark aufgeworfene Wirbelränder besitzt, zwischen welchen die Seitenfläche leicht vertieft erscheint. Derselbe gleicht einem ungemein kleinen Wirbel von *Pristis antiquorum* und seiner Kleinheit halber ist es mir auch nicht möglich gewesen, besondere Skulpturen auf der Oberfläche zu entdecken.

Uebrigens scheint die Schwanzwirbelsäule diplospondyl zu sein. Die Bogen (Fig. 11 *b*) bedecken die ganze Seitenfläche der Wirbelkörper und lassen diese (Fig. 10) nur undeutlich durchschimmern. Die Haemapophysen (Fig. 10 *h*) entspringen dabei ganz von der Seite. Es sind dreieckige Stücke, zwischen denen in regelmässigster Weise ebenso gestaltete intercalaria eingesprengt sind. Das weist auf ein hohes Alter der Thiere hin. Die Neurapophysen (Fig. 10 *n*) haben die regelmässig dreiseitige Form, und zwischen sie schieben sich Schaltstücke (Fig. 10 *m*), welche dicht zusammenschliessend, als vierseitige Platten den Rückenmarkskanal überwölben (Fig. 11). Von einem elastischen Längsbande, oder von Schlussstücken habe ich Nichts entdecken können. Manchmal sind die intercalaria gespalten, die Oberflächenverkalkungen erscheinen erst bei Betrachtung mit dem Mikroscope als Plättchen.

Ein Querschnitt durch die Mitte des Wirbelkörpers (Fig. 11) zeigt wie erwähnt eine stark entwickelte, hyalinknorpelige Innenzone (Fig. 11 *i*) mit meistens runden und concentrisch um die Chorda angeordneten Zellhöhlen. Dieselbe scheint zur Verstärkung des in der Mitte ganz ausserordentlich

dünnen (Fig. 11 *d*), dagegen gegen die Enden hin ausserordentlich verdickten, centralen Doppelkegels Nichts beizutragen. Der Doppelkegel besteht aus einem verkalkten, gemischten Knorpel. Die Zellen desselben sind ebenfalls concentrisch um die Chorda geordnet, allein nicht so platt wie bei *Hypolophus*, sondern mehr rundlich. Die Zellen liegen dabei einzeln von ihren hyalinen Höfen umgeben.

An der Aussenzone, welche eine mit dem Doppelkegel innig zusammenhängende, concentrische Lage eines gemischten Knorpels darstellt, habe ich noch deutlich die Reste einer *elastica externa* (Fig. 11 *ee*) nachweisen können und zwar sowohl an der dorsalen, wie an der ventralen Fläche derselben. Daraus ergibt sich, dass die Aussenzone in gleichmässiger Dicke um den Doppelkegel gelagert ist. Im Innern verkalkt, besteht sie an der Oberfläche aus einem gemischten Knorpel, welcher seitlich in die Bogenverbindung (Fig. 11 *b*) übergehend das Wachstum derselben sowohl, wie des Wirbelkörpers besorgt.

Die Bogenbasen, welche wie die Bogen überhaupt aus Hyalinknorpel bestehen und nur an der Oberfläche einen zu den Plättchen verkalkenden Vorknorpel zeigen, greifen nur seitlich um den Wirbelkörper herum, wie das bei den ältesten Elasmobranchiern an beschränkten Stellen der Wirbelsäule der Fall ist, dagegen werden sie dorsal und ventral von einem verkalkenden, gemischten und dem Perichondrium entstammenden Knorpel getrennt, welcher unter theilweiser Vernichtung der *elastica externa* untrennbar mit der Aussenzone des Wirbelkörpers verschmilzt (Fig. 11) und sich als ein dorsal und ventral eindringender, periostaler Keil (Kölliker) darstellt. Dies ist ein Verhalten, welches auf die Strahlen bei *Hypolophus*, namentlich auf den dorsalen, ein gewisses Licht wirft und darauf hindeutet, dass auch bei diesem Thiere vielleicht ein gleicher Ursprung vorhanden ist, dass auch hier sekundär eine Verwachsung periostaler Keile mit der Aussenzone stattfindet. Der Wirbelkörper wäre dann eigentlich rundlich, in gleicher Dicke um den Doppelkegel gelagert und ohne Fortsätze, und das wäre wiederum, wenn man die Verhältnisse bei den *Squatinorajae* in Betracht zieht, stammesgeschichtlich von nicht unerheblicher Wichtigkeit. Die Anordnung der Zellen in diesen periostalen Keilen ist eine andere, als die in der Aussenzone. Ist sie hier concentrisch um die Rückensaite, so erscheint sie, und das ist für die Differenzialdiagnose fossiler sowohl wie lebender Wirbel und mit Rücksicht auf die Entwicklungsgeschichte von hohem Werth, mehr radiär. Die verkalkte Grundsubstanz ist entsprechend angeordnet, aber stärker entwickelt.

Fossile Pteroplateae habe ich nicht aufzufinden vermocht.

Fünftes Capitel.

Taf. XIX.

T r y g o n.

Von den zur Familie Trygon gehörenden Thieren habe ich Dank der Freundlichkeit v. Köllikers *Trygon pastinaca*, ferner Dank der Güte v. Siebold's *Taeniura lymna* und Dank der Freundschaft Dr. Lütken's *Urolophus aurantiacus* untersuchen können.

In Folge meiner Beobachtungen erscheint Trygon älter, Urolophus und Taeniura sind dagegen jünger. Dafür spricht auch die Lebensweise der letzteren Thiere, welche ja Bewohner der süßen Gewässer sein können, während sie sich ursprünglich wie alle anderen Elasmobranchier im Meere aufhielten. Einen Beweis für das höhere Alter von Trygon finde ich, ganz abgesehen von den paläontologischen Befunden, ferner darin, dass die Strahlenbildung des Wirbelkörpers wie bei Hypolophus wenig entwickelt, erst im Beginne der Bildung ist, während dieselbe dagegen bei den beiden anderen Formen eine grössere Ausbildung zeigt. Strahlenbildungen sind ja, wie wir aus allen bisherigen Schilderungen wissen, als Zeichen einer dishomogenen Entwicklung der Gewebe stets secundärer Natur. Als Süßwasserbewohner erscheint mir ferner Taeniura jünger, als Urolophus.

Trygon pastinaca.

Kölliker hat bereits in einem Zusatze zu seiner Arbeit¹⁾ eine recht gute und im Ganzen zutreffende Beschreibung der Wirbel von Trygon gegeben. Er beschreibt dieselben folgendermaassen:

„Hier bildet der chordale Wirbelkörper einen starken Doppelkegel mit äusseren Kanten. Vier von diesen — oben und unten, rechts und links — sind mit starken periostalen Zapfen von Faserknochen verschmolzen, welche denen entsprechen, die bei den Haien mit Nickhaut vorkommen. Die äussere Kruste von Knorpelknochen geht nur bis an diese Zapfen heran, aber nicht über dieselben hinüber, vielmehr liegt die äussere Fläche derselben meist noch etwas über der Ebene der Kruste. Ausser den genannten vier Kanten hat dann der chordale Wirbelkörper, mit Ausnahme des Schwanzes, in den Zwischenräumen derselben noch vier oder acht andere, die die Oberfläche nicht erreichen.“

Meine eigenen Untersuchungen ergeben Folgendes:

Die Höhlung der Schwanzwirbel von Trygon (Fig. 1) ist im Centrum von Seiten der Chorda durchbrochen, rund und mit schwach übergebogenem, scharfem Rande. Bei der Betrachtung derselben

1) Ueber die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selaehier und einiger anderen Fische. Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft, Würzburg, Bd. X.

von der Seite stellt sich das Verhältniss der Länge zur Höhe wie 2:3. So lange jedoch die Verbindung mit den Bogen vorhanden ist, sieht es aus, als überträfe die Länge (Fig. 2) die Höhe. Der Zwischenwirbelraum ist verhältnissmässig schmal. Die Ränder erscheinen nur undeutlich aufgeworfen. Das Feld zwischen ihnen ist breiter, als bei den vorhin geschilderten Vertretern der Gruppe. Sie ist nicht eingezogen, sondern glatt und eben. Die Bogenknorpel (Fig. 2 *n* u. *h*) keilen sich mit einem Fortsatz in die Mitte der Seitenfläche ein und sind, wie man auf den ersten Blick sieht, getrennt. Der Wirbelkörper erscheint an der Oberfläche, abgesehen natürlich von dem ihn bedeckenden Perichondrium, durchaus gleichmässig verkalkt, während die Oberfläche der Bogenbestandtheile (Fig. 2 u. 3) von plättchenartigen Verkalkungen bedeckt ist. Dieselben sind sehr zierlich, sechsseitig polygonal.

Die Neurapophysen (Fig. 2 *n*) sind dreiseitig, regelmässig und gleich hoch. Es zeigt sich dabei am Schwanz Diplospondylie und die Rückenmarksbogen schicken, wie erwähnt, einen Fortsatz gegen die Mitte der Wirbelkörperoberfläche. Die intercalaria (Fig. 2 *m*) sind regelmässige, sechsseitige, polygonale Platten, zwischen denen sich (Fig. 2 *s*) in ebenso regelmässiger Weise, ein Zeichen des hohen Alters von *Trygon*, dreiseitige Schlussstücke einkeilen, welche dorsalwärts den Rückenmarkscanal schliessen. Die Haemapophysen sind an der Basis stumpf, keilförmig, an den Enden nach hinten abgebogene, dicht schliessende, vierseitige Platten, welche jedoch in ihren basalen Zwischenräumen keine Schaltknorpel aufzuweisen haben.

Das Bild des Wirbelquerschnittes (Fig. 3) hat mich zuerst im höchsten Grade überrascht und verwirrt, und es wäre wohl wünschenswerth, namentlich im Hinblick auf die Unterschiede zwischen *Trygon* und *Hypolophus*, die übrigen echten Stechrochen zu untersuchen. Ich halte mich überzeugt, dass hier ähnliche Unterschiede und allmähliche Uebergänge vorhanden sind, wie bei den *Rhinobatiden*, und ich stütze diese Ansicht ganz besonders auf den Umstand, dass im äusseren Habitus, namentlich auch in Bezug auf die Rostralbildungen, stufenweise Unterschiede vorhanden sind, wie bei den vorhin genannten Thieren. Eine solche Untersuchung wäre auch paläontologisch ungemein wichtig, weil ich keinen Augenblick zweifle, dass unter dem vorhandenen fossilen Materiale eine Menge Stechrochen aus den verschiedensten Erdperioden vorhanden sind, in ähnlicher Fülle, wie bei den meisten übrigen *Plagiostomi tectospondyli*.

Manches erinnert bei den Wirbeln an die jüngeren *Rhinobatiden*, und doch fällt auf den ersten Blick, und das ist stammesgeschichtlich wichtig, das verschiedene Aussehen des strahlenförmigen Theiles des Wirbelkörpers auf. Somit ist ein mehr oder minder direkter Zusammenhang mit den *Squatinorajae* von der Hand zu weisen, und die Bindeglieder müssen viel weiter zurückliegen, in der Weise, wie ich es in der Stammtafel ausgedrückt habe. Dafür spricht auch der äussere Habitus, dafür das Vorhandensein und das Verhalten der Stacheln.

Meiner Ansicht nach lässt sich die Wirbelsäule und besonders der Wirbelkörper von *Trygon* am ungezwungensten von dem des *Hypolophus* ableiten. Dieser hat die Merkmale der Stammformen, concentrisch um den Doppelkegel gelagerte und mit diesem verwachsene, gleichmässig verkalkte Aussenzone mit einer unverkalkten, unter den getrennten Bogenbasen sich hinziehenden Oberflächenschicht am reinsten bewahrt, und der Fortschritt bei *Trygon* wie bei den übrigen zur Familie gehörigen besteht darin, dass diese mehr oder minder zeitig während der Entwicklung eine besondere Form der Verkalkung zeigt, welche zur Strahlenbildung und, wie bei *Pteroplatea*, zur Verbindung mit den Oberflächenverkalkungen führt. Immerhin wäre es wichtig, und das ist ein Mangel meiner Untersuchungen, zusammenhängende Entwicklungsreihen zu untersuchen. Aus dem Verhalten der *elastica externa*, die ich nicht mehr nachzuweisen vermochte, wird sich dann unmittelbar ergeben, wie viel von

dem Wirbelkörper der eigentlichen Aussenzone, wie viel den Bogen, beziehungsweise der Verbindungsmasse derselben angehört.

Die Innenzone (Fig. 3 *i*) ist gegen den Zwischenwirbelraum hin sehr stark entwickelt und besteht aus einem gemischtem Knorpel mit überwiegender prochondraler Grundsubstanz, in der man fibrilläre Struktur nachzuweisen im Stande ist, und welche an der Oberfläche zur Verstärkung des centralen Doppelkegels verkalkt. In der Mitte des Wirbelkörpers ist die ganze Innenzone verkalkt. Die *elastica interna* ist verschwunden und auch der *funiculus chordae* hat an der Verkalkung Theil genommen, so dass die Chordadurchbohrung einen soliden Kern darstellt.

Der verkalkte, aus gemischtem Knorpel bestehende, centrale Doppelkegel ist in der Mitte ganz ausserordentlich dünn (Fig. 3 *d*), an den Enden dagegen stark verdickt, übrigens von derselben Zusammensetzung wie bei *Hypolophus* und *Pteroplatea*. Auch die Aussenzone besteht aus einem gemischtem Knorpel, jedoch mit mehr rundlichen Zellen und Zelhöhlen.

Die verkalkte Aussenzone besteht, wie bereits hervorgehoben, aus zwei verschiedenen Lagen, einer mehr gleichmässigen, stärkeren, inneren (Fig. 3 *a*) und einer schwächeren, äusseren, beide untrennbar mit einander verbunden (Fig. 3 *a'*). Erstere zeigt Andeutungen einer schichtenweisen Verkalkung, und das verkalkte, prochondrale Maschennetz erscheint recht regelmässig. Dieselbe ist jedoch nicht völlig gleichmässig, sondern es zeigt sich eine schwache, dorsale und ventrale, mittlere Vorrangung, erstere der bei *Hypolophus* entsprechend. Es erscheint mir das stammesgeschichtlich nicht unwichtig. Die dünnere Oberflächenlage zeigt acht Strahlen, einen dorsalen, einen ventralen und zwei seitliche, welche regelmässig keilförmig gestaltet, freilich auch aus einem verkalkten Vorknorpel mit mehr abgeplatteten Zellen, welche concentrisch angeordnet sind, bestehen, allein dadurch radiäre Streifung darbieten, dass die prochondrale, verkalkte Substanz in radiären Zügen und in gewissen Abständen stärker entwickelt ist. Die vier übrig bleibenden, den Bogenbasen entsprechenden Schrägstrahlen zeigen Nichts dergleichen. Sie sind von dem Bogengewebe nicht getrennt und zeigen zackige Ausläufer (Fig. 3 *a'*). Ueber ihnen finde ich in den Bogenbasen Gefässlücken parallel der Längsaxe der Wirbelkörper angeordnet, und auf diesen beruht unzweifelhaft ihr Wachsthum, während das Wachsthum der geraden Strahlen von der Verbindungsmasse der Bogenbasen, welche ja getrennt dem Wirbelkörper aufsitzen, ausgeht. Von diesen ist dann noch besonders zu erwähnen, dass die Seitenstrahlen wie auch der centrale mit periostalen, von dem Perichondrium zwischen den Bogenbasen gebildeten Keilen verwachsen, welche aus gemischtem Knorpel, mit regelmässiger prochondraler Alveolarsubstanz bestehen. Uebrigens dringen an den Bogenbasen, welche wie die übrigen Bogentheile aus Hyalinknorpel zusammengesetzt sind, die plättchenartigen Oberflächenverkalkungen oft so tief ein, dass es mir keinem Zweifel unterliegt, dass dieselben bei älteren, grösseren, vollkommen ausgewachsenen Thieren die schrägen Strahlen der Oberflächenlage der Aussenzone des Wirbelkörpers erreichen und mit diesen untrennbar verschmelzen. Uebrigens sind, wie bereits Kölliker bemerkt, die Fortsätze nicht gleich lang. Die geraden sind die längsten.

Fossil ist meines Wissens *Trygon* bislang nur aus späteren Erdperioden vom Monte Bolca bekannt. Ich habe einen unzweifelhaft dem lebenden Stiechrochen nahe stehenden *Trygon* aus der unteren Kreide (Aptien, Set. Dizier), welcher dem münchener Museum entstammt, beobachtet. Es handelt sich um einen einzigen kleinen, unscheinbaren Wirbel (Fig. 4, 5, 6), welcher, wie man aus der seitlichen Ansatzstelle der Haemapophysen erkennen kann (Fig. 4, 6 *h*), unzweifelhaft dem Rumpfe angehört. Daraus erklärt sich denn auch die etwas abweichende Form.

Die scharfrandig umgrenzte Wirbelhöhlung erscheint nicht rund, sondern im grossen Ganzen queroval (Fig. 4). An der ventralen Fläche, an dem Uebergange gegen die Seitenfläche befinden sich

zwei kleine Einsenkungen, während an der dorsalen nur eine einzige und zwar in der Mitte vorhanden ist (Fig. 4). Sie entsprechen den Bogenansätzen. Die Wirbelseitenfläche erscheint ventral flügel förmig verbreitert (Fig. 4 *h*), und erklärt sich diese Erscheinung aus der innigen Verbindung der Oberflächenverkalkungen, namentlich der Basen der Haemapophysen mit den Bestandtheilen des eigentlichen Wirbelkörpers.

Ein der Mitte des Wirbelkörpers entnommener Querschliff (Fig. 6) zeigt deutlich den Bau des Trygonwirbels. Die Innenzone (Fig. 6 *i*) ist vollkommen verkalkt, ob dasselbe auch mit dem funiculus chordae bei dem fossilen Stechrochen der Fall war, ist zweifelhaft, da sich keine Spur desselben nachweisen lässt, sondern das Centrum des Wirbels eine scharf begrenzte, kleine, kreisrunde Oeffnung zeigt. Der centrale Doppelkegel, dessen Zusammensetzung wie überhaupt die sämmtlicher Wirbelbestandtheile dieselbe ist, wie bei der jetzt lebenden *Trygon pastinaca*, ist ebenfalls in der Mitte ausserordentlich dünn (Fig. 6 *d*). Die Aussenzone zerfällt wiederum in zwei Lagen, eine concentrische innere und eine Ausstrahlungen darbietende äussere, die verkalkte Oberflächenlage. Die innere Schicht (Fig. 6 *a*) zeigt eine nicht vollkommen kreisrunde Begrenzung, sondern besitzt, wie bei dem lebenden Trygon, einen ventralen Fortsatz (Fig. 6). Dass der dorsale fehlt, mag wohl dem Umstande zuzuschreiben sein, dass wir es mit einem Rumpfwirbel zu thun haben. Daraus erklärt es sich denn auch wohl, dass die Form der Strahlen der äusseren Lage (Fig. 6 *a'*) etwas anders ist, wie an dem Schwanz. Es herrscht nur in sofern Uebereinstimmung, als der ventrale Strahl (Fig. 6) die Oberfläche des Wirbelkörpers erreicht, während das mit dem dorsalen, niedrigeren nicht der Fall ist. Die Seitenstrahlen sind wiederum am stärksten entwickelt, während die schrägen, gegen die Bogenbasen gerichteten sich nur dorsal besonders abheben, allein auch hier nur kurze, spitze Fortsätze darstellen. Uebrigens zeigt sich auch bei dem lebenden Trygon ein Grössenunterschied der dorsalen und ventralen Schrägstrahlen (Fig. 3). Letztere sind viel weniger selbständig und gegenüber den Seitenfortsätzen abgesetzt. Ausgezeichnet ist ferner der fossile Wirbel dadurch, dass die untereinander verschmolzenen Oberflächenverkalkungen der Bogenbasen (Fig. 6 *b*) überall mit der Aussenzone des eigentlichen Wirbelkörpers verschmolzen sind, und das gilt ganz besonders für die seitliche und ventrale Wirbelkörperfläche. Aus diesem Verhalten erklärt es sich, dass die Ansätze des knorpeligen Theiles der Bogenbasen mehr oder minder unregelmässige, von gezackten Rändern und leisten förmigen Erhebungen umgrenzte Gruben sind. Diese verleihen (Fig. 4, 5) dem Wirbelkörper das beschriebene, eigenthümliche Aussehen.

Urolophus aurantiacus.

Die von mir untersuchten Schwanzwirbel von *Urolophus aurantiacus* haben eine ganz charakteristische Wirbelhöhlung. Dieselbe ist glattrandig (Fig. 7), allein nicht rund, sondern eher herzförmig, mit breiter, dorsaler Basis und unterer, ventraler Spitze. In der dorsalen und ventralen Mitte befindet sich eine geringe Abflachung, welche dorsal sogar schwach eingezogen erscheint. Schichtungen treten am feucht aufbewahrten Wirbel nicht deutlich zu Tage, werden aber gewiss im trockenen Zustande desselben sichtbar werden. Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 8) erscheinen die Wirbelkörper länger als hoch, während doch in Wirklichkeit, wie man bei der Isolation sieht, das umgekehrte Verhalten stattfindet. Das Verhältniss ist auch hier nahezu wie 2:3, und das Aussehen ist lediglich von dem Vordrängen der Bogen über die Seitenfläche der Wirbelkörper abhängig. Die Wirbelränder (Fig. 8) sind verhältnissmässig wenig aufgeworfen und die zwischenliegende Fläche ist vollkommen

glatt. Das Zwischenwirbelgewebe hat eine sehr geringe Ausdehnung. Dabei ist am Schwanze ausgeprägte Diplospondylie vorhanden.

Die Neurapophysen (Fig. 8 *u*) sind mehr rautenförmig, als dreiseitig mit unterem, abgestumpften Winkel. Die intercalaria (Fig. 8 *in*) sind wirkliche Rauten, die Schlussstücke (Fig. 8 *s*) dagegen ziemlich regelmässige, eingekeilte, dreiseitige Platten. Die Haemapophysen (Fig. 8 *h*) sind recht unregelmässig gestaltet, bald schmal, bald breit, bald mit mehr dreiseitiger, bald mit kolben- oder keulenförmig verdickter Basis. Sie sind durch weite Zwischenräume getrennt, nicht vollkommen regelmässig nach hinten gerichtet und schliessen, soweit ich gesehen, an den Enden nur unvollkommen zusammen. Auf den oberen sowohl, wie auf den unteren Bogenstücken finden sich die gewöhnlichen Oberflächenverkalkungen.

Der Querschnitt des Wirbels (Fig. 9) zeigt ein ungemein zierliches Bild. Die Innenzone (Fig. 9 *i*) ist, wie bei *Trygon*, grösstentheils verkalkt, ob jedoch eine Verkalkung des funiculus chordae vorhanden ist, vermochte ich nicht zu entscheiden. Der Knorpel ist gemischt und zeigt in seinem verkalkten Theile die in der Einleitung ausführlich beschriebene und begründete Knollenbildung. Die Zellen derselben sind langgestreckt und sternförmig. Der in der Mitte ausserordentlich dünne, centrale Doppelkegel ist untrennbar mit der wiederum in zwei Lagen geschiedenen Aussenzone des Wirbelkörpers, welche durchaus verkalkt erscheint, verwachsen. Die innere Schicht (Fig. 9 *a*) besitzt keine Fortsätze, verhält sich somit anders wie bei *Trygon* und erscheint auf dem Querschnitt vollkommen ringförmig. Dieselbe besteht aus gemischtem Knorpel mit Einzelzellen, welche eine im Ganzen concentrische Anordnung zeigen. Sehr wichtig ist, dass der Dickendurchmesser dieser Schicht ein ausserordentlich viel geringerer wie bei *Trygon* ist, und daraus folgt, dass das Wachsthum derselben sehr früh seinen Abschluss fand, und dass die Oberflächenlage sehr zeitig ihren eigenen Entwicklungsgang durchmachte und verkalkte. Darin liegt für mich ein wichtiges Beweismittel für das spätere Auftreten von *Urolophus* in der Erdgeschichte. Die äussere, der Oberflächenschicht der Aussenzone entsprechende Lage ist viel ausgedehnter, und sie ist es, deren Wachsthum das Grösserwerden des Wirbelkörpers besorgt. Leider ist an ihr keine Spur einer *elastica externa* mehr nachzuweisen, und muss die Feststellung der Beziehungen derselben zu den einzelnen Bestandtheilen der Aussenzone künftigen, entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen vorbehalten bleiben. Die Aussenlage (Fig. 9 *a'*), welcher die getrennten Bogenbasen aufsitzen, deren Oberflächenverkalkungen mit derselben, wenn auch nicht so innig wie bei *Trygon*, verwachsen, besteht aus zwei seitlichen, einer dorsalen und ventralen, verkalkten Masse, zwischen die sich vier, der Mitte der Bogenbasen entsprechende, schräge Verkalkungen einschleiben. Beide zeigen in ihrem Aufbau Verschiedenheiten, und sie stellen sich auf dem Querschnitt als zwei in einander greifende Ordenskreuze dar, von denen das eine gerade Strahlen besitzt, das andere dagegen mit schrägen Strahlen die Gestalt eines Andreaskreuzes hat. Die vier geraden Strahlen erreichen überall die Oberfläche des Perichondrium, welches die Bogenbasen verbindet. Dieselben wachsen auch durch Hülle desselben, und Kölliker würde sie als periostale Keile bezeichnen, bestehend aus einem gemischtem Knorpel, in dem die Zellen mit ihren hyalinen Höfen einzeln liegen. Dieselben sind an der Oberfläche leicht vertieft. Die schrägen Massen sind an ihrem Ende, welches mit den Bogenbasen untrennbar zusammenhängt, mit zwei kleinen, regelmässigen Vertiefungen versehen, und das ist für das Aussehen zugehöriger, fossiler Wirbel bestimmend. Dieselben zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht vollkommen verkalkt sind, sondern Inseln unverkalkten, hyalinen Knorpels einschliessen, und dass die Zellen und somit auch die verkalkenden Zwischensubstanzen eine mehr radiäre Anordnung zeigen. Dabei liegen die Zellen nicht einzeln, sondern oftmals in Gruppen zusam-

men, stellen dann aber Nester ausserordentlich plattgedrückter Knorpelzellen dar. Die Bogenbestandtheile zeigen im Inneren hyalinen Knorpel, während an der Oberfläche Plättchen verkalkten Vorknorpels, allerdings oft mit eingesprengten Inseln hyalinen Knorpels vorkommen.

Fossile Wirbel von *Urolophus* kenne ich nur aus dem Eocaen (Système bruxellien) von Etterbeek, dem brüsseler Museum angehörig (Fig. 10—14), allein die Unterscheidung derselben von den später zu beschreibenden Wirbeln, welche unter anderem *Zygobates* angehören, ja sogar die Unterscheidung von *Galeus* und *Carcharias* angehörigen Wirbeln ist eine ganz ausserordentlich schwierige und ohne mikroskopische Untersuchung kaum möglich.

Die Wirbelhöhlung (Fig. 10), welche etwas mehr nach der ventralen Seite hin von der Chorda durchbohrt wird, ist scharfrandig umgrenzt und kartenherzförmig gestaltet, mit nach abwärts gekehrter abgestumpfter Spitze. Diese Form ist für die Bestimmung fossiler Wirbel nicht unwichtig. Im Inneren zeigen sich deutliche Schichtungsstreifen. Die Wirbelkörper haben ziemlich stark aufgeworfene Ränder (Fig. 11). Das Verhältniss der Länge zur Höhe beträgt 2:3 und dorsal erscheinen sie länger oder breiter (Fig. 11) als ventral. Das Mittelfeld zwischen den Rändern ist leicht eingezogen (Fig. 12, 13). Dorsal und ventral (Fig. 12, 13), wie auch bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 11) zeigen sich je zwei flache Vertiefungen, mit unregelmässig erhabenem Boden und in denselben vorspringende Leisten. Dieselben entsprechen den Ansätzen der Bogenbasen. Zwischen ihnen sind schmalere und breitere Felder. Breit sind dieselben an der Seite (Fig. 11) und dorsal (Fig. 12), ein schmales mittleres Feld (Fig. 13) zeigt sich dagegen an der ventralen Fläche.

Ein Querschliff durch die Mitte des fossilen Wirbels (Fig. 14) giebt genau dasselbe Bild, wie bei dem lebenden *Urolophus*, und wüsste ich auch bezüglich der geweblichen Zusammensetzung keine Unterschiede hervorzuheben, höchstens tritt die Schichtung an dem fossilen Wirbel deutlicher zu Tage. Die Anordnung der Fortsätze (Fig. 14 *a'*) der Aussenschicht ist dieselbe. Die Innenzone (Fig. 14 *i*) ist verkalkt, der Doppelkegel in der Mitte dünn (Fig. 14 *d*), gegen die Enden hin stark entfaltet. Die Aussenzonen (Fig. 14 *a*, *a'*) ist ganz verkalkt.

Taeniura lymna.

Die Wirbel von *Taeniura lymna* sind meines Wissens allein von Kölliker¹⁾ beschrieben worden, und sagt derselbe, dass sie sich in Nichts von denen des *Rhinobatus granulosus* unterscheiden. Das trifft allerdings im Grossen und Ganzen für die allgemeinen Formverhältnisse zu, ist aber bezüglich des feineren Baues vollkommen unrichtig.

Die Wirbelhöhlung ist central durchbohrt, scharfrandig umgrenzt und rund wie bei *Trygon*. Die Wirbelkörper (Fig. 15) zeigen stark aufgeworfene Ränder und ein leicht eingezogenes, schmales Mittelfeld. Das Verhältniss der Länge zur Höhe ist wie 2:3. Am Schwanz fehlt die Diplospondylie (Fig. 15), und das ist ein wesentliches Zeichen jüngeren Alters, dagegen ist jede Neurapophyse und jedes Schaltstück durchbohrt (Monospondylie). Die Neurapophysen (Fig. 15 *n*) sind sehr klein, aber regelmässig rhombisch. Die gleiche Gestalt besitzen die intercalaria (Fig. 15 *in*), allein sie sind grösser, auch finden sich regelmässige Schlussstücke, welche keilartig eingezwängt (Fig. 15 *s*), als breite, vierseitige Platten enden. Die Haemapophysen stellen lange, stehende Rauten dar (Fig. 15 *h*), während

1) Abhandlungen der Senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft.

die vorhandenen Schaltstücke (Fig. 15 *in'*) sich als kleine, dreiseitige Knorpelchen einlagern. Die Oberfläche sämtlicher Bogenstücke ist auch hier wieder von polygonalen Kalkplättchen bedeckt.

Die Innenzone (Fig. 16 *i*), welche nur an der Oberfläche in geringer Tiefe verkalkt, und somit den auch hier in der Wirbelmitte ausserordentlich dünnen, centralen Doppelkegel (Fig. 16 *d*) verstärkt, ist hyaliner Knorpel, welcher die Chorda bis auf einen funiculus verdrängt. Gegen den Zwischenwirbelraum hin zeigt sich gemischter Knorpel mit hyalinen Höfen um die Zellen. Die Zusammensetzung des centralen Doppelkegels ist dieselbe, wie bei Urolophus. Die Aussenzone, der die Bogen getrennt aufsitzen (Fig. 16), besteht aus einer wenig entwickelten Innenschicht (Fig. 16 *a*), deren Elemente in derselben Weise angeordnet sind, wie bei Urolophus. Die starke Aussenschicht zeigt wiederum das Bild eines doppelten Ordenskreuzes (Fig. 16 *a'*), eines mit geraden zwischen die Bogenbasen, eines mit schrägen gegen die Mitte derselben gerichteten Schenkeln. Gemischter Knorpel mit Einzelzellen setzt beide zusammen, jedoch ist die Anordnung der Elemente in den schrägen Strahlen eine radiäre. Eine Trennung zwischen Bogen und Wirbelkörper findet nicht statt. Die Bogen bestehen aus hyalinem Knorpel.

Fossile Taeniuren habe ich nicht nachzuweisen vermocht.

Sechstes Capitel.

Taf. XX u. XXI.

Myliobates.

Von den Adlerrochen habe ich *Myliobates aquila*, ferner *Aetobates Narinari*, welchen ich meinem verehrten Collegen Dr. Lütken in Kopenhagen verdanke, sowie *Cephaloptera Kuhl* und *Rhinoptera javanica*, welche mir mein Freund Dr. Hubrecht in Leiden zur Verfügung stellte, untersucht.

Ich halte die Gattung *Myliobates* für die älteste, weil bei ihr die Bogenbasen niemals rings um den Wirbelkörper zur Vereinigung kommen, während das bei den übrigen stattfinden kann. Auf *Myliobates* folgt dann meiner Ansicht nach *Aetobates*, darauf *Rhinoptera* oder *Zygobates* und schliesslich *Cephaloptera*. Bei dieser erscheint der Antheil der Bogen an dem Aufbau der Wirbelkörper am grössten. Freilich will ich nicht verhehlen, dass auch hier durch eingehende, entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen, für welche mir leider das Material fehlte, der Nachweis der *elastica externa* erbracht werden muss, um den Antheil bestimmen zu können, welchen die Bogen an der Bildung des Wirbelkörpers nehmen.

In dem Verhalten der Bogen zeigt sich, dass die *Myliobatiden* jünger sind wie die *Stechrochen*, welchen sie schon durch das Vorhandensein von Stacheln näher gerückt sind als den übrigen *Elasmobranchi tectospondyli*, seien es *Hairochen* oder *Rochen*. Als jünger erscheinen sie auch wegen des Auftretens der Kopfflossen, welches doch wohl nur so erklärt werden kann, dass die Stammformen wie die *Trygones* Brustflossen besaßen, welche zusammenhängend bis an das Ende oder bis nahe an das Ende der Schnauze reichten. Von diesen trennten sich dann im Laufe der Stammes-, vielleicht auch der individuellen Entwicklung die Kopfflossen ab. Immerhin müssen die *Stech-* sowohl wie die *Adlerrochen* sehr alt sein, sich sehr frühzeitig aus den Stammformen entwickelt haben. Dafür spricht, ganz abgesehen von den paläontologischen Funden, das Vorhandensein der Stacheln und die Form derselben, auf welche ich im allgemeinen Theile ganz besonders die Aufmerksamkeit gelenkt habe, sowie die so sehr veränderte Form der Zähne, welche immer doch nur ihren Ausgangspunkt von *Placoidschuppen* genommen haben können. Der Zusammenhang zwischen den *Trygones* und den *Myliobatiden*, wie ich denselben in den Stammtafeln zum Ausdruck gebracht habe, zeigt sich auch in dem feineren Bau der Wirbel. Daraus geht auch klar hervor, dass die Stammformen dieser Thiere wiederum mit den *Squatınorajiden* und deren Stammeltern näher verwandt sind. Kölliker¹⁾ machte

1) l. c.

bereits darauf aufmerksam, dass die Wirbel von *Rhinobatus granulatus* mit denen eines kleinen Individuum von *Myliobates* übereinstimmen.

Wie nun aber die besonderen Stammesverhältnisse der Adlerrochen sich gestalten, welche Stammformen der *Trygones* ihnen näher stehen, welche entfernter, das ist noch eine Aufgabe, welche zu lösen der Zukunft vorbehalten bleiben muss. Um dies festzustellen, dazu bedarf es weit ausgedehnter Untersuchungen jetzt lebender und ausgestorbener Thiere, als mir anzustellen vergönnt war.

Die von mir aufgestellte Altersreihenfolge *Myliobates*, *Aetobates*, *Rhinoptera* oder *Zygobates* und *Cephaloptera* erfährt durch die Annahme der Systematiker keine Widerlegung. Auch Günther¹⁾ unterscheidet unter den *Myliobatiden* zuerst *Myliobates* und dann *Ceratoptera* (*Cephaloptera*), doch wohl mit der stillschweigenden Annahme, dass letztere abgeleitete, erstere ursprüngliche Formen darstellen, eine Annahme, welche dadurch unmittelbar gegründet wäre, dass bei den *Ceratoptera* oder *Cephaloptera* Zähne nur in dem Unterkiefer vorhanden sind, während solche sonst immer in beiden Kieferhälften vorkommen.

Uebrigens möchte ich doch Angesichts der manchmal sehr schwierigen Unterscheidung der *Squatinatorajidae*- und der *Myliobatiden*wirbel einige Punkte hervorheben, welche diese zu erleichtern im Stande sind.

Die Wirbelhöhlung der Adlerrochen zeigt meistens eine ausgeprägte, concentrische Streifung, ferner pflegt die Länge der Wirbelkörper eine beträchtlichere zu sein. Die Wirbelränder erscheinen meistens nicht so stark aufgeworfen, als bei den *Squatinatorajiden*. Sonst lässt sich eine sichere Unterscheidung in vielen Fällen nur durch Zuhülfenahme des Mikroskopes treffen, und auch diese giebt nicht immer unzweifelhafte Resultate, so dass die Erfahrungen auf diesem Gebiete sich noch weit mehr festigen müssen.

Myliobates aquila.

Die Höhlung der Schwanzwirbel von *Myliobates aquila* (Fig. 1) ist rund und scharfrandig. Das Verhältniss der Höhe der Wirbelkörper zur Länge ist wie 3 : 2, eher etwas mehr zu Gunsten der Höhe. Die Wirbelränder (Fig. 2) sind etwas mehr aufgeworfen, wie bei den Stechrochen, immer aber weniger als bei den *Squatinatorajidae*, namentlich bei *Pristis*. Die Oberfläche zwischen den Rändern ist eingezogen, glatt, oder ähnlich wie bei *Pristis* von wenigen niedrigen, queren Leisten durchzogen. Am Schwanz ist *Diplospondylie* deutlich nachweisbar.

Die *Neurapophysen* (Fig. 2 *u*) sind niedrige, dreiseitige Knorpel, ohne die bei den Stechrochen zwischen die aufgeworfenen Wirbelränder sich einkeilenden Fortsätze. Die *intercalaria* (Fig. 2 *in*) sind dagegen schöne Ranten, welche sich in regelmässiger Weise zwischen die Rückenmarksbogen einsenken. Zwischen ihre Enden lagern sich ebenso regelmässig Schlussstücke (Fig. 2 *s*). Diese besitzen eine keilförmige Gestalt, sind jedoch mit ihren dicht zusammenschliessenden Platten nach hinten abgebogen. Die *Haemapophysen* (Fig. 2 *h*), denen, soweit ich gefunden habe, ebenso wie den Stechrochen die Schaltstücke fehlen, sind ebenfalls nach hinten abgebogene, vierseitige Platten, welche dicht zusammenschliessend nur an ihren Basen, die breit der Wirbelkörperfläche ansitzen, abgeschnürt erscheinen. Auf diese Weise entstehen ovale Lücken, durch welche Gefässe treten. Die Bogenbestandtheile, welche, wie überall bei den Rochen, sehr hoch sind, wie auch der Rückenmarkscanal stets besonders weit

1) l. c.

erscheint (Fig. 3), sind überall von den sechsseitig polygonalen Kalkplättchen bedeckt, denen wir schon so häufig begegnet sind.

Was nun den inneren Bau betrifft, so möchte zunächst die Schilderung Kölliker's¹⁾ hervorzuheben sein. Anlässlich der Schilderung des *Rhinobatus granulatus* giebt er an, dass die Wirbel des *Myliobates* beinahe ebenso gebaut seien.

„Der chordale Wirbelkörper ist von aussen betrachtet cylindrisch, und zeigt sich fast die ganze Chordascheide verkalkt, mit Ausnahme eines dünnen Saumes, der in den Gegenden, wo die Bogen aufsitzen, knorpelig ist, an den übrigen Stellen mehr faserknorpelig erscheint. An diesen Orten, sowie zwischen je zwei Wirbeln hat auch die Chordascheide eine scharfe Begrenzung, ohne dass eine *elastica externa* mit Bestimmtheit sichtbar wird. An den Abgangsstellen der Bogen dagegen sind die beiderlei Knorpel ohne Abgrenzung verschmolzen.“

„Auf Durchschnitten erkennt man, dass die Wirbelkörper wie gewöhnlich zwei konische Endfacetten besitzen und in der Mitte am dicksten sind. Hier findet sich die gewöhnliche innere Knorpel-lage und ist die Chorda fast ganz verdrängt, in den Facetten dagegen erkennt man hübsches, gross-zelliges Chordagewebe, von dem ich jedoch nicht sagen kann, ob es den ganzen Raum zwischen zwei Wirbeln erfüllt.“

Auf dem mittleren Querschnitt (Fig. 3) zeigt sich deutlich, dass die Bogenbasen dem Wirbelkörper vollkommen getrennt aufsitzen und überhaupt nur einen geringen Abschnitt der Oberfläche bedecken, ein Verhalten, welches jedenfalls auf die niedere Stellung von *Myliobates* hinweist. Der Wirbelkörper erscheint nicht vollkommen kreisrund, sondern zeigt namentlich in seinem verkalkten Abschnitte, den Ansätzen der Bogenbasen entsprechend vier etwas abgeplattete Felder. Die Umgrenzung erscheint somit polygonal. Die Chorda tritt im Centrum durch, allein es gelingt nicht an derselben eine *elastica interna* und somit eine scharfe Grenze gegenüber der Innenzone des Wirbelkörpers zu entdecken. Der *funiculus chordae* ist in einen ächten Knorpel (Chordaknorpel) umgewandelt, und nur in den Höhlungen zeigt die Rückensaite das gewöhnliche Verhalten. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass an grossen, vollkommen ausgewachsenen Thieren sowohl eine vollständige Verkalkung der Innenzone, als dieses knorpeligen Chordastranges vorkommt. Darauf ist bezüglich der Bestimmung fossiler Wirbel einiges Gewicht zu legen, weil den *Squatinorajidae* eine Verkalkung der Rückensaite fehlt.

Die Innenzone (Fig. 3 *i*) ist im Centrum des Wirbels mässig stark entwickelt und besteht aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel, dessen Zellen jedoch zum Theil eine mehr spindel- oder sternförmige Gestalt besitzen. Die oberflächlichen Lagen sind verkalkt und verstärken den centralen Doppelkegel. Der centrale Doppelkegel selbst (Fig. 3 *d*), dessen abgeplattete Zellen in concentrischen Reihen um die Chorda gelagert sind, ist in der Mitte ausserordentlich dünn, wird dagegen gegen die Enden hin sehr stark und bildet hier die aufgeworfenen Wirbelränder.

Das grösste Interesse nimmt natürlich wiederum die Aussenzone in Anspruch, und zeigt diese zwei Schichten, von denen die innere (Fig. 3 *a*) vollkommen verkalkt und innig mit dem centralen Doppelkegel verbunden, auf dem Querschnitte kreisrund erscheint. Derselbe hat höchstens einen dorsalen Vorsprung und besteht aus einem verkalkten, gemischten Knorpel, dessen Zellen regelmässig concentrisch um den Doppelkegel angeordnet sind. Bei der Betrachtung mit schwacher Vergrösserung erscheint die Grenze (Fig. 3) gegenüber der Aussenlage als ein dunklerer Schichtungsring. Die Aussenlage ist nicht vollkommen verkalkt (Fig. 3 *a'*) und steht wie bei *Trygon* der Innenschicht an Stärke

1) Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft.

Hassé, Das natürliche System der Elasmobranchier.

bedeutend nach. An ihrer Oberfläche befindet sich eine dünne Masse von Vorknorpel, von welcher das Wachstum sowohl der Schicht, als der Bogenbasen ausgeht. In derselben war aber in dem von mir untersuchten Altersstadium keine Spur einer *elastica externa* mehr zu entdecken. Daher kommt es, dass namentlich gegenüber dem Gewebe der Bogenbasen keine scharfe Trennung vorhanden ist. Die wirkliche Grenze wird sich nur durch Untersuchung von Entwicklungsreihen nachweisen lassen. Die Zusammensetzung ist eine gleichmässige. Es zeigt sich wiederum ein gemischter, verkalkter Knorpel, allein nicht mit concentrischer, sondern mit radiärer Anordnung der Zellen. Die Zellen liegen häufig nicht einzeln, sondern in Gruppen. Nur in dem dünnen, vorknorpeligen Oberflächenlager erscheinen die Zellen mehr abgeplattet und in concentrischen Lagen angeordnet. Eine Strahlenbildung, wie bei den *Trygones* ist nicht vorhanden, wenn auch die Oberfläche des verkalkten Theils der Aussenschicht (Fig. 3 a') nicht gleichmässig umgrenzt ist. Es finden sich vier stumpfe Hervorragungen nebst abgeplatteten Oberflächenfeldern, und zwar zwei seitliche und eine dorsale und ventrale, von denen die ventrale kaum merkbar erscheint und an den Rumpfwirbeln vielleicht gar nicht vorhanden ist. Mit den Rändern dieser abgeplatteten Erhebungen können wie bei *Trygon*, wenn auch nicht so fest, die Oberflächenverkalkungen der Bogen verwachsen. Von Zellzapfen oder Gefässen habe ich in der vorknorpeligen Oberflächenschicht Nichts gesehen. Die Bogenstücke bestehen aus hyalinem Knorpel und die Oberflächenverkalkungen bieten nur in sofern etwas Besonderes, als die Zellen innerhalb derselben auf dem Querschnitt mehr radiär oder sternförmig angeordnet erscheinen. Die Verwachsung derselben ist so wenig fest, dass es leicht gelingt den Wirbelkörper vollkommen aus seiner Umgebung heraus zu schälen. Das ist paläontologisch wichtig, denn auf diese Weise wird die Oberfläche fossiler *Myliobatiden* wirbel keine Unebenheiten darbieten, welche leicht auf Reste der Oberflächenverkalkungen der Bogenbasen zurück zu führen sind, wie bei *Trygon* und anderen Rochen. Von periostalen Keilen zwischen den Bogenbasen ist keine Rede, und auch das ist wohl ein Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Wirbeln anderer, nahe stehender Rochen.

Das Vorkommen von *Myliobates* ist, soweit ich gefunden habe, bisher nur nach Zahnfunden aus den tertiären Perioden der Erde festgestellt. Zu dieser Zeit treten sie allerdings in grosser Anzahl und an vielen Orten auf. Schwerlich wäre ich wohl im Stande bei den wenigen, mir zu Gebote stehenden paläontologischen Hilfsmitteln allen diesen Funden gerecht zu werden, und so will ich mich denn darauf beschränken diejenigen besonders hervorzuheben, bei denen es mir gelang, gleichzeitig diesen Thieren zugehörige Wirbel nachzuweisen.

Die ersten *Myliobatiden*, welche mir vorgekommen sind, gehören der oberen Kreide an. Dieselben entstammen dem berliner und dem leidener Museum, und wenn die Träger derselben auch nicht mit *Myliobates aquila* identisch waren, so stehen sie doch diesem Thiere sehr nahe und wäre es demnach von der grössten Wichtigkeit auch die Strukturverhältnisse der Wirbel der übrigen Arten von *Myliobates* zu untersuchen.

Die Wirbel (Fig. 4, 5, 6, 7) finden sich in dem Senon von Aachen und in der oberen Kreide von Maestricht. Die Wirbelhöhlung (Fig. 4 u. 5) ist nicht vollkommen kreisrund, sondern es zeigt, vielleicht ein Zeichen, dass wir es mit einem Rumpfwirbel zu thun haben, namentlich der Maestrichter Wirbel eine ventrale Verbreiterung und geringe Abflachung. Auch erkennt man nicht unschwer die Stellen, an denen die Bogenbasen hafteten. Der Formunterschied ist vielleicht auch in der Grösse des Wirbels begründet, welche ungefähr das Zehnfache des von mir untersuchten, fusslangen Exemplares betrug. Im Uebrigen sind die Höhlungen scharfrandig umgrenzt, unverhältnissmässig flach und zeigen deutlich mehrfache, schmälere und breitere Schichtungsstreifen, von denen vielleicht der mittlere, brei-

tere (Fig. 4, 5) der Grenze der beiden Schichten der Aussenzone des Wirbelkörpers entspricht. Bei den beiden Wirbeln von Maestricht und Aachen ist weder die Zahl, noch die Breite der Schichtungsstreifen die gleiche, so dass wir es wohl mit zwei verschiedenen Gattungen zu thun haben. Dafür spricht auch der Unterschied in der Form der Wirbelhöhlung. Die Chorda ist nahezu central gelagert, jedoch bei dem Maestrichter Wirbel ein klein wenig mehr ventralwärts. An diesem Wirbel sieht man schon bei oberflächlicher Betrachtung deutlich, dass die Chorda nicht allein verknorpelt, sondern wie auch die Innenzone des Wirbelkörpers durchaus verkalkt ist. Der funiculus chordae bildet im Inneren der Wirbelhöhlung (Fig. 4) ein kleines Kalkknötchen.

Betrachtet man die Wirbel von der Seite, so erscheint genau das Bild, welches ich von dem lebenden Adlerrochen geschildert habe, und ich denke, eine Vergleichung der beiden Figuren 2 und 6 zeigt auf das Klarste die Uebereinstimmung. Das Verhältniss der Länge zur Höhe ist auch hier wie 2:3, und erscheinen die Wirbelränder nur mässig aufgeworfen, jedenfalls viel weniger, als z. B. bei *Pristis*. Die zwischenliegende Fläche ist, und das erscheint als ein wichtiges Merkmal, beinahe vollkommen glatt und ist höchstens durch sparsame, schwach ausgeprägte Querleisten ausgezeichnet und etwas eingezogen. Darauf ist für die Bestimmung fossiler Wirbel grosses Gewicht zu legen und verhalten sich die Maestrichter und Aachener Wirbel vollkommen in der gleichen Weise. Uebereinstimmend ist auch das Bild des mittleren Querschnittes (Fig. 7). Die verkalkte Innenzone (Fig. 7 *i*) sowohl, wie der centrale Doppelkegel (Fig. 7 *d*) verhalten sich auch in geweblicher Beziehung genau so wie bei dem lebenden *Myliobates aquila*, und brauche ich dem dort Geschilderten Nichts weiter hinzu zu fügen. Etwas anders steht es dagegen mit der Aussenzone des Wirbelkörpers (Fig. 7 *a*). Bei der Betrachtung mit blossen Auge lässt sich keine scharfe Grenze zwischen einer Aussen- und Innenlage nachweisen. Die Aussenzone erscheint ziemlich gleichförmig geschichtet, nur gehen die oberflächlichen Schichtungsstreifen nicht rings herum. Sie sind unterbrochen. Auch bei mikroskopischer Betrachtung tritt die Grenze nicht scharf und deutlich hervor, wie bei dem lebenden Adlerrochen, lässt sich aber doch an dem verschiedenen Verhalten des fossilen Gewebes nachweisen. Es zeigt sich, dass auch hier eine Aussen- und Innenschicht vorhanden ist. Erstere ist schwächer, letztere stärker entwickelt. Die Innenlage zeigt die concentrische Anordnung der Zellhöhlen. Es tritt ein regelmässiges, zierliches Alveolenwerk auf. Dabei hat dieselbe keine Fortsätze. Die Aussen- oder Oberflächenschicht zeigt dagegen in ihrem mehr radiär angeordneten, mit unregelmässigen Zelllücken versehenen, verkalkten Alveolenwerk grössere, unregelmässige Hohlräume, welche daher rühren, dass wie bei dem lebenden *Myliobates aquila* die Zellen des gemischten Knorpels im Leben mit ihren hyalinen Höfen in dieser Schicht oft in grösseren oder kleineren Gruppen zusammenliegen. Dieselben faulten nach dem Tode aus und so entstanden bei der Fossilisation die Lücken und unregelmässigen Räume, durch welche die Aussensehicht der Wirbelkörper fossiler *Myliobatiden* ausgezeichnet ist. Von deutlichen Fortsätzen oder Strahlen ist ebenso wenig wie bei dem lebenden Adlerrochen die Rede. Es findet sich sogar eine dorsale und ventrale, schwache Einsenkung der Oberfläche. Immerhin erkennt man wie bei *Myliobates aquila* deutlich die vier abgeplatteten Felder zur Aufnahme der im Leben vollkommen getrennten Bogenbasen. Die Anheftung derselben muss eine sehr lockere gewesen sein, weil keine Spur von Verbindung der Oberflächenverkalkungen der Bogen mit der Wirbelkörpermasse nachweisbar ist.

Ein wenn auch nur wenig abweichendes Bild bietet ein dem étage callovien (les vaches noires, Dives, Normandie) angehöriger und dem berliner Museum entstammender Wirbel (Fig. 8). Die Wirbelhöhlung ist freilich auch scharf umgrenzt und zeigt zahlreiche Schichtungsstreifen, der central gelegene funiculus chordae ist ebenfalls verkalkt, allein die Umgrenzung ist nicht rund, sondern ausgeprägt

polyedrisch, mehr wie bei dem Maestrichter Wirbel (Fig. 4). Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 9) erscheinen die Wirbelränder stärker aufgeworfen, während die zwischen ihnen gelegene, etwas eingezogene Oberfläche wiederum glatt erscheint. Das Verhältniss der Länge und Höhe des Wirbelkörpers ist dasselbe geblieben.

Ein mikroskopischer Schliff zeigt dieselben Strukturverhältnisse, wie bei den übrigen Wirbeln aus der Kreide (Fig. 10). Der centrale Doppelkegel (Fig. 10 *d*) ist verhältnissmässig flach und in der Mitte dünn. Gegen die Enden hin nimmt er allmählig an Dicke zu. Eine scharfe, mit blossen Auge sichtbare Grenze der beiden Schichten der Aussenzone (Fig. 10 *a*) ist auch hier nicht vorhanden, während dagegen die mikroskopische Beobachtung eine solche ergibt. Es erscheint dasselbe Strukturbild, wie ich es vorhin geschildert habe.

Abgesehen von einer Zahnplatte eines Myliobates aus dem Oligocaen von Alzey in Rheinhessen, welche ich der Güte meines Herrn Collegen v. Koch in Darmstadt verdanke, habe ich aus der Tertiärperiode verhältnissmässig viele Myliobatidenwirbel gefunden und steht ein dem Museum zu München gehörender Wirbel aus Oeningen dem aus dem étage callovien (d'Orbigny) beschriebenen in der Form am nächsten. Die scharfrandig umgrenzte Wirbelhöhlung (Fig. 11), welche wiederum ausgeprägte Schichtungsstreifen zeigt, ist sogar eckig, mit dorsaler Spitze und namentlich oben mit scharf ausgeprägten, den Bogenbasen entsprechenden Kanten versehen. Im Uebrigen bietet derselbe nichts Besonderes dar. Wohl aber ist der mikroskopische Querschliff (Fig. 12) interessant. Derselbe kann zugleich als Beispiel für die wesentlichsten Verhältnisse im Bau der übrigen tertiären Wirbel dienen, wenn man von dem mehr oder minder deutlichen Hervortreten des oder der Fortsätze absieht. Von der Innenzone und dem centralen Doppelkegel (Fig. 12 *i* u. *d*) ist Nichts weiter zu melden. Der Bau und das Verhalten ist wie bei den Wirbeln aus der Kreide. Bemerkenswerth ist die Aussenzone des Wirbelkörpers (Fig. 12 *a* u. *a'*). Man kann bereits mit blossen Auge (Fig. 12 *g*) eine deutliche Grenze zwischen der Aussen- und Innenschicht unterscheiden, deren Bau übrigens die bisher beschriebenen Eigen thümlichkeiten darbietet. Die Grenze wird durch einen dunklen Schichtungsstreifen gebildet, der stets breiter und dunkler wie die übrigen erscheint. Aus der Lage desselben geht deutlich hervor, dass der grösste Theil der Aussenzone von der Innenzone gebildet wird, und da diese auf dem Querschnitt nahezu kreisrund begrenzt ist, höchstens eine kleine dorsale Erhebung zeigt, so stimmt der Bau dieses Wirbels nahezu vollkommen mit dem des Myliobates aquila überein. Es zeigt sich nur, dass die Fortsatzbildungen der Aussenschicht, mit Ausnahme einer dorsalen Erhebung nicht völlig so ausgeprägt sind, wie bei dem lebenden Adlerrochen, ebenso wie die Bogenansatzflächen namentlich ventral sich weniger scharf hervorheben. Das mag aber daher rühren, dass der Wirbel einer anderen Körpergegend, als der Schwanzbasis entstammt.

Viel vollkommener übereinstimmend in den äusseren Formverhältnissen mit den Wirbeln von Myliobates aquila sind die übrigen tertiären Wirbel, von welchen ich einen aus dem Kimmeridge clay (Linden Hannover), welcher dem göttinger Museum entstammt und welchen ich meinem leider so früh gestorbenen Collegen v. Seebach verdanke (Fig. 13 u. 14), sowie einen dem brüsseler Museum angehörigen aus dem Eocaen von Etterbeck (Fig. 15 u. 16) abbilde. Es wird, denke ich, nicht schwer halten nach diesen fossile Wirbel von anderen Fundstellen zu bestimmen. Gleichgeformte kenne ich noch aus dem Eocaen (Voluwe Sect. Lambert, Museum Brüssel) und aus der Molasse von Baltringen, der Sammlung Probst angehörig. Nur wäre zu bemerken, dass die letzteren wohl zwei verschiedenen Gattungen, einer grossen und einer kleinen, angehören. Dieser Umstand hat mein Interesse um so mehr

erregt, weil Probst¹⁾ mit Hilfe der Flossenstacheln mehrere (3) Myliobatiden in der württembergischen Molasse gefunden hat. Die grossen Wirbel von Baltringen haben etwas stärker aufgeworfene Wirbelränder, als die kleinen. Mächtige Wirbel von Myliobatiden, und das stimmt vollkommen mit den Zahnfunden überein, enthält die Meeresmolasse von Würenlos in der Schweiz, deren Untersuchung ich meinem Herrn Collegen Meyer verdanke, und welche dem züricher Museum angehören. Dieselben bieten (Fig. 17) solche Form- und Strukturverhältnisse dar, dass man sie augenblicklich als Adlerrochen angehörige erkennt. Der Wirbel aus der Kimmeridge clay (Linden, Hannover), ferner die Wirbel aus dem Eocæn (Système bruxellien), sowie die aus der Molasse von Baltringen und von Würenlos zeigen (Fig. 13 u. 15) wie bei dem lebenden Myliobates eine runde, scharfrandig begrenzte Wirbelhöhlung, mit verkalktem funiculus chordae und zahlreichen, breiteren und schmäleren Schichtungstreifen. Bei Betrachtung von der Seite tritt auch das Verhältniss der Höhe zur Länge, wie es Myliobates eigenthümlich ist, deutlich zu Tage. Die Wirbelränder sind bald mehr, bald weniger aufgeworfen (Fig. 14, 16). Die zwischen ihnen liegende, leicht eingezogene Fläche ist glatt (Fig. 14, 15). Wenig breit sind die aufgeworfenen Wirbelränder bei dem Wirbel aus dem Kimmeridge clay (Fig. 14) und den kleinen Wirbeln aus der Molasse von Baltringen, breiter dagegen bei denen aus dem Eocæn und bei den grossen aus der Molasse von Würenlos und Baltringen.

Die Strukturbilder sind so übereinstimmend, dass ich mich darauf beschränken kann, dieselben bei den Würenloser Wirbeln, welche wahrhaft riesigen Thieren angehört haben müssen, und welche bereits bei der Betrachtung mit blossem Auge (Fig. 17) das Wesentliche zeigen, zu schildern. Ich will dabei nicht unterlassen zu erwähnen, dass ich aus der schweizer Meeresmolasse zwei Gattungen kenne, von denen die eine sich durch eine breite, die andere durch eine schmale Aussen- oder Oberflächenschicht (Fig. 17 a') der Aussenzone des Wirbelkörpers auszeichnet. Letzterer sind die Wirbel aus dem Eocæn von Etterbeck und von Voluwe St. Lambert, sowie die grossen aus der Molasse von Baltringen verwandt.

Der Querschliff (Fig. 17) ist nicht genau durch die Mitte gegangen. In Folge dessen erscheint der centrale Doppelkegel (*d*) stärker, die verkalkte Innenzone (*i*) dagegen schwächer, als in dem Wirbelcentrum. Die Verkalkung der Chorda fehlt selbstverständlich, weil diese nur in der Wirbelmitte vorkommt. Die Aussenzone zeigt deutlich getrennt die beiden Schichten (Fig. 17 a a'), eine geschichtete Innenlage mit einem regelmässigen, verkalkten Alveolenwerke und concentrisch angeordneten, regelmässigen Zellhöhlen ohne Spur von Lücken oder Spalten und eine etwas stärkere Aussenlage (Fig. 17 a'). Diese zeigt auf den ersten Blick eine radiäre Anordnung der verkalkten Grundsubstanz und somit der Zellhöhlen, ausserdem aber mit blossem Auge sichtbare und mit Gesteinsmasse erfüllte, unregelmässige Lücken (Fig. 17) oder Spalten. Diese sind der Ausdruck des Vorhandenseins von Zellgruppen mit unverkalkten, hyalinen Höfen während des Lebens. Das Bild ist so bezeichnend, dass es bei einem Vergleich mit dem lebenden Gewebe keinen Zweifel übrig lässt.

Aetobates Narinari.

Die Höhlung der Schwanzwirbel von Aetobates Narinari (Fig. 18) erscheint kreisrund ungrenzt, mit centraler Durchbohrung von Seiten der Chorda. Diese ist jedoch, soweit ich gesehen habe, in der Mitte des Wirbelkörpers nicht verkalkt. Der Rand (Fig. 18) ist leicht übergebogen, und das erscheint

1) Beiträge zur Kenntniss der fossilen Fische aus der Molasse von Baltringen (Batoidei) Würtemb. naturw. Zeitschrift 1874.

als ein nicht unwichtiges Kennzeichen. Es tritt damit die erste Andeutung einer Randfläche auf. Von Schichtungsstreifen habe ich an den mir zur Verfügung gestellten Wirbeln Nichts mit Sicherheit nachweisen können. Es kann das aber nicht überraschen, weil sie offenbar einem ziemlich jungen Thiere angehören. Bei ausgewachsenen Exemplaren werden sie gewiss nachweisbar sein. Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 19) erscheinen die Wirbelkörper länger, als hoch, thatsächlich ist aber das Umgekehrte der Fall, wie sich bei der Isolation der Wirbelkörper herausstellt. Das Verhältniss ist dann wie 1 zu 2. Die Wirbelränder sind stark aufgeworfen. Die zwischenliegende Fläche ist in Gestalt polygonaler Plättchen von einer Oberflächenverkalkung bedeckt, welche eine direkte Fortsetzung der Bogen um die Wirbelseitenfläche darstellt. Das Zwischenwirbelgewebe ist wiederum ausserordentlich sparsam, und die Bewegungsmöglichkeit der Schwanzwirbel muss demnach wie bei allen Rochen eine ausserordentlich geringe sein.

Die Neurapophysen (Fig. 19 *n*), welche wie alle Bogentheile an der Oberfläche von Plättchenverkalkungen überzogen sind, sind getheilt (Fig. 19 *n n'*) und treten als niedrige, dreiseitige Platten auf, welche nicht von den Nerven durchbohrt werden und als rautenförmige Stücke, welche in der Mitte die Nervendurchbohrung zeigen. Es herrscht am Schwanz Diplospondylie. Dazu gesellen sich lange intercalaria (Fig. 19 *m*), welche im grossen Ganzen langgezogene Rauten darstellen. Dieselben sind durch ziemlich weite Zwischenräume getrennt und zwischen ihren Enden finden sich regelmässige, rhomboidale Schlussstücke (Fig. 19 *s*). Die Haemapophysen sind niedrig, dreiseitig (Fig. 19 *h*) und zwischen ihnen schieben sich, ein Zeichen des hohen Alters von *Aetobates*, keilförmig zugespitzt lange intercalaria (Fig. 19 *m'*). Dieselben sind an ihren Enden dicht zusammenschliessende, vierseitige Platten. Der Rückenmarkskanal ist auch hier wie bei den übrigen Rochen weit, und namentlich die oberen Bogenstücke sind sehr hoch.

Das Bild des inneren Baues tritt auf dem Querschnitt (Fig. 20) ausserordentlich schön zu Tage und zeigt, dass die Bogen (Fig. 20 *b*) seitlich um den Wirbelkörper, welcher aus denselben Schichten wie bei *Myliobates aquila* besteht, zur Vereinigung kommen und somit ein Verhalten darbieten, welches wir unter den Stammformen der Trygones bei *Pteroplatea* auftreten sehen. Dorsal und ventral findet dagegen eine Trennung (Fig. 20) durch Fortsätze der Wirbelkörper statt. Damit stellt sich *Aetobates* als eine jüngere Form von *Myliobates* dar, und damit steht auch die Thatsache in Einklang, dass diese Thiere nur eine Reihe sehr breiter Zähne besitzen, während sonst bei den Elasmobranchiern die Polyodontie herrscht, welche als das primäre Verhalten anzusehen ist.

Die Chorda ist in der Mitte des Wirbelkörpers zu einem derben funiculus zusammengepresst. Die Innenzone (Fig. 20 *i*) besteht aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel, welcher an der Oberfläche zur Verstärkung des in der Mitte ausserordentlich zarten, centralen Doppelkegels (Fig. 20 *d*) in dünner Lage verkalkt. Der Doppelkegel zeigt denselben Bau wie bei *Myliobates* und nimmt auch hier gegen die Wirbelenden hin ausserordentlich an Stärke zu. Den gleichen Bau wie bei *Myliobates* besitzt auch die Aussenzone, und in dieser erkennt man Schichtungsstreifen. Dieselbe besteht aus einer ausgedehnten, auf dem Querschnitt kreisförmigen, also streng concentrisch um die Chorda angeordneten, verkalkten Innenlage (Fig. 20 *a*) und einer dünneren, nur theilweise verkalkten, radiärstreifigen Aussenschicht (Fig. 20 *a'*). Eine *elastica externa* ist nicht mehr nachweisbar, jedoch glaube ich nicht, dass die den unverkalkten Theil des Wirbelkörpers bedeckende Knorpellage der Aussenschicht angehört, sondern zu einem, wenn auch geringen Antheil der Bogenvereinigung (Fig. 20 *b*). Man findet nämlich (Fig. 20 rechts oben) im Inneren in regelmässiger Anordnung Verkalkungen, welche die Grenze der beiden Abtheilungen der Wirbelkörper und des Bogentheiles anzudeuten scheinen. Weil die Innen-

schiebt der Aussenzone beträchtlich die Aussenschicht und namentlich den verkalkten Theil derselben an Dicke übertrifft, halte ich *Aetobates* für älter als *Rhinoptera*, beziehungsweise *Cephaloptera*. Der verkalkte Theil der Aussenschicht (Fig. 20 *a'*) zeigt Fortsätze, von denen zwei, ein dorsaler und ventraler, welche bis an die Oberfläche zwischen den Bogenbasen reichen, fast schon das Aussehen von Strahlen haben, während die vier schräg gegen die Bogenbasen gerichteten (Fig. 20) nur ganz niedrige Erhebungen darstellen, welche jedoch dorsal schärfer ausgeprägt sind und stärker vorspringen, als ventral. Dieses Verhalten ist für die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich wichtig. Die geringe Zahl der Fortsätze erscheint mir stammesgeschichtlich nicht ohne Bedeutung. Ich halte es für ein Zeichen höheren Alters gegenüber den folgenden *Myliobatiden*. Die Fortsätze erscheinen am Ende stumpf abgerundet.

Die gemischte Knorpellage, welche theilweise den Bogen, theilweise der Aussenschicht der Wirbelkörper angehört, und von welcher aus das Wachstum der Theile stattfindet, zeigt, soweit sie den Bogen angehört, Oberflächenverkalkungen in Gestalt der regelmässig polygonalen Plättchen, ausserdem aber auch bis an die Verkalkungszone dringende Gefässlücken. Die Knorpelmasse ist namentlich in der Mitte der Seitenfläche von beträchtlicher Dicke. Die hyalinknorpeligen Bogenstücke zeichnen sich dadurch aus, dass sie nicht allein aussen und innen, sondern (Fig. 20) rings von Plättchenverkalkungen eingeschlossen sind.

Trennt man einen Wirbelkörper von den Bogen und trocknet denselben, so erscheinen bei der Betrachtung von der Seite zwischen den aufgeworfenen Wirbelrändern, an der dorsalen und ventralen Grenze kleine Vertiefungen, welche die von unverkalktem Knorpel ausgefüllten Zwischenräume zwischen den Strahlen andeuten. Die Mitte der Seitenwand stellt dagegen eine ausgedehnte, vollkommen glatte Fläche dar. Dieses Verhältniss ist neben den allgemeinen Formverhältnissen für die Bestimmung fossiler Wirbel von ausserordentlicher Wichtigkeit.

Aetobates habe ich in unzweifelhafter Weise fossil in der oberen Kreide von Aachen gefunden, sowie in ziemlich grosser Zahl in dem Eocaen (Voluwe Set. Lambert), und ist die Gestalt der Wirbel eine recht ausgezeichnete. Der Wirbel aus dem Senon, welchen ich dem berliner Museum verdanke, war nur ein Bruchstück, die tertiären, dem brüsseler Museum angehörigen Wirbel sind aber vortrefflich erhalten.

Die Höhlung des Wirbels aus dem Senon von Aachen (Fig. 21) bildet ein stehendes Rechteck und ist scharfrandig umgrenzt, gehört demnach wohl einer anderen, älteren Gattung als *Aetobates Narinari* und als die tertiären Wirbel an. Die Chordadurchbohrung liegt central, und es zeigen sich mehrfache, regelmässige Schichtungsstreifen. Die Form der Seitenfläche habe ich seiner Zeit unterlassen bildlich darzustellen, sie ergiebt sich aber aus der Gestalt des mittleren Querschliffes (Fig. 22) unmittelbar und muss dieselbe gewesen sein wie bei den Wirbeln des lebenden *Aetobates*, und vor allem bei den Wirbeln aus dem Eocaen.

Die Betrachtung des Querschliffes (Fig. 22) zeigt deutlich die rechtwinklige Gestalt des verkalkten Theiles des Wirbelkörpers bei dem lebenden *Aetobates* (Fig. 20) und die gleiche sowohl makro- wie mikroskopische Zusammensetzung. Der centrale Doppelkegel (Fig. 22 *d*) ist in der Mitte ausserordentlich dünn und die verkalkte Schicht der Innenzone (Fig. 22 *i*) nur geringfügig. Die Aussenzone zerfällt in derselben Weise wie bei *Aetobates Narinari* in zwei Lagen (Fig. 22 *a a'*) von demselben Dickenverhältniss, wie bei dem lebenden Thiere und in derselben Form, nur sind die Schichtungsstreifen der Innenlage (Fig. 22 *a*) zahlreicher. Die Aussenschicht zeigt aber nahezu in gleicher

Grösse die Fortsätze. Dieselben sind, wohl das Merkmal einer besonderen, älteren Gattung, niedriger, immerhin zeigen sich jedoch die dorsale und ventrale Erhebung stärker, als die schrägen.

Die Wirbel von *Voluwe* *Set. Lambert* zeigen eine Wirbellöhllung (Fig. 23), welche wiederum die Gestalt eines mehr oder minder hohen, stehenden Rechtecks darbietet. Der Rand ist jedoch etwas übergebogen, so dass wie bei *Aetobates* die erste Andeutung einer besonderen Randfläche erscheint. Sehr ausgeprägt ist das Bild des Wirbels bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 24). Wenn dasselbe auch in ähnlicher Weise *Zygobates* zukommt, so dass die Entscheidung schwer wird, so giebt doch die rechteckige Gestalt der Höhlung augenblicklich den Ausschlag zu Gunsten von *Aetobates*. Dabei ist das Verhältniss der Länge zur Höhe ein etwas anderes. Es beträgt mindestens 2 : 5. Die Wirbelränder sind stark aufgeworfen und in der Mitte etwas eingezogen. Die zwischenliegende, schmale Seitenfläche zeigt ein ausgedehntes, plattes, mittleres Feld und an den Enden desselben seichte Vertiefungen, in deren Grunde der niedrige dorsale, ventrale oder schräge Fortsatz zum Vorschein kommt, und zwar in Gestalt von niedrigen, abgerundeten Leisten. Die Ränder der Vertiefungen sind etwas aufgeworfen, mit knötchen- oder warzenförmigen Erhebungen besetzt. Das kommt daher, weil die Oberflächenverkalkungen dorsal und ventral mit dem verkalkten Theile des Wirbelkörpers zwischen den Bogenbasen verschmelzen können, ein Verhalten, welches auch bei *Aetobates* *Narinari* zu beobachten ist.

Rhinoptera javanica.

Zygobates.

Die Wirbellöhllung von *Rhinoptera javanica* (Fig. 25) ist nicht vollkommen kreisrund umgrenzt, sondern es zeigt sich, und das ist nicht unwichtig, bei näherem Zusehen, den Ansätzen der mächtig entwickelten, oberen Bogentheile entsprechend, eine geringe Abflachung (Fig. 25). Die Chorda durchbohrt die Mitte. Bei der Kleinheit der Wirbel ist von Schichtungsstreifen Nichts deutlich zu sehen, der Rand ist aber wie bei *Aetobates* abgebogen, sonst scharf begrenzt.

Bei seitlicher Betrachtung erscheinen die Wirbelkörper länger, als bei *Aetobates*, isolirt man dieselben aber, so ergibt sich ein Verhältniss der Höhe zur Länge wie 5 : 3, eher etwas weniger zu Gunsten der Länge. Die Körper sind, und das ist paläontologisch wichtig, weit weniger hoch, als bei *Aetobates*, ein überaus werthvolles Kennzeichen, weil im Uebrigen das Aussehen der Seitenfläche viel Uebereinstimmendes darbietet. Die Wirbelränder (Fig. 26) sind ziemlich breit aufgeworfen. Das Zwischenwirbelgewebe ist wiederum sehr sparsam. Die Mitte der Seitenfläche der Wirbelkörper, welche, wenn man dieselben herauschält, gerade solche kleine Vertiefungen wie bei *Aetobates* zeigt, ist von Kalkplättchen, welche Fortsetzungen der Oberflächenverkalkungen der Bogen sind (Fig. 26), allein in breiterer Schicht wie bei *Aetobates*, bedeckt.

Die mächtig entwickelten Bogenstücke des Rückenmarkskanals zeigen Verhältnisse, welche an die bei *Aetobates* geschilderten anklingen. Die Neurapophysen (Fig. 26 *n*) erscheinen oft in unregelmässiger Weise getheilt, und dasselbe ist mit den intercalaria (Fig. 26 *m*) der Fall, wie besser als irgend eine Beschreibung die Abbildung lehrt. Nur die Schlussstücke (Fig. 26 *s*), welche auch bei diesen Thieren vorhanden sind, erscheinen einigermassen regelmässig als dreiseitige Platten. Im Uebrigen ist auch hier an dem Schwanze Diplospondylie nachweisbar.

Den Haemapophysen (Fig. 26 *h*) fehlen die intercalaria, und das bestimmt mich, in Verbindung mit den nachher zu schildernden Eigenthümlichkeiten des inneren Baues *Zygobates* ein jüngerer Alter zuzuschreiben, als *Aetobates*. Sie stellen nur im Bereiche des Zwischenwirbelraumes durch wenig

ausgedehnte Bindegewebsmassen getrennte, somit den Wirbelkörpern ziemlich nahe und in der ganzen Länge aufsitzende, vierseitige Platten dar, welche, nach hinten abgebogen, ganz dicht zusammenschliessen.

Der mittlere Querschnitt (Fig. 27) ergibt Folgendes:

Der Wirbelkörper, welcher, und auch das ist paläontologisch wichtig, dorsal kürzer, oder wenn man will, schmaler ist, als ventral, zeigt in der Mitte einen, wie ich gefunden habe, unverkalkten *funiculus chordae*. Die aus gemischtem Knorpel bestehende Innenzone (Fig. 27 *i*) ist verhältnissmässig dünn und verstärkt nur in geringem Grade den centralen Doppelkegel (Fig. 27 *d*). Dieser zeigt in der Mitte dieselbe Stärke und Anordnung der Elemente wie bei den übrigen Myliobatiden, allein ich will dabei nicht unterlassen die Aufmerksamkeit kommender Forscher auf Eigenthümlichkeiten zu lenken, welche sich in noch viel stärkerem Maasse in der Aussenzone, beziehungsweise in den unverkalkten Theilen der Bogenbasen geltend machen. In ersterer nur sparsam eingesprengt, in letzteren dagegen zwischen den verkalkten Parthien überall vorhanden, findet sich ein eigenthümliches Knorpelgewebe, welches ich am liebsten mit dem Namen des grossblasigen belegen möchte, eine Knorpelmasse, welche bei den Rochen überhaupt eine weite Verbreitung hat. Mein Material ist nicht ausreichend gewesen, und meine Aufmerksamkeit wurde durch so viele andere Dinge gefesselt, dass ich die Natur desselben nicht genau festgestellt habe. Ich muss es natürlich dahin gestellt sein lassen, ob wir es mit einem im Beginn der Schleimmetamorphose begriffenen Knorpel, oder, wozu ich mich eher neige, mit einem gemischten Knorpel zu thun haben, dessen Zellen eine besondere Grösse erreichen, in welchem ferner die hyaline Grundsubstanz bedeutend überwiegt und ausgedehnte Zellhöle bildet, während die prochondrale auf ein dünnwandiges Alveolenwerk verdrängt ist, welches auf dem Schnitt den Eindruck eines zarten Streifen- oder Fadenwerkes macht. Dasselbe zeigt an den Plättchenverkalkungen eine zierlich radiäre, an den verkalkten Abschnitten der Aussenzone eine parallele, wellige Anordnung. In den verkalkten Abschnitten treten diese Massen als immer nur eine Zelle einschliessende, rundliche Nester auf, welche an Grösse die übrigen Elemente weit übertreffen.

Die Aussenzone grenzt sich nicht scharf gegen die Bogenstücke ab, und somit bleibt auch hier noch durch entwicklungsgeschichtliche Untersuchungen die genaue Grenze festzustellen übrig. Eine *elastica externa* ist auch nicht in Spuren mehr nachweisbar. Zwei Schichten sehen wir wiederum auftreten, eine stärkere, concentrische, innere (Fig. 27 *a*) von wesentlich demselben Bau wie bei den vorhergehenden Myliobatiden, und eine mit mehr radiär angeordneten Elementen versehene, äussere (Fig. 27 *a'*). Erstere bietet in ihren Formverhältnissen kein besonderes Interesse. Sie ist ebenso wie bei den Adlerrochen auf dem Querschnitt kreisförmig umgrenzt. Wichtig dagegen ist das Verhalten der Aussenlage (Fig. 27 *a'*). Dieselbe zeigt eine wirkliche Strahlenanordnung, ausgeprägter wie bei *Myliobates* und *Aetobates*. Daran ist *Rhinoptera* augenblicklich kenntlich. Es erscheint das Bild einer Rosette, in welcher sich nur der dorsale und ventrale Strahl von den übrigen an Grösse unterscheiden, und auch wie bei *Aetobates* zwischen den Bogenbasen bis an die Oberfläche reichen. Die übrigen bis zu 5 an der Zahl auf einer Seite sind ziemlich gleich gross, höchstens ist der Seitenstrahl etwas stärker entwickelt. Ich halte dafür, dass die drei seitlich gestellten zusammengehören und den Seitenstrahl zusammensetzen, während die übrigen, von denen wiederum die dorsalen deutlicher hervortreten, gegen die Mitte der Bogenbasen gerichtet sind und den Schrägstrahlen von *Aetobates* entsprechen. Aus dieser Vorwucherung glaube ich wieder den Schluss auf ein jüngeres Alter der Träger machen zu dürfen. Die Bogen sind wie erwähnt ganz wie bei *Aetobates* in der dorsalen und ventralen Mitte getrennt, seitwärts dagegen (Fig. 27) in dünner Lage um den Wirbelkörper vereinigt. Dieselben zeigen

nicht allein an ihrer Oberfläche Plättchenverkalkungen, deren Elemente eine strahlige Anordnung darbieten und namentlich seitlich mit den Wirbelkörperstrahlen verschmelzen, sondern es treten auch im Inneren solche Kalksternchen auf, welche sich dabei durch feine Ausläufer zu einem zierlichen Kalknetz verbinden können. Dieses kann ebenfalls, wenn auch nicht sehr ausgedehnt, mit der eigentlichen Wirbelkörpermasse verschmelzen. Dadurch wird der Ober- und Seitenfläche des Wirbelkörpers ein rauhes Aussehen verliehen, und das Bild der Vertiefungen erscheint als ein sehr wechselndes. Natürlich wird dem entsprechend die Bestimmung der Zugehörigkeit fossiler Wirbel nicht erleichtert.

Solche kenne ich aus dem Senon von Aachen, und gehören diese, sowie gleiche aus der Oberen Kreide von Maestricht dem berliner Museum an, während dagegen ziemlich zahlreiche Wirbel fossiler *Zygobates* aus dem Eocaen (Voluwe Sect. Lambert) dem brüsseler Museum entstammen. Unzweifelhaft werden weitere Forschungen in den paläontologischen Sammlungen den Zufunden entsprechend noch zahlreiche Wirbelfunde und aus verschiedenen Perioden ergeben.

Der Wirbel aus dem Senon (Fig. 28 u. 29) nähert sich sowohl in seiner Form, als in seinem inneren Bau am meisten der von mir beschriebenen *Rhinoptera*, nur glaube ich, dass wir es mit einem Rumpfwirbel zu thun haben. Dafür spricht die etwas querovale Gestalt der Wirbelhöhlung, dafür ferner die Breite des ventralen Strahles auf dem Querschliff (Fig. 29). Im Uebrigen zeigt die Höhlung neben der centralen Chordadurchbohrung wiederum den leicht abgobogenen Rand (Fig. 28). Bei Betrachtung von der Seite erscheint dasselbe Bild wie bei den übrigen *Zygobatiden* (Fig. 31 u. 32). Die Innenzone und der centrale Doppelkegel (Fig. 29 *i* u. *d*) zeigen wie die Aussenzone (Fig. 29 *a* u. *a'*) dieselbe Struktur und im Wesentlichen dieselbe Form und Ausdehnung wie bei *Rhinoptera javanica*, nur treten in der Innenschicht der Aussenzone, entsprechend der Grösse des Wirbels zahlreiche Schichtungsstreifen auf. Von den Strahlen der Aussenschicht (Fig. 29 *a'*) ist, wie bereits erwähnt, der ventrale sehr breit. Die ventralen Schrägstrahlen erscheinen dem zu Folge nicht mehr, denn die Höhlungen zu beiden Seiten des ersteren Strahles sind doch wohl sicher die Ansatzflächen der Haemapophysen des Rumpfes.

Eine ganz besonders ausgeprägte und für die Bestimmung fossiler *Zygobatiden*wirbel wichtige Gestalt, welche augenblicklich die Unterscheidung von *Aetobates* gestattet, bietet die Höhlung der Wirbel aus der Maestrichter Kreide, und dieselbe wiederholt sich an den tertiären Wirbeln. Bildete dieselbe bei *Aetobates* ein mehr oder minder hohes, stehendes Rechteck, so zeigt sie bei *Rhinoptera* eine runde, polygonale Form (Fig. 30) mit leicht abgobogenem Rande und zahlreichen Schichtungsstreifen. Die Maestrichter Wirbel müssen ganz ausserordentlich mächtigen Thieren angehört haben. Immer zeigen sich schräg gestellte Ränder für die Bogenansätze und besonders ventral ein gerader Rand. Die Wirbel sind also sechsseitig polygonal. Das Querschnittsbild der Maestrichter Wirbel habe ich darzustellen unterlassen, weil es sich nicht von dem des Wirbels aus dem Senon unterscheidet, und das Gleiche ist mit den tertiären Wirbeln der Fall. Dagegen ist es wohl der Mühe werth, etwas länger bei der Betrachtung der Seitenansicht (Fig. 31 u. 32) zu verweilen. Zunächst tritt die ventrale, auch den lebenden *Rhinoptera* zukommende Verbreiterung zu Tage. Die Wirbelränder erscheinen mässig stark aufgeworfen und an den tertiären Wirbeln (Fig. 32) oft in der Mitte etwas eingezogen. Die Seitenfläche bietet bei dem Maestrichter Wirbel (Fig. 31) auf den ersten Blick nur wenig Besonderes. Sie erscheint auch an den Ausätzen der Oberflächenverkalkungen, allein bei genauerem Zusehen erkennt man charakteristische Vertiefungen, welche in viel ausgeprägterer Weise bei den viel kleineren tertiären *Zygobatiden* (Fig. 32) zu Tage treten. Es ist wie bei *Aetobates* ein Mittelfeld zu unterscheiden, in welchem aber bei den Maestrichter Wirbeln wieder eine leichtere, mittlere Vertiefung erscheint.

Ausserdem treten wenig ausgeprägte, dorsale und ventrale Felder auf und zwar je zwei, also bei der Betrachtung von oben oder unten je vier. Es ist das wichtig wegen der gleichen Erscheinungen bei *Urolophus*. Die Unterscheidung der Wirbel von *Rhinoptera*, *Aetobates* und *Urolophus* ist daher nicht immer leicht, manchmal sogar so schwer, dass allein die mikroskopische Untersuchung des Querschliffes die Entscheidung giebt. Dann erscheinen freilich ganz ausserordentlich verschiedene Bilder. Im Allgemeinen sind die *Myliobatiden*wirbel viel breiter, als die, welche man dem *Urolophus* zuschreiben muss. Sehr deutlich treten die beiden dorsalen und ventralen Vertiefungen bei den tertiären Wirbeln zu Tage (Fig. 32), und sind dieselben als Ausdruck des Ansatzes der Oberflächenverkalkungen von rauhen, aufgeworfenen Rändern begrenzt. Die wulstartigen Vorsprünge sind natürlich die Strahlen der Aussenschicht.

Cephaloptera Kuhl.

Cephaloptera Kuhl schliesst sich als jüngere Form unmittelbar an *Rhinoptera* an, und zwar so eng, dass ich geneigt bin anzunehmen, *Cephaloptera* sei eine Entwicklungsform von *Zygobates*, aus dieser entstanden. Ein Blick auf die äussere Form der Wirbel (Fig. 33 u. 34) sowohl, wie auf den Querschnitt zeigt das zur Genüge. Es handelt sich nur um geringe Formunterschiede, und gerade diese machen die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich schwer. Ich habe trotz der Zahnfunde von Probst¹⁾ und Winkler²⁾ und trotz meines Suchens unter den Wirbeln des brüsseler Eocæn und der schwäbischen Molasse keine zugehörigen Wirbel mit Bestimmtheit nachweisen können. Ich zweifle keinen Augenblick daran, dass sie sich noch finden werden, allein dazu wird es nöthig sein, in ausgiebiger Weise Querschliffe anzuwenden, mehr als es von mir geschehen konnte. Nur durch Durchschneidung von Wirbeln, bei denen es zweifelhaft, ob sie *Urolophus*, *Aetobates*, *Zygobates* oder *Cephaloptera* angehören, kann eine für alle Fälle sichere und gültige Entscheidung getroffen werden. Es bedarf nur einer queren Halbiring eines Wirbels dorsoventralwärts, wodurch die allgemeinen Formverhältnisse keine Störung erleiden. Diese können ja durch Zusammenlegen der Hälften wieder hergestellt werden, und möchte ich kommende Forscher vor Allem auf diesen Weg der Forschung bei den *Myliobatiden* hinweisen.

Die Wirbelhöhlung (Fig. 33), welche in der Mitte von der Chorda durchsetzt wird, zeigt wiederum einen schwach übergebogenen Rand, ist aber nicht kreisrund umgrenzt, sondern wenigstens am Schwanz rundlich polygonal, und zwar noch ausgeprägter, als es bei *Rhinoptera* der Fall ist. Das kann nicht Wunder nehmen, wenn man es mit einer von dieser abgeleiteten Form zu thun hat. Die schrägen Randtheile namentlich (Fig. 33), welche den Bogenansätzen entsprechen, treten viel schärfer heraus. Von Schichtungsstreifen lässt sich bei der Kleinheit der Wirbel Nichts sehen.

Bei der Betrachtung der Wirbelkörper von der Seite erscheint ein Bild wie bei *Zygobates* (Fig. 34). Das Verhältniss der Höhe zur Länge ist dasselbe, nur erscheinen die Wirbelränder etwas mehr aufgeworfen und die zwischenliegende Oberfläche etwas schmaler. Dieselbe ist gleichfalls von einer Oberflächenverkalkung bedeckt. Leider war das Stück der Wirbelsäule nicht so vortrefflich erhalten, dass es gelang die Grenze der Neurapophysen und intercalaria (Fig. 34 a) festzustellen, ebenso wenig war zu entscheiden, ob Diplospondylie vorhanden, allein in allerjüngster Zeit stand mir *Cephaloptera Olfersi* durch die Güte meines Freundes Hubrecht in Leiden zu Gebote, und daran lassen sich die Lücken nach dieser Richtung hin ausfüllen. Bei diesem Thiere herrscht keine Diplospondylie. Die Neurapophysen

1) l. c.

2) Archives du Musée Tylor, Vol. III u. IV.

sind dreiseitig, mit nach oben gerichteter Spitze und werden bei Kuhli Rauten darstellen, zwischen denen sich ungemein lange, nach hinten abgebogene (Fig. 24 *in*) und am Ende abgerundete Schaltplatten einschieben. Von Schlussstücken, und das ist in stammesgeschichtlicher Beziehung ein werthvolles Merkmal, ist keine Spur vorhanden. Cephaloptera ist somit jünger, als Rhinoptera. Das zeigt sich auch in dem Mangel von intercalaria haemalia. Die Haemapophysen (Fig. 34 *h*) sind nach hinten abgebogene, vierseitige Platten, welche bis an den Wirbelkörper, durch gleichmässig schmales Bindegewebe verbunden reichen und demselben in der ganzen Länge ansitzen, weit ausgedehnter, als es bei *Zygobates* der Fall ist. Daraus erklärt sich dann auch die grössere Schärfe in der polygonalen Umgrenzung der Wirbelhöhlung.

Der innere Bau des Wirbels, wie er durch einen mittleren Querschnitt klar gelegt wird (Fig. 35), zeigt deutlich, dass wir es mit einer jüngeren Form zu thun haben, denn die Bogenbasen sind nicht allein seitlich, sondern auch dorsal und ventral, also wie immer bei jüngsten Formen rings um den Wirbelkörper vereinigt. Der gewebliche Bau des Wirbelkörpers sowohl, wie der Bogen ist im Uebrigen derselbe wie bei Rhinoptera, nur dass die grossblasige Natur des Knorpels zwischen den Verkalkungen, namentlich auch an den Enden der Bogenstücke deutlicher auftritt. Von der Innenzone wie von dem centralen Doppelkegel (Fig. 35 *i d*) wäre Nichts zu melden, was nicht mit den Verhältnissen bei *Zygobates* übereinstimmte. Ebenso wenig ist etwas Besonderes von der Innenschicht der Aussenzone (Fig. 35 *a*) des Wirbelkörpers zu sagen. Dafür zeigt aber die Aussenschicht (Fig. 35 *a'*), wie bereits erwähnt, ein viel stärkeres und gleichmässigeres Auftreten der Strahlen. Die Vertiefungen an der Seitenfläche des Wirbelkörpers müssen demnach nach dem Troeknen und bei fossilen Cephaloptera viel tiefer, deutlicher und in regelmässigeren Abständen, vier auf jeder Seite, vertheilt sein, als es bei Rhinoptera der Fall ist. Der dorsale und ventrale Strahl (Fig. 35) sind gleich stark. Am mächtigsten sind die Seitenstrahlen entwickelt, während die ventralen und dorsalen Schrägstrahlen gleich lang, aber die kürzesten sind. Die Oberflächenverkalkungen, welche wie bei Rhinoptera rings um die Bogenstücke gehen, können mit den Strahlen, namentlich mit den dorsalen Schrägstrahlen verwachsen. Das Querschnittsbild ist ein so ausgeprägtes, dass es bei gleicher Behandlung fossiler Wirbel sofort auffallen und die Entscheidung für oder gegen die Zugehörigkeit der Träger zu Cephaloptera geben muss.

Siebentes Capitel.

Taf. XXII.

R a j a e.

Von dieser Gruppe habe ich *Raja oxyrhynchus*, *miraletus*, *eglanteria* und *clavata* untersucht, und ich habe bei dieser Gelegenheit wiederum den feinen zoologischen Takt Günther's¹⁾ zu bewundern Gelegenheit gehabt, indem er die Rajiden in lang- und kurzschnauzige eintheilt. Dieser Eintheilung erwächst durch meine Untersuchungen die beste Stütze, und ich halte es für durchaus nothwendig, dass die Zoologen in Zukunft *Rajae macrorhynchi* und *microrhynchi* unterseheiden. Freilich ist dabei hervorzuheben, dass dieselben nicht streng geschieden sind, dass sich zwischen ihnen Uebergänge finden, Bindeglieder, welche, wenn man sie auch zu der einen oder der anderen Gruppe rechnen wird, dennoch zeigen, dass die eine aus der anderen hervorgegangen ist, dass sie stammesgeschichtlich eng verbunden sind.

Stammen sämtliche Rochen von Haiformen ab, welche einen Wirbelbau ähnlich dem des *Pristiophorus* besaßen, dann folgt daraus mit Nothwendigkeit, dass die langschnauzigen *Rajae*, überhaupt die mit starken *rostra* versehenen *Elasmobranchi teetospondyli* stammesgeschichtlich und paläontologisch älter sind, vorausgesetzt dass man ihnen, wie man es thun muss, eine entwickelte Rostralbildung zuschreibt, welche freilich nicht so mächtig zu denken ist wie bei *Pristiophorus*. Das trifft sowohl für die *Rhinobatiden*, wie für die *Myliobatiden* und die *Rajae* zu, und dafür liefert denn auch der Aufbau der Wirbelsäule einen schlagenden Beweis. Die langschnauzige *Raja oxyrhynchus* ist also älter, *Raja miraletus* dagegen jünger und am jüngsten sind *Raja clavata* und *eglanteria*. In dem Habitus und in dem Bau der Wirbelsäule zeigt sich nun aber nicht allein die Verwandtschaft innerhalb der Gruppe, sondern es bieten diese Verhältnisse auch die schönsten Hinweise auf die Stammesgeschichte der elektrischen Rochen einerseits, andererseits auf den Ursprung der *Rajae*, und dieselben bekommen, wenn man weiterhin die Entwicklungsgeschichte zu Rathe zieht, etwas Zwingendes und vollkommen Ueberzeugendes. Es zeigt sich dann auf das Klarste, wenn man überhaupt den morphologischen Principien eine Berechtigung einzuräumen geneigt ist, dass die *Rajae*, wie ich das in meinen Stammtafeln ausgedrückt habe, von Formen hergeleitet werden müssen, von denen auch die *Squalorajae* und deren Vertreter *Pristiophorus* ausgingen.

In seiner Abhandlung über die Wirbelsäule der Plagiostomen hat Götte²⁾ über die Entwicklung der Wirbelsäule von *Raja clavata* Beobachtungen niedergelegt und auf seiner Taf. XXXII bildlich

1) l. c.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XV.

zum Ausdruck gebracht, welche mir in stammesgeschichtlicher Beziehung von erheblicher Wichtigkeit zu sein scheinen. Einmal zeigt sich in seinen Abbildungen, namentlich in den Fig. 48 u. 49, dass die Bogen in starker Lage, wenigstens seitlich, den Wirbelkörper umfassen, und es lässt sich zwischen den Bogen und dem Wirbelkörper eine durchaus scharfe Grenze nachweisen, welche durch die *elastica externa* gegeben ist und später, wie bei den übrigen Rochen, vollkommen verschwindet. Aus dem Verhalten der Bogen, welches nicht allein *Raja clavata*, sondern sämtliche von mir untersuchte Rajiden zeigen, geht hervor, dass die Gruppe jünger ist, als die der *Squalorajae* und die der *Trygones* (siehe Stammtafeln). Götte hat dann ferner beobachtet, und dieses Verhältniss in der Fig. 54 seiner Taf. XXXII dargestellt, dass die dorsalen und ventralen Strahlen des Wirbelkörpers, welche den Rajae eigenthümlich sind, unabhängig von dem centralen Doppelkegel und von ihm gesondert in der Oberflächenschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers entstehen und erst nachträglich mit den übrigen verkalkten Massen des Körpers verschmelzen. Vor Götte hat bereits Kölliker¹⁾ darauf aufmerksam gemacht, dass die Strahlen in der äusseren Chordascheide der Wirbelkörperanlage entstanden. Denkt man sich nun diese bei *Raja clavata* zu viert vorhandenen Verkalkungen unter einander verbunden, dann bekommt man eine rings um den centralen Doppelkegel gelagerte, in der Aussenzone auftretende, selbständige Verkalkungszone, welche durch eine unverkalkte Knorpelschicht von dem centralen Doppelkegel getrennt, auf dem Querschnitt sogar in der viereckigen Form vollkommen dem Verkalkungsrings bei *Pristiophorus cirratus* gleicht. Die Aehnlichkeit des Wirbelbaues tritt noch mehr dadurch hervor, dass zur Zeit des selbständigen Entstehens dieser Verkalkungen die Bogen nur theilweise verschmolzen sind. Fasst man dann ferner die Thatsache ins Auge, dass bei den Rajae nur dorsale und ventrale, selbständige Verkalkungen der Aussenzone vorhanden sind, dass ferner bei *Pristiophorus japonicus* sowohl, wie bei dem von mir gefundenen, fossilen Sägehai die Verkalkung nicht rings um den centralen Doppelkegel geht, sondern in eine dorsale und ventrale Hälfte getrennt erscheint, dann, meine ich, sind die Verhältnisse im Wesentlichen so übereinstimmend, wie nur möglich, und der Satz ist ein richtiger, dass *Pristiophorus* und *Raja* gleiche Stammformen besitzen. Das Stammesmerkmal, selbständige Verkalkungen der Aussenzone um den centralen Doppelkegel (*Tectospondylie*) bleibt das ganze Leben hindurch bei *Pristiophorus* bestehen, während dasselbe bei den jüngeren, abgeleiteten Formen, den Rajae, nur zu einer frühen Periode der Entwicklung nachweisbar ist.

Rajae macrorhynchi.

Raja oxyrhynchus.

Von *Raja oxyrhynchus* habe ich sowohl Rumpf- wie Schwanzwirbel untersucht, und bieten dieselben, namentlich mit Bezug auf die Wirbelhöhlungen, folgende Unterschiede. Am Schwanz erscheint dieselbe kreisrund, mit schwach übergebogenem, scharfem Rande. Die Chorda durchbohrt die Mitte. Von Schichtungsstreifen zeigt sich keine Spur (Fig. 1). Darauf ist namentlich bei kleineren, fossilen Wirbeln zum Unterschiede von solchen, welche *Myliobates* angehören, Gewicht zu legen. An den Rumpfwirbeln ist die Höhlung queroval, eckig und mit deutlich ausgeprägten, geraden, schrägen Rändern, welche den Bogenbasen entsprechen. Mit dieser Verbreiterung ist ein nicht unwichtiger Unterschied gegenüber den ebenfalls eckigen Wirbeln der vorigen Gruppe gegeben, und dieser zeigt

1) Abhandlungen der würzburger phys.-med. Gesellschaft, Bd. X.

sich dann noch weiter darin, dass hier eine deutliche Randfläche erscheint, welche breit und abgerundet sofort in die Augen fällt.

Isolirt man die Wirbelkörper, deren Höhe zur Länge sich wiederum etwa wie 3:2 verhält, so ist bemerkenswerth und für die Bestimmung fossiler Wirbel wichtig, dass dieselben nicht entfernt so stark aufgeworfene Ränder besitzen, wie die bisher betrachteten Rochen. Der Wirbelrand ist schmal und leicht abgerundet. Das Aussehen breiter Ränder (Fig. 2) kommt daher, dass die Vereinigung der Bogenbasen an den Seiten des Wirbelkörpers in geringerem Maasse an den Schwanzwirbeln, mehr schon an den Wirbeln des Rumpfes gegen den Intervertebralraum übergreift. Das Zwischenwirbelgewebe ist wiederum ausserordentlich schmal. Die Wirbelkörper sind übrigens etwas länger, als bei den Myliobatiden und dem entsprechend erscheint die Höhlung derselben etwas tiefer.

Die Neurapophysen (Fig. 2 *n*) sind im Ganzen niedrige, wie alle Bogentheile mit starken Oberflächenverkalkungen versehene, rhombische Platten, welche jedoch mit einer breiten Basis, einem stark abgeplatteten, unteren Winkel den Wirbelkörpern aufsitzen. Die intercalaria (Fig. 2 *in*) sind vollkommen regelmässig zwischen ihnen eingekellt und enden als ziemlich dicht schliessende, vierseitige Platten. Schlussstücke, und das ist für das jüngere Alter der Rajae mit entscheidend, fehlen. Die Bogentheile des Rückenmarkscanales sind lange nicht so hoch, wie bei den Myliobatiden, niedriger sogar als die unteren. Letztere (Fig. 2 *h*) bestehen überwiegend nur aus Haemapophysen und, auch das ist für die Stellung der Thiere im Systeme entscheidend, sie stellen breite, geschwungene und nach hinten abgebogene, vierseitige, dicht schliessende Platten dar, welche nur an dem Zwischenwirbelraum etwas eingeschnürt erscheinen. Wo nun aber intercalaria (Fig. 2 *in'*) vorhanden sind, da sind die Haemapophysen rhombische Platten (Fig. 2 *h*), zwischen denen sich die Schaltstücke in derselben Form wie an dem Rückenmarkscanale einkellen.

Was die gewebliche Zusammensetzung der Wirbelsäule betrifft, für welche die von Götte auf seinen Taf. XXXII gegebenen Abbildungen eine werthvolle Ergänzung bilden, so zeigt sich auch hier wieder in der Mitte der Wirbelkörper ein ausgedehnter funiculus chordae. Die Innenzone (Fig. 3 u. 4 *i*) ist wenigstens am Schwanze mässig entwickelt, wird aber wohl am Rumpfe, und darauf weist auch eine Abbildung von Götte (Fig. 53) von *Raja clavata* hin, stärker ausgebildet sein. Es zeigt sich an dem Schwanze, dass ihre Ausbildung sehr frühzeitig, vor der Verkalkung der Mittelzone zum centralen Doppelkegel begann, denn dieser erscheint, wie der Längsschnitt (Fig. 4 *d*) lehrt, in der Mitte des Wirbelkörpers stark abgeplattet, ein Formverhältniss, welches für fossile Wirbel wichtig ist, denn es folgt daraus, dass die Schwanzwirbel nicht einfach in der Mitte durchbohrt, sondern von einem kurzen Canale durchsetzt werden. Im Zwischenwirbelraume (Fig. 4) zeigt sich die Innenzone dick, ausgedehnt, worauf auch bereits Götte aufmerksam macht. Die Zusammensetzung derselben ist ähnlich wie bei *Squatina*. Es handelt sich um einen hyalinen Knorpel mit Spindelzellen. Die Zellen zeigen starke Fortsätze und besitzen die merkwürdigsten Gestalten. Von Zellkapseln habe ich dabei Nichts nachzuweisen vermocht. Die oberflächlichen Schichten der Innenzone verkalken und verstärken den centralen Doppelkegel, welcher aus einem gemischten Knorpel mit abgeplatteten, concentrisch angeordneten Einzelzellen besteht. Der Abplattung desselben habe ich bereits Erwähnung gethan. Im Uebrigen ist er in der Wirbelkörpermitte (Fig. 4 *d*) in Verbindung mit den ihn verstärkenden Lagen mächtiger entwickelt, als bei den Myliobatiden. Er nimmt demnach gegen die Wirbelenden hin nur wenig an Stärke (Fig. 4) zu und endet hier leicht abgerundet.

Am Wichtigsten ist wiederum die Aussenzone, welche, wie auch schon Götte zeichnet, durchgehends Rundzellen enthält und in ihren unverkalkten Theilen aus Hyalinknorpel besteht. In erwach-

senen Wirbeln ist keine Spur einer *elastica externa* wahrzunehmen, und das Gewebe geht somit zusammenhängend in den Hyalinknorpel der Bogenstücke über, dessen näheres Verhalten ich ja in der Einleitung geschildert und abgebildet habe. Bei Embryonen ist dieselbe aber, wie Götte nachgewiesen hat, deutlich sichtbar und grenzt den Bogenantheil des Wirbelkörpers, welcher sich ja vor Allem an der Seite geltend macht, ab. Die Verkalkung der Aussenzone ist im Verhältniss zur Stärke derselben nicht sehr ausgedehnt, viel weniger als bei den Stachelrochen, und das beweist meines Erachtens, dass die Rajae sich frühzeitig von den Stammformen abgezweigt und eine von den übrigen Rochen divergirende Entwicklungsreihe gebildet haben.

Im Uebrigen tritt auch hier eine vollkommen verkalkte, aber ziemlich dünne (Fig. 3 a) Innenlage auf, welche eine concentrische Anordnung um den centralen Doppelkegel bildet und denselben in geringer Ausdehnung verstärken hilft, während die Hauptmasse der Aussenzone der Oberflächenschicht (Fig. 3 a') angehört. In dieser treten ja, wie Götte bei *Raja clavata* nachgewiesen hat, selbständige Verkalkungen auf, welche sich erst nachträglich mit der verkalkten Innenschicht verbinden und sich als dorsaler und ventraler Strahl zeigen. Es wäre nun aber wohl wichtig zu untersuchen, ob diese, wie es mir sehr wahrscheinlich, sich auch bei *Raja oxyrhynchus* aus je zwei selbständigen Verkalkungen hervorbilden.

Jedenfalls geht aus der Länge des vorhandenen dorsalen und ventralen Strahles schon ohne Weiteres ihre frühzeitige Entstehung hervor, namentlich auch, da sie zwischen die Bogenbasen bis an den Boden des Rückenmarks- und Gefässcanales reichen und an den Enden mit den Oberflächenverkalkungen derselben verwachsen. Die Elemente derselben sind nicht wie bei den Myliobatiden radiär, sondern in concentrischen, also hinter einander liegenden Reihen angeordnet. Dazu gesellen sich nun aber, und das ist in stammesgeschichtlicher Beziehung ungemein wichtig, nicht selbständig, sondern aus der Innenlage der Aussenzone oder wenigstens in inniger Verbindung mit ihr nachträglich entstanden, zwei seitliche Verkalkungen (Fig. 3), welche sich, und das beweist eben ihr spätes Entstehen, nach der Verkalkung der Innenlage bei *Raja oxyrhynchus* am Schwanzende kaum, am Rumpfe ein wenig mehr als stachelige Belegmasse erheben. Eine wirkliche seitliche Strahlenbildung zeigt sich erst, wie wir sehen werden, bei den Rajae *microrhynchi*.

Das Querschnittsbild (Fig. 3) ist ausserordentlich bezeichnend und für die Bestimmung fossiler Wirbel überaus werthvoll, und ehe ich zu diesem übergehe, wäre nun noch besonders hervorzuheben, dass die Oberflächenverkalkungen der Bogen mehr entwickelt sind, wie bei den übrigen Rochen, allenfalls mit Ausnahme der Trygones. Sie stellen einen mächtigen, zusammenhängenden Belag verschmolzener Plättchen dar, und das ist, wie wir sehen werden, paläontologisch wichtig.

Ein wundervolles Skelet, welches als *Asterodermus platypterus* aus den solenhofener Schiefeln bekannt ist und eine Zierde des reichen münchener Museum bildet, gehört unzweifelhaft einem langschnauzigen Rochen an, und ich zweifle nicht daran, dass, wenn die wohl erhaltenen Placoidschuppen mit denen lebender Thiere verglichen werden, und das kann ohne Schädigung des kostbaren Stückes geschehen, dass sich dann eine noch nähere Verwandtschaft zu lebenden Rajae *macrorhynchi* feststellen lassen wird. Jedenfalls ist dieser Fund um deswillen so überaus wichtig, weil Rajae *macrorhynchi* aus so weit zurückliegenden Erdperioden, wie der Obere Jura nicht bekannt sind.

Was nun meine eigenen Befunde betrifft, so will ich zunächst darauf aufmerksam machen, dass ein Wirbel, welcher dem münchener Museum entstammt und der mittleren Kreide von Jerusalem angehört, mit grösster Wahrscheinlichkeit einer *Raja* zuzuzählen ist, derselben Gattung wie der Träger der Wirbel aus der oberen Kreide, welche ich sogleich beschreiben werde. Ich habe denselben seiner

Zeit¹⁾ bei den Cestracienten geschildert und abgebildet, allein ich hegte schon damals ernstliche Zweifel an der Zugehörigkeit.

Unzweifelhafte Rajawirbel, welche denen der *Raja oxyrhynchus* nahe stehen, kenne ich, wie erwähnt, aus der oberen Kreide von Maestricht und gehören dieselben dem münchener Museum. Die Wirbel (Fig. 5, 6, 7), von welchen ich den einen durchschneiden liess, gehören beide dem Rumpfe an. An diesen zeigt die Höhlung die charakteristische, querovale, polygonale Form, welche ich von *Raja oxyrhynchus* beschrieb. Sehr eigenthümlich ist aber das Bild bei seitlicher Betrachtung (Fig. 5) oder bei der Betrachtung von oben (Fig. 6), und es ist damit ein *Raja* zukommendes Merkmal gegeben. Im Uebrigen ist die längliche Form der Wirbelkörper (Fig. 5), sowie das schwache Hervortreten der Ränder (Fig. 6) bemerkenswerth.

Seitlich betrachtet (Fig. 5) erscheint in der Mitte, anstatt der Vertiefungen an den beiden Enden, wie bei den Myliobatiden, eine bohnenförmig umgrenzte Grube, in deren Tiefe sich eine um den centralen Theil der Wirbelkörper gehende Spalte befindet. Die dorsale Fläche (Fig. 6) zeigt eine zweigetheilte, tiefe Einsenkung, in deren Grunde die den centralen Wirbeltheil trennenden Spalten sichtbar werden. Die Gruben sind vollkommen scharfrandig umgrenzt und die zwischenliegenden Massen an der Oberfläche vollkommen glatt. Das Querschnittsbild zeigt, was die einzelnen Theile bedeuten. Die Vertiefungen sind die im Leben durch Hyalinknorpel ausgefüllten Zwischenräume zwischen den mächtig entwickelten Oberflächenverkalkungen (Fig. 7 *b*), welche nur theilweise mit dem eigentlichen Wirbelkörper, dem centralen Kerne verwachsen sind. Die Verkalkungen der Oberfläche dringen keilförmig in die Tiefe und sind, und das ist ein Zeichen, dass die Träger niedriger als *Raja oxyrhynchus* waren, seitlich nicht mit einander verschmolzen. Auch in dem Bau des eigentlichen Wirbelkörpers zeigt sich, dass diese *Raja* aus der Kreide eine ältere Entwicklungsstufe darstellt. Die verkalkte Innenzone (Fig. 7 *i*), der centrale Doppelkegel (Fig. 7 *d*), sowie die dazu gehörige Innenschicht der Aussenzone (Fig. 7 *a*) zeigen sich sonst, wie früher geschildert, gebaut, nur fehlt an der letzteren jede Andeutung seitlicher Erhebungen. Von den Strahlen in der Oberflächenschicht (Fig. 7 *a'*) ist lediglich der dorsale voll entwickelt, während der ventrale in Gestalt zweier kleiner Verkalkungen kaum eine Verbindung mit der Innenlage besitzt. Somit bleibt diese *Raja* in gewisser Weise auf einer embryonalen Stufe stehen, und es zeigt der centrale Strahl, dass auch bei den langschnauzigen *Rajae* die Entwicklung der Verkalkung in der Oberflächenschicht der Aussenzone ebenso selbständig, wie bei den microrhynchi vor sich geht.

Weitere fossile *Rajae macrorhynchi* befinden sich in der Sammlung Probst und entstammen der Molasse von Baltringen. Es handelt sich um die Schwanzwirbel zweier Gattungen, von welchen die eine der *Raja oxyrhynchus* nahe steht, weil die Umgrenzung der Wirbelhöhlung kreisrund erscheint, während sie bei der anderen (Fig. 8) ein stehendes Oval darstellt. Dadurch nehmen aber beide Gattungen eine tiefere Stufe der Entwicklung ein, wie sich aus dem inneren Bau und meines Erachtens aus der Thatsache ergibt, dass der centrale Doppelkegel ausserordentlich flach ist. Die Aussenzone kann demnach ursprünglich die Rückensaite nur wenig eingeschnürt haben, und diese Verdrängung muss erst nachträglich durch die stark wachsende, unverkalkte Innenzone erfolgt sein. Nur auf diese Weise erklärt sich die weite, centrale Oeffnung der Höhlung (Fig. 8 u. 9), welche durch das Ausfaulen der Chorda und der unverkalkten Innenzone entstanden ist. Im Leben wird die Wirbelsäule auf dem Längsschnitt ein Bild geboten haben müssen, wie es Götte Taf. XXXIII, Fig. 53 von *Raja*

1) Morphologisches Jahrbuch Bd. IV, Taf. XIII, Fig. XIX u. XX.

clavata zeichnet. Es steht demnach durchaus Nichts im Wege anzunehmen, dass die Träger dieser Wirbel die Stammformen der *Rajae clavatae* gewesen sind, welche ja jetzt zahlreich in unseren Breiten leben und somit aus ihren ehemaligen Wohnsitzen nicht verdrängt sind. Es müssen dabei *Rajae macrorhynchi* gewesen sein, welche tiefer standen als *oxyrhynchus*, weil in der Aussenschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers (Fig. 9) nur zwei Strahlen, ein dorsaler und ventraler, entwickelt sind. Seitlich machen sich noch weniger als bei *oxyrhynchus* Erhebungen geltend. Das Randfeld der Wirbelhöhlung ist sehr deutlich. Uebrigens haben die Wirbel sämmtlich vor der Einbettung gelitten, da von Oberflächenverkalkungen keine Spur mehr vorhanden ist. Sie sind demnach lange dem Einflusse der Fäulnissprocesse ausgesetzt gewesen, mehr als die der oberen Kreide. Das Vorkommen dieser Wirbel ist um so interessanter, weil Probst¹⁾ von *Raja* zahlreiche Zahnfunde beschrieben hat. Welche nun aber diesen Wirbeln zugehören, das steht dahin. Es wäre jedenfalls wichtig, auf die Unterschiede der Zähne bei *Rajae macro-* und *microrhynchi* mehr zu achten, als es bisher geschehen ist.

Rajae microrhynchi.

Ich habe bereits in der Einleitung dieses Capitels hervorgehoben, dass unter den *macrorhynchi* *Raja clavata* den langschnauzigen Rochen am nächsten stünde und bemerkte ferner, dass die Träger der fossilen Wirbel aus der württembergischen Molasse, mit der weiten, centralen Oeffnung der Wirbelhöhlung Stammeltern der *Raja clavata* sein könnten. Derselben folgt dann *Raja miraletus* und darauf erst *Raja eglantheria*, mit welcher ich mich vorzugsweise beschäftigen will. Es ist eine vollkommene Stufenleiter, welche darin ihren Ausdruck findet, dass bis zu *eglantheria* sämmtliche Strahlen, vor allen aber auch die seitlichen sich immer mehr entwickeln. Bei *clavata* nur wenig mehr hervortretend wie bei *oxyrhynchus*, sind sie bei *miraletus*, und ich habe dabei immer die gleichen Stellen des Schwanzes und auch zugleich dieselben Grössen untersucht, länger, bei *eglantheria* aber am ausgebildetsten. Bezüglich des Zusammenhanges mit fossilen Thieren ist auch die Form der Wirbelhöhlung entscheidend, welche bei sämmtlichen von mir untersuchten, kurzschnauzigen Rochen sich der Gestalt eines stehenden Ovals nähert, mehr oder minder ausgeprägt wie der des einen fossilen Baltringer Wirbels. Die übrigen Formverhältnisse sind im Wesentlichen ebenfalls so übereinstimmend, dass ich glaube, es wird genügen, die Erscheinungen bei *Raja eglantheria* zu schildern.

Die Wirbelhöhlung ist, wie erwähnt, nicht vollkommen kreisrund, sondern oval, mit senkrecht stehender, längster Axe. Abplattungen, welche den Bogenbasen entsprechen, sind nur undeutlich nachweisbar. Dafür zeigen sich aber im Inneren Schichtungsstreifen. Die Randfläche ist schmal.

Bei Betrachtung von der Seite scheint namentlich bei *eglantheria* die Seitenfläche der Wirbelkörper unbedeckt von den Bogen, während das doch bei *clavata* und *miraletus* der Fall ist. Allein es ist nur scheinbar. Die Verkalkung der vereinigten Bogentheile nimmt bei diesem Thiere nur einen anderen Charakter an. Sie tritt bei den beiden anderen in Gestalt gesonderter, polygonaler Plättchen auf, während sie bei *eglantheria* vollkommen gleichmässig ist. Die Plättchen sind verschmolzen und stellen eine homogene Verkalkung dar, durch welche der eigentliche Wirbelkörper (Fig. 10) mit zarter Längsfurchung durchschimmert. Es zeigt sich darin ein weiterer Fortschritt gegenüber *miraletus* und *clavata*, da, wie wir wissen, bei den Rochen getrennte Plättchen das Primäre sind und es sich

1) l. c.

hier nicht um eine niedere, gleichmässige Krümelverkalkung, sondern um eine homogene Verkalkung der Grundsubstanz handelt.

Höhe und Länge der Wirbelkörper sind gleich, und die Ränder sind nur wenig aufgeworfen. An den Rückenmarksbogen finde ich auch einen weiteren Fortschritt in der Organisation. Neurapophysen und intercalaria (Fig. 10) sind nicht scharf getrennt, und Schlussstücke fehlen begrifflicher Weise vollkommen. Die Haemapophysen (Fig. 10 *b*) sind nach hinten abgebogene Platten von ähnlicher Form, wie bei *Raja oxyrhynchus*, allein es ist keine Spur von Schaltknorpeln mehr vorhanden. Die Enden der Rückenmarksbogen erscheinen, wie das Durchschnittsbild deutlich zeigt, flügelartig verbreitert (Fig. 11).

An diesem tritt dann auch der Wirbelaufbau deutlich zu Tage, wobei ich von vorne herein bemerken will, dass die Zusammensetzung der Gewebe überall dieselbe ist, wie bei *Raja oxyrhynchus*. Von der Innenzone, dem centralen Doppelkegel (Fig. 11 *d*) und der Innenschicht der Aussenzone (Fig. 11 *a*) ist nichts Besonderes zu melden, dagegen finden wir die Verkalkungen der Oberflächenlage (Fig. 11 *a'*) ausserordentlich charakteristisch, und diese erklären das Bild des Wirbelkörpers bei der Betrachtung von der Seite und die parallelen, zarten, durchschimmernden Streifen.

Ausser einem an seinem Ende getheilten langen, dorsalen Strahl, dessen Theilung durchaus als eine secundäre Erscheinung anzusehen ist, und einem ventralen, kürzeren, welche beide wie bei *Raja oxyrhynchus* zwischen die seitlich verschmolzenen Bogenbasen bis an die Oberfläche reichen, finden sich zwei mächtige Seitenstrahlen, welche an der Oberfläche auf der einen Seite zwei, auf der anderen drei Nebenzacken tragen. Die Vertiefungen zwischen diesen sind die seitlich durchschimmernden, dunklen Streifen des Wirbelkörpers. Die Strahlen sind alle als Ausdruck der concentrischen Anordnung der Elemente deutlich geschichtet und die Oberflächenverkalkungen seitlich und ganz besonders auf der einen Seite zusammenhängend. Das starke Vorragen und die Theilung der seitlichen Strahlen findet von *Raja clavata* bis *eglanteria* allmählig statt.

Bei den *Rajae microrhynchi* habe ich auch Gelegenheit gehabt, die Placoidschuppen zu untersuchen und haben mir zu diesem Zweck *Raja clavata* und *atra* zur Verfügung gestanden. Die Basalplatte ist bei *atra* vierzackig und der Schuppenstachel der Schuppen der Bauchfläche besitzt die einfache Myrthenblattform und ist steil erhaben (Fig. 12 u. 13). Anders gestaltet sich dagegen das Aussehen der Basalplatte bei *clavata* und ist auf die Form derselben bei fossilen *Rajae*, namentlich auch bei *Asterodermus* wohl zu achten. Die primäre Form der Placoidschuppen, myrthenblattformiger Stachel und vierseitige Basalplatte (Fig. 15), ist am Besten an der Bauchfläche gewahrt, allein an der Basis des vorderen Stachels der Platte machen sich bereits Nebenzacken geltend, und diese kommen bei den Rückenstacheln (Fig. 14) auch an dem hinteren zur Geltung, so dass die Basalplatte hier ausgeprägt die Form eines grossen Sternes hat. Dabei ist auch der Schuppenstachel in seiner Form verändert (Fig. 14) und zeigt sich an seiner hinteren Spitze lanzettartig verbreitert, während er dagegen vorne an dem Knie zu beiden Seiten Wülste zeigt. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass die Gestalt des Sternes bei den verschiedenen *Rajae* verschieden ist und somit ein wichtiges, paläontologisches Unterscheidungsmerkmal der Gattungen abgeben kann.

Fossile *Rajae microrhynchi* kenne ich nur aus dem Crag von Antwerpen, welche dem brüsseler Museum angehören, und aus der Molasse von Baltringen. Diese letzteren, welche zur Sammlung Probst gehören, besitzen eine ganz ausserordentliche Grösse. Da nun von Probst ein mächtiger Rajazahn beschrieben und der Träger als *Raja grandis* bezeichnet worden ist, so glaube ich, dass Zahn und Wirbel zusammengehören, und dass die Thiere eine Mittelform zwischen *Raja clavata* und *eglan-*

teria darstellten. Jedenfalls waren sie zu den *Rajae microrhynchi* zu rechnen. Die wenig gut erhaltenen Baltringer Wirbel sind, wie sich aus der querovalen, viereckigen Gestalt der Höhlung ergibt, Rumpfwirbel und zeichnen sich durch einen ungetheilten, dorsalen und ventralen Strahl, sowie durch in drei Nebenstrahlen zerfallene, mächtige Seitenstrahlen aus. Von Oberflächenverkalkungen ist keine Spur mehr vorhanden, und das ist nicht überraschend, da sie ja gleichen Bedingungen, wie die Wirbel der *Rajae macrorhynchi* aus demselben Fundorte ausgesetzt gewesen sind. Der Erhaltungszustand bringt es mit sich, dass ich von einer bildlichen Darstellung abgesehen habe. Die allgemeinen Verhältnisse ergeben sich ja auch aus den dem Crag angehörigen Wirbeln, deren Träger *Raja eglantera* näher standen, wenn sie auch eine niedrigere Stufe einnahmen.

Die Wirbelhöhlung ist etwas höher als breit (Fig. 16), mit schwach ausgeprägter Randfläche und deutlichen Schichtungsstreifen im Inneren. Die Umgrenzung ist ausserdem ein wenig eckig, so dass die Ansatzkanten der Bogen, wenn auch undeutlich, zu Tage treten. Höhe und Länge der Wirbelkörper (Fig. 17) sind gleich. Die Ränder sind nur wenig aufgeworfen. Bei Betrachtung von der Seite (Fig. 17) oder von der dorsalen (Fig. 18) oder ventralen Fläche (Fig. 19) ergibt sich ferner ein Bild, wie das der Wirbel aus der Kreide, nur ist der Verkalkungsmantel der Oberfläche weniger stark und durch breitere Spalten von dem centralen, eigentlichen Wirbelkörper getrennt (Fig. 18, 19). Der eigentliche Wirbelkörper zeigt dabei nicht eine gleichmässige Seitenfläche, wie bei den Kreidewirbeln, sondern Vertiefungen. Der Querschnitt (Fig. 20) klärt vollends den Bau. Die Oberflächenverkalkungen (Fig. 20 *b*) sind theilweise abgebröckelt und demnach auf beiden Seiten ungleich, jedoch nicht in Plättchen zerfallen, sondern gleichmässig zusammenhängend. Die um den centralen Doppelkegel (Fig. 20 *d*) befindliche Aussenzone zeigt einen längeren, aber ungetheilten, dorsalen Strahl und einen kürzeren, ebenfalls ungetheilten, ventralen (Fig. 20). Am mächtigsten sind die secundären Seitenstrahlen entwickelt und zeigen (Fig. 20) zwei Nebenzacken. Auf deren Vorragen beruhen die Vertiefungen, welche wir bei der Betrachtung des Gesamtwirbels im Inneren desselben, an dem centralen Kerne, auftreten sahen.

Achtes Capitel.

Taf. XXIII.

T o r p e d o .

Abgesehen von *Torpedo marmorata*, verdanke ich die Möglichkeit, Zitterrochen zu untersuchen, meinem verehrten Collegen Dr. Lütken, welcher mir mit ausgezeichnete und dankenswerther, freundschaftlicher Bereitwilligkeit ein Schwanzwirbelstück von *Narcine brasiliensis* und *Astrape dipterygia* zur Verfügung stellte. Dadurch wurde ich nicht allein in den Stand gesetzt die Stammesgeschichte von *Torpedo* vollkommen aufzuklären, sondern auch eine Anzahl fossiler Wirbel, welche mir in Folge bestimmter, auffallender Eigenthümlichkeiten lange ein wahres Räthsel waren, ihrer Natur nach zu bestimmen.

Das Vorhandensein sogenannter pseudoelektrischer Organe bei den Rajae, welche, abgesehen von einer Anzahl älterer, hervorragender Forscher, besonders M. Schultze¹⁾ auch in mikroskopischer Beziehung untersucht hat, muss von vorne herein auf einen stammesgeschichtlichen Zusammenhang zwischen diesen Thieren und den eigentlichen elektrischen Rochen hinweisen und der Untersuchung eine bestimmte Richtung geben.

Der aus dem ganzen Verhalten der Rajae und Torpedines sich aufdringende Gedanke eines nahen verwandtschaftlichen Zusammenhanges wird zwingende Wahrheit in dem Augenblicke, wo man den ersten Querschnitt durch einen Wirbel von *Astrape* oder von einem jungen *Torpedo* legt, und wenn derselbe auch zeigt, dass die Zitterrochen nicht von den bisher genauer untersuchten, lebenden Rajae abstammen, sondern sich in weit zurückliegenden Erdperioden von fossilen Thieren abgezweigt haben, ein Schluss, welcher durch die Thatsache gestützt wird, dass die pseudoelektrischen Organe der Rajae wesentlich am Schwanze, bei den lebenden Torpedines dagegen am Rumpfe auftreten, so zeigt sich doch in unzweifelhafter Weise, dass dieselben von kurzschnauzigen Rochen herkommen. Damit steht der Umstand in Einklang, dass eine Rostralvorrangung bei den Torpedines fehlt, damit stimmt ferner das hohe Alter der Zitterrochen, welches ich selbst bezüglich der jüngsten Formen bis in die Kreide zurück verfolgen konnte. Ungeheure Zeiträume müssen verflossen sein, bis das elektrische Organ von seinen ersten Anfängen sich zu dem entwickeln konnte, was es jetzt ist. Rochen wie *Raja clavata*, *miraletus* und *eglanteria* müssen die Stammformen der ältesten Zitterrochen gebildet haben, das zeigt, wie gesagt, namentlich der Aufbau der Wirbelsäule. Da nun aber diese wieder von den Rajae *macro-rhynchi* stammen, da wir ferner wissen, dass auch bei diesen pseudoelektrische Organe vorkommen,

1) Zur Kenntniss des den elektrischen Organen verwandten Schwanzorganes bei *Raja clavata*. Müller's Archiv 1858.

so eröffnet sich hier ein neues Feld der Forschung, eine begründete Aussicht, die Entstehung, die allmähliche Hervorzüchtung dieses sonderbaren Organes kennen zu lernen. Es ist nichts weniger als unwahrscheinlich, dass bei den lebenden *Rajae macrorhynchi* niedrigere Formen der pseudoelektrischen Organe vorkommen als bei den *microrhynchi*. Daraus erklären sich dann vielleicht auch die Widersprüche zwischen den verschiedenen Forschern, welche M. Schultze beklagt. Da die Forscher ohne Rücksicht auf die bestehenden, bis dahin unbekannt, stammesgeschichtlichen Verhältnisse bald diese, bald jene *Raja* bezüglich der pseudoelektrischen Organe untersuchten, in der stillschweigenden Voraussetzung, dass dieselben bei sämtlichen Rochen die gleichen Formen haben, so sind Widersprüche erklärlich. Von morphologischen Gesichtspunkten aus geurtheilt ist es durchaus wahrscheinlich, da man nicht annehmen darf, dass Forscher, wie Ecker, Leydig, Kölliker und Remak sich in der Deutung der ihnen vorliegenden Bilder täuschten, dass die pseudoelektrischen Organe z. B. bei *Raja oxyrinchus*, einem langschnauzigen Rochen, einen einfacheren Bau besitzen, als bei *Raja clavata*, welche ja den *Rajae microrhynchi* angehört. Auf den engen Zusammenhang zwischen *Rajae* und *Torpedines* weist auch die frühzeitig in der Entwicklung entstehende Seitenfalte hin, durch welche, wie Günther in der Diagnose ausdrücklich hervorhebt, beide Thierformen ausgezeichnet sind.

Astrape dipterygia.

Dieses Thier ist die älteste von mir untersuchte Form.

Die Wirbelhöhlung (Fig. 1) erscheint an dem Schwanze in Gestalt eines stehenden Ovals, wird dagegen, wie sich aus der Betrachtung fossiler Wirbel und aus den Verhältnissen bei *Torpedo* ergibt, an dem Rumpfe unzweifelhaft queroval sein. Die Durchbohrung der Chorda liegt central. Die Umgrenzung ist scharfrandig, allein der Rand ist übergebogen, ohne dass sich eine eigentliche Randfläche abgrenzt. Die Höhe der Wirbel übertrifft am Schwanze selbstverständlich die Länge, während sich am Rumpfe der Unterschied ausgleichen wird. Die Wirbelränder sind nur wenig vortretend (Fig. 2), und das Feld zwischen ihnen ist von denselben plättchenförmigen Oberflächenverkalkungen bedeckt, welche die sämtlichen Bogenstücke bekleiden. Die Bogen greifen breit (Fig. 2) um die Seitenfläche der Wirbelkörper herum, und das Zwischenwirbelgewebe ist wiederum sehr schmal. Diplospondylie habe ich am Schwanze nicht mit Sicherheit nachweisen können. Ich glaube, sie fehlt.

Das Verhalten der Bogenstücke zeigt auf das Deutlichste, dass *Astrape* eine später in der Erdgeschichte auftretende, jüngere, abgeleitete Form darstellt, da sowohl die Schlussstücke, als die *intercalaria haemalia* (Fig. 2) vollkommen fehlen. Die *Neurapophysen* (Fig. 2 *n*) sind durch ziemlich breite Zwischenräume getrennte, lange, mehr keulenartig gestaltete Platten, und zwischen ihnen (Fig. 2 *in*) schieben sich, den Rückenmarkscanal dorsal schliessend, ähnlich gestaltete, nach hinten abgebogene Schaltstücke ein. Auch die *Haemapophysen* (Fig. 2 *h*) zeigen eine keulenförmige Gestalt, schliessen jedoch an ihrem Ende nicht dicht zusammen und sind auch nur wenig nach hinten übergeneigt. Nur in der Nähe der Wirbelkörper sind sie durch schmale Zwischenräume getrennt.

Das Querschnittsbild (Fig. 3) ist ausserordentlich lehrreich und bietet fast genau dieselben Verhältnisse, wie bei einer jungen *Torpedo marmorata* (Fig. 10) dar, gewiss ein stammesgeschichtlich wichtiger Fingerzeig. Zu gleicher Zeit fällt die Aehnlichkeit mit dem Querschnitt der Wirbel der *Rajae microrhynchi* auch bezüglich des geweblichen Aufbaues in die Augen und liefert die wichtigste Stütze für die Annahme des verwandtschaftlichen Zusammenhanges dieser *Rajae* mit den *Torpedines* einer-

seits, andererseits für meine Auffassung der Astrape als der ältesten Form unter den von mir untersuchten Zitterrochen.

Die mässig entwickelte Innenzone (Fig. 3 *i*), welche oberflächlich in dünner Lage verkalkt, zeigt gegenüber den jüngeren Rajae einen Fortschritt insofern, als die Zellelemente, wenn auch an die ursprüngliche Form mit den langen Ausläufern erinnernd, sich dennoch bereits der runden Form nähern. Sie haben ihre Fortsätze fast vollkommen verloren und sind dem entsprechend eingekapselt. Wir haben es also mit einem gewöhnlichen Hyalinknorpel zu thun. Einen Unterschied in den Verhältnissen des centralen Doppelkegels gegenüber *Raja eglanteria* vermag ich nicht zu entdecken (Fig. 3 *d*).

Die so überaus mächtige Aussenzone besteht auch hier aus einer weniger entwickelten Innenlage (Fig. 3 *a*), welche aus gemischtem Knorpel mit runden Einzelzellen in concentrischer Anordnung zusammengesetzt ist und aus einer strahlige Verkalkungen zeigenden Aussenlage (Fig. 3 *a'*). Die Strahlen sind wiederum aus gemischtem Knorpel aufgebaut, allein die Zellelemente liegen nicht einzeln, sondern in Gruppen, behalten aber in grossen Abschnitten eine concentrische Anordnung um die Chorda, während in der zwischenliegenden, unverkalkten Knorpelmasse eine besondere Gruppierung nicht nachweisbar erscheint. Von einer *elastica externa* ist Nichts zu sehen. Es unterliegt aber keinem Zweifel, dass die Bogen nicht allein seitlich (Fig. 3 *b*), sondern auch ventral zur Vereinigung kommen, und das bedingt einen weiteren Fortschritt gegenüber den Rajae. Dorsal bleiben dieselben durch den Kalkstrahl getrennt, welcher ja auch bei den Rajae der längste ist und am tiefsten zwischen die Bogenbasen einragt. Zweifeln möchte ich auch daran nicht, dass die Kalkstrahlen bei Astrape in derselben Weise wie bei den Embryonen von *Torpedo* entstanden sind, und somit kann ich die sich daran knüpfenden Betrachtungen auf einen späteren Zeitpunkt verschieben. Die seitlichen Strahlen sind wie auch der ventrale am Ende verdickt und fast von gleicher Grösse, jedoch übertreffen die seitlichen um ein Weniges den ventralen. Der dorsale Strahl (Fig. 3) endet spitz abgerundet, jedoch wird wohl die Form je nach der Körperregion etwas verschieden sein. Die an der ganzen Oberfläche von Kalkplättchen bedeckten Bogentheile bestehen wie die der Körper aus Hyalinknorpel.

Astrape ist mir fossil nur aus der oberen Kreide von Maestricht bekannt. Es handelt sich um einen Wirbel, und gehört derselbe unzweifelhaft dem Rumpfe an. Er bietet für die Bestimmung fossiler Wirbel mancherlei Wichtiges dar. Der Theil des Wirbelkörpers, welcher von den Bogen umfasst wird, wölbt sich (Fig. 4) kräftig zwischen den Wirbelhöhlungen vor und zeigt den Bogenbasen und den Zwischenräumen zwischen den Kalkstrahlen entsprechend vier Vertiefungen. Dieses Vorwölben ist ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal des Zitterrochenwirbels gegenüber den Wirbeln sämtlicher übrigen Elasmobranchi tectospondyli. Die Wirbelhöhle ist im grossen Ganzen queroval mit centraler Oeffnung, mehrfachen Schichtungsstreifen und schwach abgelenktem Rande. Den breiten Bogenbasen entsprechend (Fig. 3) finden sich am Rande vier leichte Einziehungen.

Bei Betrachtung von der Seite sieht man wenig vorspringende Wirbelränder und zwischen ihnen die stark vorspringende Oberfläche, welche vollkommen glatt und fast die ganze Seite einnehmend nur dorsal und ventral eine Vertiefung aufweist, welche ich bereits erwähnte, und welche den unverkalkten Knorpelmassen zwischen den Strahlen entsprechend als Lücken und Vertiefungen sich zeigen müssen, weil sich der einfache Hyalinknorpel fossil nicht erhält. Wäre die starke Vorwölbung nicht, man könnte an *Carchariden*wirbel denken. Ein mittlerer Querschnitt (Fig. 5) klärt jedoch die Natur und die Zugehörigkeit des Wirbels augenblicklich und zeigt auch in der geweblichen Zusammensetzung keinen Unterschied von der lebenden Astrape. Der geringe Unterschied (Fig. 5) besteht darin,

dass der dorsale Strahl keilförmig, mit gegen die Mitte gerichteter Schneide ist, und dass ferner die concentrischen Streifen deutlicher hervortreten, als bei *Astrape dipterygia*. Das kann aber bei der Grösse des Wirbels und bei dem grösseren Alter des Trägers nicht Wunder nehmen.

Torpedo marmorata.

Von den gewöhnlichen Zitterrochen habe ich nicht allein Schwanz- sondern auch Rumpfwirbel und zwar sowohl von einem erwachsenen, als von einem 9 Cm. langen Thiere untersucht. Da nun zugleich, namentlich durch Götte¹⁾, die Entwicklung der Wirbelsäule in späteren Stadien eingehend verfolgt wurde, so besitzen wir über alle Punkte, welche stammesgeschichtlich von Interesse sein könnten, die beste Aufklärung.

Die Schwanzwirbel zeigen eine Form, (Fig. 6), welche nur wenig von der kreisförmigen abweicht. Immerhin lässt sich das stehende Oval nicht verkennen, wenn es auch nicht so ausgeprägt ist, wie bei *Astrape*. Dagegen ist die Höhlung, und das ist sehr charakteristisch, an den Rumpfwirbeln ein ausgeprägtes Queroval (Fig. 7), besser gesagt ein Rechteck mit dorsaler und ventraler langer und seitlicher, kurzer Seite. An dem Schwanze ist der Wirbelhöhlenrand (Fig. 6) leicht abgebogen, am Rumpfe (Fig. 7) zeigt sich dagegen eine ausgeprägte Randfläche, wie hier auch mehrere Schichtungsstreifen zu Tage treten, welche an den Schwanzwirbeln fehlen. Die Durchbohrung der Rückensaite liegt central.

Das Verhältniss der Wirbelkörperhöhe zur Länge ist am Schwanze ungefähr wie 2:3, am Rumpfe dagegen mindestens wie 1:2. Die Wirbelränder (Fig. 8 u. 9) erscheinen an beiden Körperabschnitten kaum aufgeworfen, am Rumpfe aber etwas mehr, als am Schwanze. Das Zwischenwirbelgewebe ist, wie gewöhnlich, ausserordentlich schmal.

Die Vereinigung der Bogen seitlich an dem Wirbelkörper, die Neurapophysen sowohl, wie ein Theil der Haemapophysen zeigen an dem Schwanze (Fig. 8) keine Oberflächenverkalkungen, jedoch ist wohl anzunehmen, dass diese auch hier mit dem zunehmenden Alter auftreten. An dem Rumpfe sind die Plättchen (Fig. 9) überall stark entwickelt und verdecken den Wirbelkörper fast ganz, bis auf ein geringes Stück, welches der Mitte des Zwischenwirbelraumes entspricht. An dem Schwanze scheinen deswegen die eigentlichen Wirbelkörpertheile in voller Ausdehnung durch, und sieht man in der Mitte derselben (Fig. 8) einen breiten, dunklen Streifen, als Ausdruck einer mittleren Vertiefung. An einzelnen Wirbeln fehlt derselbe.

Die Neurapophysen des Schwanzes (Fig. 8 *n*) sind niedrig, dreieckig, mit nach oben gekehrter Spitze. Die intercalaria (Fig. 8 *m*) keilen sich regelmässig ein, sind jedoch nur unvollkommen von einander geschieden. Sie verschmelzen mit einander und das ist ein Zeichen weiteren Fortschreitens in der Organisation. Am Rumpfe (Fig. 9) ist diese Erscheinung vollendet, denn dort sind nicht allein die intercalaria, sondern mit ihnen auch die Neurapophysen zu einer zusammenhängenden Masse verschmolzen. Schlussstücke fehlen, wie bei *Astrape*. Die Haemapophysen (Fig. 8 *h*) sind hohe, rhomboidale Platten und zwischen ihnen keilen sich, ein Zeichen, dass *Torpedo* nicht direkt von *Astrape dipterygia* abstammt, am Schwanze kleine, dreieckige Schaltknorpel (Fig. 8 *m'*) ein, welche jedoch am Rumpfe vollkommen fehlen. Die Haemapophysen schliessen dicht zusammen und sind am Rumpfe nach hinten abgebogene, stachelartig endende Platten, welche (Fig. 11 *h*) ganz seitlich dem Wirbelkörper ansitzen.

1) l. c.

Die Wirbel sowohl erwachsener, wie junger Thiere zeigen am Rumpfe und am Schwanze denselben Bau, so dass ich mich bei einem jungen Thiere mit der Schilderung der Verhältnisse eines Schwanzwirbelquerschnittes, bei Erwachsenen mit der eines Querschnittes aus der Rumpfgegend (Fig. 10 u. 11) begnügen kann.

Die Innezone (Fig. 10, 11 *i*) sowohl, wie der centrale Doppelkegel (Fig. 10, 11 *d*), bieten gegenüber Astrape nichts besonders Merkwürdiges, wie sich auch der funiculus chordae ganz gleich verhält. Nur der Bau der Aussenzone ist erwähnenswerth. Bei den von mir untersuchten Thieren war von der *elastica externa* Nichts mehr nachzuweisen, allein aus den Abbildungen Götte's¹⁾ ergibt sich auf das Deutlichste, was auch die Betrachtung eines Querschnittes (Fig. 11) lehrt, dass an dem Rumpfe die Bogenvereinigung an dem Wirbelkörper nur seitlich, nicht dagegen dorsal und ventral zu Stande kommt. Dagegen sehen wir an dem Schwanze, und das bedingt abermals einen Fortschritt gegenüber Astrape, dass schon bei jungen Thieren von 9 Ctm. Länge (Fig. 11) die Vereinigung rings um den Körper vorhanden ist.

An der Aussenzone, welche wie die übrigen Lagen des Wirbelkörpers dieselbe Zusammensetzung wie bei Astrape zeigt, ist die Innenschicht (Fig. 11 *a*) kaum von der Aussenlage (Fig. 11 *a'*) gesondert. Sie ist ausserordentlich dünn. Die Elemente sind concentrisch angeordnet, allein die Zellen liegen oft in Gruppen beisammen. Die Aussenschicht ist dagegen mächtig entwickelt und zeigt Kalkstrahlen, welche bei jungen Thieren sowohl am Schwanze, wie am Rumpfe einfach angeordnet sind und einfache Formen besitzen, welche im Wesentlichen mit denen bei Astrape übereinstimmen, im Alter jedoch (Fig. 11 *a'*) Complicationen darbieten. Ursprünglich handelt es sich um vier einfache, dicke Fortsätze, von denen der ventrale (Fig. 11) der schwächste ist, dann theilt sich aber der dorsale und ventrale Strahl vollkommen (Fig. 11) gabelig, und die Seitenstrahlen zeigen an ihrem Ende oftmals einen Einschnitt. Von diesem rührt der dunkle Streifen her, welchen man bei Betrachtung des Wirbels von der Seite durch die Bogenvereinigung durchschimmern sieht. Isolirt man einen solchen Wirbelkörper, so sieht man, wie bei den fossilen Torpedowirbeln, seitlich zwischen den Wirbelrändern mindestens drei Vertiefungen, welche in ziemlich gleichen Abständen liegen und bei dem Schrumpfen der eingelagerten, unverkalkten Knorpelmassen immer deutlicher zum Vorschein kommen. Die Strahlen zeigen im erwachsenen Alter (Fig. 11) ausgeprägte Schichtung und sind namentlich dorsal und ventral wellig begrenzt und an den Enden kolbig verdickt. Die Bogen sind überall hyalinknorpelig und zeigen am Rumpfe nicht allein starke Oberflächenverkalkungen, sondern die Verkalkung kann (Fig. 11) an einzelnen Stellen ganz durchgehen. Auch finden wie bei den Stechrochen Verwachsungen mit den Strahlen statt.

Wie von Götte nachgewiesen worden ist, erfolgt die Strahlenbildung, wenigstens was den dorsalen und ventralen Strahl betrifft, in der Aussenzone nicht wie bei *Raja clavata* getrennt, sondern stets im Zusammenhange mit der um den centralen Doppelkegel gelegenen und verkalkenden, dünnen Innenlage der Aussenzone. Sie schiessen von dieser aus, jedoch sind dieselben in der Entwicklung voran, und das ist wichtig, weil wir gesehen haben, dass bei den Rajae die seitlichen Strahlen so wie bei den Zitterrochen entstehen. Demnach zeigt *Torpedo* gegenüber den Rajae einen Fortschritt insofern, als sich zu den in gleicher Weise entstehenden Seitenstrahlen zwei senkrechte Strahlen, ein dorsaler und ventraler, auf gleiche Art entstanden, gesellen. Diese sind somit den senkrechten der Rajae nicht homolog, sondern nur analog. Die selbständige Bildung des dorsalen und ventralen Strahles bei

1) l. c. Taf. XXXIII, Fig. 59, 60.

den Rajae ist bei den Torpedines unterdrückt, oder, wie aus der Götteschen Fig. 59, Taf. XXXIII hervorgehen scheint, dorsal nur mehr in Ueberbleibseln vorhanden. Ich glaube, man kann nicht genug die Aufmerksamkeit auf diese interessanten Beobachtungen lenken, welche, wenn sie, was wir annehmen müssen, richtig sind, auf das Klarste beweisen, dass meine Annahme vollkommen zutreffend ist, dass die Torpedines von den Rajae microrhynchi abzuleiten sind.

Fossile Torpedines sind aus der tertiären Epoche vom Monte Bolca und vom Libanon wohl beobachtet worden, ob dieselben aber Torpedo, oder einer anderen Gattung angehören, darüber ist meines Wissens Nichts bekannt und das bleibt noch näher festzustellen.

Ich kenne drei fossile Gattungen, von denen ich zwei in dem brüsseler Materiale, eine unter den Wirbeln der Sammlung Probst gefunden habe. Erstere entstammen dem Crag von Antwerpen, letzterer gehört der Molasse von Baltringen an. Nur die ersteren habe ich abgebildet (Fig. 12—18). Der Wirbel von Baltringen stimmt im Wesentlichen mit den anderen überein, zeichnet sich aber dadurch aus, dass er wie die fossilen Wirbel von Astrape stark zwischen den Wirbelhöhlen vorquellende, Strahlenmassen besitzt, deren Anordnung und Vertheilung im Uebrigen durchaus für die Zugehörigkeit zu Torpedo spricht.

Die Höhlung der Wirbel aus dem Crag, welche entschieden Schwanzwirbel sind, ist verschieden geformt, und darauf gründet sich neben dem Verhalten des inneren Baues die Unterscheidung jener Gattungen. Bei dem einen ist sie annäherungsweise rundlich (Fig. 15), bei dem anderen ein stehendes Oval (Fig. 12). Bei dem einen (Fig. 15) sind die Schichtungstreifen sparsamer, bei fast gleicher Grösse, bei dem anderen zahlreicher (Fig. 12). Die Umgrenzung der Höhlung ist dabei nicht eben, sondern polygonal, ventral breiter, als dorsal, und namentlich dorsal zeigen sich deutlich die Ansatzstellen der Bogen. Der eine Wirbel zeigt sich bei Betrachtung von beiden Seiten verschieden (Fig. 16 u. 17). Auf der einen Seite sind wie bei Torpedo marmorata drei ziemlich gleich grosse Vertiefungen, jedoch ist die in der Mitte schmaler (Fig. 16), auf der anderen Seite erscheint dagegen die mittlere Vertiefung mehrfach getheilt (Fig. 17). Die Wirbelränder sind leicht aufgeworfen. Der Querschnitt belehrt uns über die Ursachen. Von der verkalkten Innenzone, dem centralen Doppelkegel, sowie der dünnen Innenschicht der Aussenzone ist Nichts zu melden. Das Verhältniss ist ganz wie bei Torpedo, dagegen erscheinen die Strahlen anders und primärer wie bei Torpedo marmorata. Nur der ventrale Strahl ist getheilt, sowie der Seitenstrahl (Fig. 11). Der obere ist an seinem Ende kolbig verdickt und einfach. Im Uebrigen zeigen sie dieselbe Zusammensetzung, wie bei den lebenden Zitterrochen.

Der zweite Wirbel aus dem Crag zeigt bei seitlicher Betrachtung den Unterschied (Fig. 13), dass sich an der Seitenfläche ein grosser Rest der Oberflächenverkalkung der Bogenvereinigung zeigt. Sonst lassen sich recht wohl drei Vertiefungen unterscheiden, von denen jedoch die mittlere in drei zerfallen ist. Dasselbe Verhalten zeigt auf der einen Seite auch der Wirbel aus der Molasse von Baltringen, welcher auch sonst in seiner Wirbelhöhle mehr Aehnlichkeit mit diesem zweiten Cragwirbel, als mit dem ersten besitzt. Der mittlere Querschnitt (Fig. 18) zeigt wieder das Bild des Torpedowirbels. Auch hier ist der eine senkrechte Strahl gabelig getheilt, der andere dagegen nicht, auch nicht kolbig verdickt, sondern im Gegentheil, und das begründet einen Unterschied, etwas eingezogen und mit seinen Rändern sind Oberflächenverkalkungen verwachsen. Die Seitenstrahlen zeigen untergeordnete Erhebungen und zwar drei. Die ausgedehnten Oberflächenverkalkungen (Fig. 13 u. 18) haften an dem gabelig getheilten Strahl. Solche Wirbel werden vorkommenden Falles kaum zu erkennen sein, und näheres Forschen wird gewiss solche noch vielfach zu Tage fördern.

Narcine brasiliensis.

Wie ich bereits hervorgehoben habe, ist *Narcine* als die jüngste Form der von mir untersuchten Zitterrochen anzusehen, und darauf weist unter Anderem auch das Verhalten der Zähne hin, welche nach der Beschreibung von Günther flach erscheinen, während dieselben bei *Astrape* sowohl, wie bei *Torpedo* zugespitzt sind. Die primäre Gestalt der Zähne der Elasmobranchier ist, da dieselben ja nach den Untersuchungen von Hertwig lediglich Placoidschuppen der integumentalen Mundhöhle sind, die spitze. Dabei will ich es dahin gestellt sein lassen, ob *Torpedo* oder *Astrape* der *Narcine* näher steht. Das Material, welches mir zu Gebote stand, giebt darüber nicht genügende Auskunft, und müssen zur Entscheidung der Frage jedenfalls auch noch die anderen lebenden Gattungen untersucht werden, sowie auch die bezüglichen paläontologischen Forschungen noch eine viel weitere Ausdehnung bekommen müssen.

Die Wirbelhöhle (Fig. 19) erscheint im Wesentlichen kreisrund, mit schwachen Andeutungen eckiger Bildung, welche den breit aufsitzenden Bogenbasen entspricht. Die Chordadurchbohrung ist central, von Streifungen ist Nichts zu bemerken. Dagegen findet sich eine schmale Randfläche.

Betrachtet man ein Stück der Schwanzwirbelsäule von der Seite (Fig. 20), so erinnert das Bild am meisten an *Astrape*, weniger an *Torpedo*. Die Wirbelkörper erscheinen lang. Isolirt man dieselben, so übertrifft die Höhe die Länge um das Doppelte. Die Täuschung wird wiederum durch die herumgreifenden Bogen hervorgerufen. Die Wirbelränder sind mässig aufgeworfen, und die zwischenliegende Oberfläche ist wie bei *Astrape* von den Verkalkungen der vereinigten Bogenbasen bedeckt. An dem getrennten Wirbelkörper sieht man die zwischen den Rändern gelegene Wirbelfläche vorgewulstet, und zu gleicher Zeit treten in regelmässiger Weise Vertiefungen auf, deren charakteristisches Bild ich bei dem tertiären Wirbel, welcher die gleiche Anordnung wie bei der lebenden *Narcine* zeigt, schildern werde. Für die Bestimmung fossiler Wirbel ist, wie wir sehen werden, auch hier die Vorwulstung von erheblicher Wichtigkeit. Es ist nicht unwahrscheinlich, dass dieselbe mit dem Alter und somit mit der Grösse der Thiere mehr und mehr zunimmt, dagegen bei jungen Exemplaren nicht nachweisbar ist. In solchem Falle wird der Wirbelkörper zwischen den Höhlungen eingesunken sein. Es entspricht das vollkommen der allmählichen Entwicklung des inneren Strahlensystems gegen die Oberfläche des Wirbelkörpers.

Die Neurapophysen (Fig. 20 *n*) sind niedrige, dreieckige Knorpel, und zwischen ihnen keilen sich lange, unregelmässige, durch ziemlich weite, durch mit Bindegewebe gefüllte Zwischenräume getrennte Schaltstücke (Fig. 20 *m*) ein. Dieselben sind an ihrem Ende in ähnlicher Form, wie bei *Astrape* kolbig verdickt. Von Schlusstücken ist keine Spur vorhanden. Die Haemapophysen (Fig. 20 *h*) sind im Ganzen vierseitige, dicht schliessende Platten, welche ebenfalls ungleiche Länge zeigen können. Schaltstücke fehlen ihnen vollkommen, ein sicheres Zeichen des jüngeren Alters dieser Thiere.

Auf dem Querschnitt (Fig. 21) zeigt sich, dass die Bogen nur seitlich um den Wirbelkörper herumgreifen (Fig. 21 *b*), dorsal und ventral dagegen getrennt sind. Dafür tritt aber im Gegensatz zu den übrigen Zitterrochen, und ich halte das für ein Zeichen, dass *Narcine* jünger ist, als die beiden anderen Gattungen, eine reichliche Gefässentwicklung zwischen den Bogen und dem Wirbelkörperantheil des Wirbels auf und bewirkt, dass eine Isolation des Körpers und der Bogen mit grosser Leichtigkeit und reinlich bewerkstelligt werden kann, und dass das Wachsthum der beiden wichtigsten Bestandtheile in gleichmässiger Weise vor sich geht. Somit werden im Laufe der Altersentwicklung keine grossen Formveränderungen der Wirbel möglich sein.

Der funiculus chordae sowohl, wie die Innenzone (Fig. 21 *i*) verkalken, und auch das ist ein Zeichen des Fortschrittes gegenüber den übrigen Torpedines. Der centrale Doppelkegel (Fig. 21 *d*) ist in der Mitte etwas stärker entwickelt, wie bei den übrigen Zitterrochen, dagegen ist die Innenlage der Aussenzone auch bei diesem Thiere ganz ausserordentlich dünn und zeichnet sich dadurch aus, dass in ihr ausgedehnte Reste (Fig. 21 *a*) von unverkalktem Hyalinknorpel eingesprengt sind, ein paläontologisch nicht unwichtiges Merkmal.

Die Aussenschicht (Fig. 21 *a'*) zeigt in ihren verkalkten Abschnitten eine zierliche Strahlenfigur, in viel reicherer Entwicklung als bei den übrigen Torpedines, aber mit gleicher, schichtweiser Anordnung der Elemente. Uebrigens lassen sich noch sowohl die Seitenstrahlen, als der dorsale und ventrale Strahl unterscheiden. Erstere sind aber gabelig getheilt und jede Gabelzinke geht an ihrem Ende wiederum eine Zweitheilung ein. Der ventrale Strahl ist einfach gespalten, der dorsale besitzt dagegen drei Nebenfortsätze. Ein erhebliches Gewicht ist auf diese Theilung kaum zu legen, weil sich auch bei den anderen Zitterrochen zeigt, dass dieselbe mit zunehmendem Alter, vielleicht auch nach den Individuen wechselt. Die Entwicklungsgeschichte lehrt ja, dass die Zahl der Strahlen im Anfange eine auf vier beschränkte ist und erst im Laufe der Entwicklung steigt.

So kann es denn auch nicht überraschen, dass bei dem mächtigen Wirbel aus der oberen Kreide von Cibly, welcher dem brüsseler Museum entstammt, die Zahl der Strahlen so gewaltig vermehrt ist und eine solche mannigfaltige Theilung zeigt, dass es kaum möglich ist, die Zugehörigkeit zu dem einen oder dem anderen Hauptstrahle zu erkennen (Fig. 23). Die Zugehörigkeit zu *Narcine* ergibt sich aber dennoch klar und deutlich aus den allgemeinen Verhältnissen sowohl der Form, als des Baues.

Die Wirbelhöhlung ist kreisrund, flach und mit deutlich ausgeprägter Randfläche (Fig. 22), aber ohne Schichtungsstreifen. Das Auffallende des Wirbels liegt nun aber darin, dass die Wirbelfläche zwischen den Höhlungen mächtig vorgequollen ist, und zwar an der einen, wahrscheinlich der dorsalen Seite, mehr, wie an der anderen. Die Wirbel erscheinen gleichsam gebläht. Ich verfehle nicht, die Aufmerksamkeit der Paläontologen auf diesen Umstand zu lenken. Wirbel mit vorgequollenen Rändern haben sehr lange schon die Aufmerksamkeit erregt und sind vielfach als krankhafte gedeutet worden. Es wäre aber gewiss nothwendig, das Material einer gründlichen Durchsicht zu unterwerfen, und ich halte mich überzeugt, dass eine solche noch viele normale Torpedines und zwar aus verschiedenen Erdperioden an das Tageslicht ziehen wird. Dabei treten, als Ausdruck der inneren Strahlenbildung, ziemlich regelmässige Leisten, deren Zwischenräume mit Gestein gefüllt sind, im Leben also mit hyalinem Knorpel versehen waren, auf, und in den grösseren Zwischenräumen oben und unten lassen sich noch einigermaßen (Fig. 21), allein undeutlich die Grenzen der Hauptstrahlen erkennen.

Der Durchschnitt (Fig. 23) zeigt wie gesagt ein Strahlenbild und eine Vertheilung der verschiedenen Bestandtheile des Wirbelkörpers und ein gegenseitiges Verhalten, sowie einen Bau, wie ich ihn von *Narcine* beschrieben habe, so dass es überflüssig ist, darüber weitere Worte zu verlieren. Die Zugehörigkeit zu *Narcine* halte ich für vollkommen feststehend.

Der *Narcine brasiliensis* durchaus gleichstehend, und das erscheint mir bezüglich der geographischen Verbreitung der Thiere während verschiedener Erdperioden von hohem Interesse, ist der Träger eines Wirbels aus dem Eocæn von Voluwe Set. Lambert, welcher dem brüsseler Museum entnommen ist. Ich wüsste in der That Nichts, wodurch sich die Wirbel des lebenden und des fossilen Thieres unterscheiden, namentlich auch nicht bei seitlicher Betrachtung (Fig. 25). Die Wirbelhöhlung mit scharf ausgeprägter Randfläche besitzt sparsame Schichtungsstreifen und ist im Wesentlichen kreisrund, zeigt

jedoch deutlicher wie im Leben Kanten zum Ansatz, namentlich der dorsalen Bogenstücke. Seitlich betrachtet (Fig. 25) erscheint der Wirbel mit schwach aufgeworfenen Rändern und zwischen ihnen mässig vorgequollener Oberfläche. Ventral ist er wie bei vielen Rochen länger, oder breiter, als dorsal, und im Uebrigen ist das Verhältniss der Höhe zur Länge wie bei *Narcine brasiliensis*. Sehr schön und zierlich erscheinen die Vertiefungen zwischen und auf den Strahlen. Erstere sind breiter und erstrecken sich von einem Wirbelrande zum anderen, letztere sind unregelmässig getheilt, bald kleiner, bald grösser, niemals aber durchgehend. Das Bild ist nicht zu verkennen, und dennoch wird man sich zu hüten haben, dass keine Verwechslungen mit Wirbeln vorkommen, welche den Seylliolamniden angehören. Um diese zu vermeiden, müssen die allgemeinen Formverhältnisse, muss das Vorquellen der Wirbeloberfläche, muss der Breitenunterschied des Wirbels dorsal und ventral in Betracht gezogen werden.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XIII.

Allgemeine Bezeichnungen.

<i>a.</i> Innenschicht der Aussenzone.	<i>d.</i> Centraler Doppelkegel.	<i>in.</i> intercalaria neuralia.
<i>a'</i> . Aussenschicht der Aussenzone.	<i>g.</i> Grenzlage.	<i>iv.</i> Intervertebralgewebe.
<i>b.</i> Bogen.	<i>h.</i> Haemapophysen.	<i>k.</i> Verkalkungen.
<i>ch.</i> chorda.	<i>i.</i> Innenzone.	<i>n.</i> Neurapophysen.

Pristiophorus.

Fig. 1.

Seitenansicht dreier Schwanzwirbel von *Pristiophorus cirratus*.

Fig. 2.

Wirbel desselben Thieres von der Höhlung gesehen.

Fig. 3.

Längsschnitt durch ein Stück der Schwanzwirbelsäule von *Pristiophorus cirratus*.

Fig. 4.

Mittlerer, senkrechter Querschnitt durch einen Schwanzwirbel desselben Thieres.

Fig. 5.

Mittlerer, senkrechter Querschnitt durch einen Schwanzwirbel von *Pristiophorus japonicus*.

Fig. 6.

Wirbel eines Pristiophoriden aus der Molasse von Baltringen von der Wirbelhöhle gesehen.

Fig. 7.

Derselbe auf dem Querbruch.

Squatinorajae fossiles.

Fig. 1.

Seitliche Ansicht eines Rhinobatidenwirbels aus dem Pläner von Strehlen.

Fig. 2.

Derselbe auf dem senkrechten Querschnitt.

Fig. 3.

Querschnitt eines fossilen Rhinobatidenwirbels aus dem Pläner von Strehlen.

Fig. 4.

Seitliche Ansicht zweier Wirbel von *Aellopus elongata* aus dem Oberen Jura (Kehlheim).

Fig. 5.

Mittlerer Längsschnitt durch einen Wirbel von *Aellopus elongata*.

Fig. 6.

Längsbruch zweier Wirbel von *Aellopus elongata*.

DAS
NATÜRLICHE SYSTEM DER ELASMOBRANCHIER

AUF GRUNDLAGE
DES BAUES UND DER ENTWICKLUNG IHRER WIRBELSÄULE.

EINE MORPHOLOGISCHE UND PALÄONTOLOGISCHE STUDIE

VON

C. HASSE

O. Ö. PROF. DER MENSCHLICHEN UND VERGLEICHENDEN ANATOMIE AN DER UNIVERSITÄT Breslau.

UNTER MITWIRKUNG

DER HERREN ASSISTENTEN PROSECTOR DR. G. BORN, DR. H. STRASSER UND DR. PH. STÖHR.

BESONDERER THEIL.

III. LIEFERUNG

MIT XVII TAFELN.

JENA
VERLAG VON GUSTAV FISCHER
1882.

VERÖFFENTLICHT

ZUR

FEIER DES FÜNFZIGJÄHRIGEN DOCTORJUBILÄUMS

VON

J. H E N L E

AM

4. APRIL 1882.

Inhalt.

Besonderer Theil.

	Seite
Einleitung.	
Morphologie der Skelettelemente der Elasmobranchier	1
Erster Abschnitt.	
Die Holocephalen.	
Die Holocephalen	25
Zweiter Abschnitt.	
Die Notidaniden.	
Die Notidaniden	39
Dritter Abschnitt.	
Plagiostomi cyclospodyli.	
Erstes Capitel.	
Laemargus	55
Zweites Capitel.	
Seymnus	65
Drittes Capitel.	
Echinorhinus	73
Viertes Capitel.	
Spinax	76
Fünftes Capitel.	
Acanthias	82
Vierter Abschnitt.	
Plagiostomi tectospondyli.	
Erstes Capitel.	
Pristiophorus	97
Zweites Capitel.	
Squatinatoraja	104
Drittes Capitel.	
Squatina	126
Viertes Capitel.	
Trygones	137
Fünftes Capitel.	
Trygon	142

	Sechstes Capitel.	Seite
Myliobates		149
	Siebentes Capitel.	
Rajae		163
	Achtes Capitel.	
Torpedo		171

Fünfter Abschnitt.

Plagiostomi asterospondyli.

	Erstes Capitel.	
Cestracion		183
	Zweites Capitel.	
Scylliolamnidae (Otodus)		193
	Drittes Capitel.	
Lamna		214
	Viertes Capitel.	
Selache		236
	Fünftes Capitel.	
Scyllia		242
	Sechstes Capitel.	
Hemigaleus		256
	Siebentes Capitel.	
Galeus		263
	Achtes Capitel.	
Carcharias		268
	Neuntes Capitel.	
Cheiloseyllum		276
	Zehntes Capitel.	
Mustelus		279
	Nachwort	285

Fünfter Abschnitt.

Plagiostomi asterospondyli.

Erstes Capitel.

Taf. XXIV u. XXV.

C e s t r a c i o n .

Seiner Zeit habe ich sowohl über lebende, wie ausgestorbene Vertreter dieser Gruppe ausführliche Angaben gemacht¹⁾ und bereits im allgemeinen Theile dieses Werkes auf die ungemaine Wichtigkeit genauer Kenntnisse des Baues der Wirbelsäule dieser Thiere die Aufmerksamkeit gelenkt. Dennoch möchte es ebenso wie bei *Squatina* durchaus nicht überflüssig sein, noch einmal die Verhältnisse zu schildern, denn sie sind für die Stammesgeschichte der ganzen Abtheilung von Ausschlag gebender Bedeutung, ausserdem ist aber Manches in meinen früheren Darstellungen Ballast, während Manches, was nebensächlich behandelt wurde, eine ausführliche Besprechung verdient. Ueberhaupt bedarf die ganze Schilderung eines innigen Anschlusses an die in den vorangegangenen Abschnitten und Capiteln niedergelegten Anschauungen.

Bevor ich nun die Beschreibung von *Cestracion* beginne, möchte es wohl an der Zeit sein, einige allgemeine Betrachtungen über die Abtheilung der *Plagiostomi asterospondyli* und deren Stellung im Systeme voranzuschicken. Da die Thiere mit einer After- und zwei Rückenflossen versehene Haie sind, so beweisen sie ja schon dadurch ihre Zusammengehörigkeit.

Die *asterospondyli* besitzen eine scharf gegliederte Wirbelsäule und das ist eine Eigenthümlichkeit, welche sie mit den *Plagiostomi tectospondyli* theilen, und sie beweist, dass die Thiere jünger sind als die *Notidaniden* und die *Plagiostomi cyclospondyli*. Allein sie sind, trotzdem die Bogen den Wirbelkörpern vollkommen getrennt aufsitzen, jünger als die *tectospondyli*, weil bei im Wesentlichen gleichen Verhalten der Innen- und Mittelzone des verkalkten, centralen Doppelkegels, die Bildung der Aussenzone, welche den Hauptbestandtheil des Wirbelkörpers darstellt, weiter fortgeschritten ist, als bei ihnen.

Die ringförmige Verkalkung der Aussenzone ist nicht wie bei den *Pristiophoriden* und *Squatinatorajae fossiles* selbstständig, sondern wie bei den jüngeren Hairochen und den Rochen innig dem centralen Doppelkegel angeschlossen und dadurch ausgezeichnet, dass von vornherein gegen die Oberfläche emporragend aus ihr vier gegen die Mitte der Bogenbasen gerichtete Schrägstrahlen, denen sich in wechselnder Zahl, jedoch in der Regel vier gerade Strahlen hinzugesellen können, erheben.

In dieser Form der centralen Verkalkungen der Aussenzone und in der Ausdehnung derselben, wozu sich allmählig von der Oberfläche gegen die Tiefe vordringende Verkalkungen zwischen den

1) *Morphologisches Jahrbuch* Bd. I.

Bogenbasen (perichondrale oder periostale Strahlen und Keile) gesellen, liegt das besondere Merkmal der ganzen Abtheilung und sie liefert den Beweis, dass die Plagiostomi asterospondyli von Formen (Hybodonten, Strophodonten etc.) herzuleiten sind, welche in dem Aufbau ihrer Wirbelsäule überall das einfache, gleichmässige Strahlenbild zeigten, welches unter den jüngeren Grauhaien *Heptanchus* an einem Theile der Schwanzwirbelsäule darbietet. Da nun die Abtheilung durch innigere Verwandtschaftsbande an *Heptanchus*, nicht aber an die älteren und deren lebenden Vertreter *Hexanchus* geknüpft ist, so zeigt auch dieser Umstand, dass dieselbe weiter vorgeschritten und jünger ist als die der Plagiostomi cyclo- und tectospondyli.

Cestracion ist unter den jetzt lebenden asterospondyli die älteste Form, und dafür spricht, abgesehen von den paläontologischen Befunden, einmal die Thatsache, dass diese Gruppe den Flossenstachel bewahrt hat, und dass die Strahlenbildung in der Aussenzone des Wirbelkörpers am einfachsten erscheint und am Meisten Anschluss an die Verhältnisse bei *Heptanchus* darbietet. Freilich sind die Strahlen reichlicher, allein das beweist nur, dass zwischen den Aerodonten, von denen *Cestracion* der lebende Vertreter ist, und den Notidaniden eine Menge ausgestorbener Zwischenformen vorhanden waren, deren Wirbelsäule sich leicht aus der Hand der Befunde bei den übrigen asterospondyli wieder herstellen lässt.

Cestracion.

Die Möglichkeit der Untersuchung von *Cestracion* Philippi, welcher einzig und allein mein Material gebildet hat, verlanke ich meinen Collegen v. Kölliker und Günther, sowie meinem Freunde Hubrecht in Leiden. Dieselbe erstreckt sich nur auf den Schwanz. Die Wirbelsäule des hinteren Schwanzabschnittes bietet dabei ganz andere Verhältnisse, als die des vorderen, allein das kann nicht überraschen, weil wir ja vor allen bei den Holocephalen ähnliche Erscheinungen beobachtet haben.

Der Erste und meines Wissens Einzige, welcher die Wirbelsäule des *Cestracion* in etwas eingehenderer Weise berücksichtigt, ist v. Kölliker¹⁾, und beschreibt derselbe sie folgendermaassen:

„Die Wirbel zeigen wesentlich den Typus von *Heptanchus*. Der Wirbelkörper besteht aus einem hohlen Doppelkegel, der innen Faserknochen, aussen Knorpelknochen zeigt und an seiner äusseren Seite acht niedrige Kanten trägt, so dass der senkrechte Querschnitt das Bild eines Sternes giebt. An der Innenseite des Doppelkegels liegt im Centrum des Wirbels ächter 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 dann unmittelbar in den der Bogen sich fortzusetzen scheint. Die sehr deutlichen Reste der ursprünglichen elastica externa der Chordascheide zeigen jedoch bestimmt an, dass das Meiste dieses Knorpels der ursprünglichen Scheide angehört. Von diesen Resten der elastica externa will ich noch bemerken, dass dieselben hier wie bei allen anderen ausgebildeten 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 den Bogen entstammenden Knorpel, zum

1) Schriften der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft Bd. V.

Theil innen an dem vortretenden Theil der *elastica externa* und gehört somit dem chordalen Wirbelkörper an, doch ist die letztere Verkalkung schwach und ziemlich in einem Niveau mit der den Bogenheilen angehörenden.“

Die Höhlung ist an den hinteren Schwanzwirbeln kreisrund, tief, ohne klar ausgesprochene Randfläche und mit centraler Durchbohrung. An der Schwanzbasis erscheint sie dagegen oval (Fig. 2) mit grösserem Breiten- und geringerem Höhendurchmesser, und hier erscheint eine schwach ausgeprägte Randfläche. In der Mitte der Höhlung sieht man regelrecht den *funiculus chordae* zapfenartig vorragen, und die Innenzone erscheint als ein denselben umgebendes, breites, dunkles Feld (Fig. 2), ein Zeichen, dass dieselbe in weiter Ausdehnung unverkalkt ist. Es ist ein nicht unwichtiges Merkmal für die Bestimmung fossiler Wirbel, da solche, wenn sie dem *Cestracion* angehören, eine ziemlich weite, centrale Durchbohrung haben müssen. Ausserdem treten ziemlich deutlich (Fig. 2) mehrfache Schichtungstreifen auf.

Bei seitlicher Betrachtung (Fig. 1) erscheinen die hintersten Schwanzwirbel viel länger, als hoch und in der Mitte dorso-ventral eingeschnürt, jedoch rührt die Einschnürung von den gegen die Mitte vorgewölbten Bogenbasen her, welche getrennt dem Wirbelkörper aufsitzend die Höhe desselben scheinbar beeinträchtigen. Isolirt man aber den Körper, so tritt das wahre Verhältniss zu Tage. Die Wirbelränder sind ausserordentlich schwach aufgeworfen. Der Zwischenwirbelraum ist schmal. Von einer Oberflächenverkalkung ist an dem Wirbelkörper Nichts zu entdecken, derselbe schimmert aber durch das Oberflächengewebe durch. Die *Neurapophysen* sind hier ziemlich regelmässig trapezförmig gestaltet (Fig. 1 *u*), und zwischen ihnen keilen sich dreieckige *intercalaria* (Fig. 1 *in*) ein. Die Nervendurchbohrung der *Neurapophysen* liegt gewöhnlich etwas excentrisch. *Diplospondylie* liess sich nicht genau feststellen. Am hinteren Schwanzende finden sich deutliche Schlussstücke. Die *Haemapophysen* sind breite, wie die Schlussstücke (Fig. 1 *s*) nach hinten abgebogene, ziemlich dicht schliessende Platten (Fig. 1 *h*), welche den Wirbelkörpern breit aufsitzen und geschwungene Ränder zeigen. Von Schaltstücken habe ich hier keine Spur gefunden.

Anders gestaltet sich das Bild an den vorderen Schwanzwirbeln. Die Wirbelkörper (Fig. 3) erscheinen hier mehr quadratisch und sind an ihrer Oberfläche von Krümelverkalkungen bedeckt, wie bereits v. Kölliker richtig hervorgehoben hat. Durch diese sieht man aus der Tiefe zwei Leisten durchschimmern, zwischen denen sich ein mittlerer, breiterer Streifen (Fig. 3) und ein schmalerer dorsal und ventral befindet. Von vorspringenden Wirbelrändern ist Nichts zu sehen. Dieselben sind beinahe ganz scharfrandig. Der Zwischenwirbelraum ist auch hier wieder sehr schmal. Von Schlussstücken habe ich an den Rückenmarksbogen Nichts zu entdecken vermocht, dagegen findet sich das elastische Längsband, welches so vielen *Plagiostomi asterospondyli* eigenthümlich ist. Die *Neurapophysen* (Fig. 3 *n*) sind hohe, dreiseitige, excentrisch durchbohrte Platten mit abgerundeten Spitzen und breit den Wirbelkörpern aufsitzenden Basen. Die Schaltknorpel sind dagegen ausgeprägt elliptisch (Fig. 3 *in*), und ich möchte dabei bemerken, dass die dorsalen Nervenstämme gewöhnlich nicht durch dieselben, sondern im benachbarten Bindegewebe durchbrechen (Fig. 3). Wie die Blutbogen geschlossen sind, vermag ich nicht zu sagen. Dieselben sind wahrscheinlich nicht lange, vierseitige Platten, wie am hinteren Schwanzabschnitte, sondern verhältnissmässig niedrig, dreiseitig, gekrümmt und an den Rändern eingebogen. Die Spitzen sind abgestumpft, und zwischen den Basen sind kleine, elliptische Schaltstücke eingekeilt (Fig. 3 *in'*). Das ganze Verhalten der Bogen zum Wirbelkörper zeigt, dass *Cestracion* eine sehr alte Form ist und direkt von Thieren abgeleitet werden muss, welche vollkommen getrennte Bogenbasen besaßen. Es müssen aber bis zum jetzt lebenden *Cestracion* eine Menge Uebergangsglieder

existirt haben, und dafür sprechen ja vor allem die zahlreichen Zahnfunde aus dem mesozoischen Zeitalter. Der Beweis liegt in dem Verhalten der Bogenstücke, der Abwesenheit der Diplospondylie, in dem alleinigen Auftreten der Schlussstücke am hinteren Schwanztheile, in dem Fehlen der *intercalaria haemalia* an dieser Stelle.

Ein mittlerer Längsschnitt durch die hinteren Schwanzwirbel zeigt (Fig. 5), dass der *funiculus chordae* nicht allein vertebral, sondern auch intervertebral vorhanden ist, ein Beweis für die ziemlich gleichmässige Einschnürung von Seiten der Wirbelkörperanlage. In der That finden wir, dass das Zwischenwirbelgewebe in ziemlicher Tiefe vorhanden ist und nur wenig der Wirbelkörpermitte an Dicke nachsteht. Die Chorda ist somit vertebral nur wenig von der sich ausbildenden und vorwuchernden Aussenzone (Fig. 5 a) eingeschnürt, und dafür spricht auch die Flachheit des centralen Doppelkegels (Fig. 5 d). Dafür nimmt aber nachträglich die Innenzone erheblich an der Zusammenschnürung Theil (Fig. 5 i). Das ganze Verhalten, welches sich in ähnlicher Weise an der Basis des Schwanzes wiederfindet, zeigt, dass die Wirbelsäule trotz der geweblichen Sonderungen auf einem ziemlich niedrigen Standpunkte der Entwicklung steht, auf einer Stufe beharrt, wie etwa *Pristiophorus* unter den *Plagiostomi tectospondyli*, oder *Laemargus rostratus* unter den *cyclospodyli*.

Von dem Baue der Chorda sowohl, wie des *funiculus chordae* hätte ich nichts Besonderes zu melden, was nicht schon früher Gegenstand von Schilderungen gewesen wäre. Nur darauf habe ich aufmerksam zu machen, dass lediglich im Bereiche des Zwischenwirbelgewebes die *elastica interna* oder *cuticula chordae* als zusammenhängende Membran nachweisbar ist. In der Mitte des Wirbelkörpers ist dieselbe durch die Wucherung der Innenzone durchbrochen und nur mehr in Fetzen nachweisbar. Durch diese Vorwucherungen wird die Rückensaite sternförmig eingeschnürt (Fig. 4, 8, 10), eine Einschnürung, welche wohl als ein Vorstadium der Bildung eines Chordaknorpels anzusehen ist und jedenfalls darauf hindeutet, dass *Cestracion* als Vertreter der *asterospondyli* nicht zu den ältesten *Plagiostomen* zu rechnen ist.

Die Innenzone (Fig. 5 i) ist wie erwähnt in der Mitte des Wirbelkörpers am stärksten entwickelt. Sie erscheint in der Wirbelhöhlung nur als ein dünnes Lager und verliert sich allmählig in dem Zwischenwirbelgewebe. Dieselbe besteht, wie auch das Zwischenwirbelgewebe, aus einem gemischten Knorpel, in welchem jedoch die hyaline Grundsubstanz desto mehr überwiegt, je mehr man sich der Chorda und der Mitte des Wirbelkörpers nähert. Die prochondrale Zwischenzellmasse tritt hier als dünnes Alveolenwerk auf, und sie gewinnt erst unmittelbar am centralen Doppelkegel, wo sie in dünner Lage verkalkt, wieder an Ausdehnung. Die durch die *elastica interna* gewucherten Theile scheinen mir sogar ganz aus Hyalinknorpel, mit runden, eingekapselten Zellen zu bestehen. Die runden oder nur mässig lange Fortsätze treibenden Zellen überwiegen auch in dem vertebralen Theile der Innenzone an dem hinteren Schwanzende (Fig. 4 i), dagegen erscheinen sie an der Schwanzbasis (Fig. 10) eckig, ohne Kapseln, mit kurzen Fortsätzen. Hie und da erscheinen aber ausserordentlich lange Ausläufer (Fig. 9, 10 i) und diese haben dann die Umwandlung zu elastischen Fasern durchgemacht. Dieselbe Zellform erscheint auch in dem vertebralen Theile des Zwischenwirbelgewebes und sind hier die hyaline und prochondrale Grundsubstanz ziemlich gleich vertreten (Zwischenwirbelknorpel). Dagegen sehen wir in den oberflächlichen Lagen (Zwischenwirbelband) die prochondrale Masse weit überwiegen. Die Zellen von ihren hyalinen Höfen umgeben bekommen dabei eine Spindelform mit langen Ausläufern, und es erscheint ein Gewebe, wie ich es bei *Laemargus borealis* beschrieben habe. Die Zellelemente ordnen sich radiär und strahlen gegen das Centrum aus. In dieser Richtung zerklüftet dann auch bei Druck die prochondrale Grundsubstanz (Fig. 5) leicht, so dass es den Anschein hat,

als habe man es mit Bindegewebsfasern zu thun, während thatsächlich Lamellensysteme vorliegen. Auch darin zeigt sich die niedrige Organisation des Gewebes, dass die Fibrillenstruktur der Grundsubstanz wie bei den ältesten cyclo- und tectospondyli deutlich zu Tage tritt.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 5, 9, 10 *d*), welcher überwiegend aus einem verkalkten Vorknorpel mit runden Zellen und nur an der Peripherie aus einem gemischten, verkalkten Knorpel mit überwiegender prochondraler Grundsubstanz besteht, und in dem die Zellen einzeln gelagert und in concentrischen Reihen um die Chorda geordnet sind, ist mässig stark und in der Mitte und an den Enden ziemlich gleichmässig entwickelt, jedoch erscheint an dem Ende eine schwache Verstärkung (Fig. 3), und davon ist dann das schwache Hervortreten der Wirbelränder abhängig.

Die Aussenzone (Fig. 4, 5, 6, 7, 8, 9, 10 *a a'*) fesselt die Aufmerksamkeit am Meisten. Dieselbe ist kräftig entwickelt und stellt überall den Hauptbestandtheil des Wirbelkörpers dar. Dieselbe ist an der Oberfläche von der *elastica externa* (Fig. 4, 9 *ee*) begrenzt, und eine genaue Durchsicht meiner Präparate hat mir dieselbe überall, besonders deutlich aber unter den Bogenbasen gezeigt, und aus deren Verhalten geht klar hervor, was ja schon v. Kölliker behauptete, dass die Bogen getrennt der Aussenzone der Wirbelkörper aufsitzen. Was ich früher als *elastica* beschrieb, und worauf ich weittragende Folgerungen baute, welche sich jetzt grossen Theils als unzulässig herausstellen, ist die Grenzlage der beiden Schichten der Aussenzone, welche ebenso wie bei den *Plagiostomi tecto-* und *cyclo-*spondyli nachweisbar ist (Fig. 9, 10 *g*). Die Reste der *elastica externa* sind kurze, nicht verzweigte, zuweilen etwas wellig gebogene, stark lichtbrechende Platten, welche gegen den oberen und unteren Theil der Seitenfläche der Wirbelkörper gerichtet zeigen, dass diese ausschliesslich der Aussenzone angehört.

Die Aussenzone ist im grossen Ganzen ringförmig um die Chorda angeordnet und auf dem Querschnitt ziemlich kreisrund, allein, und das ist wiederum stammesgeschichtlich interessant wegen der gleichen Erscheinung bei den ältesten unter den Elasmobranchiern, sie zeigt sich zwischen den Rückenmarksbogen und gegen den Boden des Rückgratkanales hin wulstartig vorgebuchtet (Fig. 7 u. 9), während ventral jede Spur einer solchen Entwicklung fehlt. Die Reste der *elastica externa* (Fig. 9 *ee*) sind ebenfalls gegen die Ränder dieses Wulstes gerichtet.

Die Differenzirung innerhalb der Aussenzone ist an den hinteren Schwanzwirbeln am wenigsten vorgeschritten und an dem Ende der Wirbelkörper wiederum weniger, als in der Mitte (Fig. 6). Das kann nicht überraschen, weil die centralen Theile der Körper in der Entwicklung überall voran sind. Im unmittelbaren Anschluss an den centralen Doppelkegel, und das ist ein Zeichen, dass die *asterospondyli* jünger, als die *tectospondyli* sind, zeigt sich rings um denselben gehend eine dünne Verkalkung derselben, und in der Mitte der Schwanzwirbelkörper (Fig. 4) erheben sich aus dieser niedrige Strahlen und zwar ein dorsaler und ventraler, breiter (Fig. 9 *a*). Dazu gesellen sich noch ganz niedrige, schräge Fortsätze, dieselben sind aber nur drei an der Zahl, also unsymmetrisch. Erst an der Schwanzbasis (Fig. 7, 8 *a*) erheben sich dieselben in voller Ausdehnung, und es zeigt sich dabei, dass der dorsale und ventrale Strahl gabelig getheilt sind, während die Schrägstrahlen, vollkommen gleichmässig ausgebildet, wohl ebenfalls als getheilte und zwar seitliche Strahlen aufgefasst werden müssen. Dafür spricht einmal der Umstand, dass dieselben nicht die Richtung gegen die Mitte der Bogenbasen genau innehalten, und dass sich an der einen Seite (Fig. 8) zwischen ihnen zwei kleine Nebenstrahlen einschieben. Der Anschein selbständiger Schrägstrahlen (Fig. 4) wurde dann nur dadurch hervorgerufen, dass die seitlichen Parthien der Verkalkungsschicht der Aussenzone an den Enden stärker und schneller wachsen, als in der Mitte, so dass es nicht zur Bildung eines einheitlichen Seitenstrahles kommt. Für das ur-

sprüngliche Vorhandensein von vier, zwischen die Bogenbasen einragenden Strahlen sprechen auch, wie wir sehen werden, paläontologische Funde, und somit erscheint es wahrscheinlich, dass die Vorläufer der Aerodonten nur vier primäre, gerade Strahlen besaßen, welche sich dann im Laufe der Entwicklung vervielfachten. Die Strahlen sind kurz, ragen niemals über die Innenlage der Aussenzone, in welcher sie entstehen, hinaus, sie sind (Fig. 8) geschichtet und an ihren Enden (Fig. 7 u. 8) kolbig verdickt.

Ein wichtiges Zeichen, dass die Organisation bei den asterospondyli weiter vorgeschritten ist, als bei den cyclo- und teetospondyli liegt darin, dass weniger an dem hinteren Schwanzende, als an der Schwanzbasis in der Aussenschicht der Zone, seitlich am Wirbelkörper, nicht aber dorsal und ventral Verkalkungen (Fig. 10 o), welche an das Ende der Seitenstrahlen anstossend die ersten Andeutungen der perichondralen oder periostalen Keile darstellen und bei den meisten Familien der asterospondyli eine so hervorragende Rolle spielen, weit mehr als bei irgend einer der übrigen auftreten. Es sind das die Seitenschilder v. Kölliker's.

Die Aussenzone besteht, wie meistens bei den Elasmobranchiern, aus einer deutlich geschiedenen Aussen- und Innenschicht, von denen die erstere, wie wir wissen, die Strahlen des Wirbelkörpers bildet, während in letzterer die Oberflächenverkalkungen auftreten. Ich will dabei bereits an dieser Stelle hervorheben, dass bei den asterospondyli die Bildungen der Aussenlage meistens in der Entwicklung fortschreiten und bei den jüngsten in diese Abtheilung gehörenden Thieren die grösste Ausdehnung gewinnen, während die Bildungen der Innenzone vielfach in der Bedeutung zurückbleiben.

Die beiden Schichten der Aussenzone werden, wie bereits erwähnt, ähnlich wie bei *Seymnus* unter den Plagiostomi cyclospodyli durch eine Grenzzone (Fig. 4, 6, 8, 9, 10 g) geschieden, welche ich ja früher als *elastica externa* deutete. Dieselbe besteht, wie die übrigen Lagen der Aussenzone, aus einem gemischten Knorpel, allein es überwiegt in ihr die prochondrale Substanz, und da wir allen Grund haben anzunehmen, dass die Imbibitionsfähigkeit derselben eine grössere als die des hyalinen Knorpels ist, und da sie eine niedere Entwicklungsstufe des Gewebes darstellt, durch deren Hilfe das Wachstum geschieht, so hat dieselbe wohl unzweifelhaft, namentlich für die Innenlage, die Bedeutung einer Wachstumsschicht. An den hintersten Schwanzwirbeln, wie der Querschnitt (Fig. 6 g) lehrt, ringförmig um die Chorda und den centralen Doppelkegel gelagert, erscheint dieselbe in dem Augenblicke, in welchem die Strahlenbildung in der Innenlage beginnt (Fig. 4 g), verändert. Sie gewinnt auf dem Querschnitt die Gestalt eines stehenden Rechteckes, und diese Form rührt daher, dass mit der Strahlenbildung und Verkalkung zugleich eine Verstärkung der Innenlage Hand in Hand geht. Da nun die ventralen und dorsalen Massen zuerst die eigenthümlichen Umänderungen zeigen, so muss die Grenzlage oben und unten von dem centralen Doppelkegel gegen die Oberfläche geschoben werden, während sie dagegen seitlich liegen bleibt. Damit ist das Rechteck fertig. Ist nun der Grund für diese Formänderungen wirklich ein zureichender, so muss das noch deutlicher an den vorderen Schwanzwirbeln, wo die Strahlen gleichmässig und stark ausgebildet sind, hervortreten, und das ist in der That der Fall. Die Grenzlage (Fig. 8, 10 g) erscheint auf dem Querschnitt in Gestalt einer Rosette, deren Ecken den Strahlen entsprechend vorgetrieben sind. Zwischen ihnen ist sie eingesunken und hier (Fig. 10 g) zugleich breiter, an den Strahlenenden dagegen schmaler. Dieser Umstand beweist, dass sie von Seiten des Theiles des Gewebes der Innenlage, in welchem die Strahlen entstehen, einem besonderen Wachstumsdruck ausgesetzt ist, einem Druck, welcher zu einer Verdünnung der Grenzlage führt, während derselbe zwischen ihnen bei dem geringen Dickenwachstum der Innenlage geringer ist und somit keinen so starken Einfluss auf die Grenzlage ausüben kann. Der Wachstumsdruck,

beziehungsweise -Zug macht sich aber auch noch auf andere Weise geltend (Fig. 10). Die Enden der Strahlen, welche ursprünglich gleichmässig in die Länge wachsen, ja an ihrem Ende (Fig. 4) anfänglich mehr spitz erscheinen, sind, nachdem das Wachstum derselben vollendet ist, an den Enden kolbig verdickt, in die Breite gewachsen, und ich kann mir das nur aus einem längs ihrer Axe wirkenden Druck erklären, dessen Ursache wohl einzig und allein in der Spannung der überliegenden Grenzzone zu suchen ist. Die Verhältnisse sind so interessant und liegen, wie ich glaube, so klar zu Tage, dass es wohl der Mühe werth wäre eine genauere Untersuchung der Entwicklung dieser Vorgänge vorzunehmen.

Was die Gewebzusammensetzung betrifft, so imponirt die Grenzzone auf Schnitten als ein Faserwerk und ist auch als solches beschrieben worden, allein diese Annahme ist bei näherer Untersuchung nicht stichhaltig. Das, was als Faserwerk imponirt, ist ein Lamellensystem prochondraler Substanz, auf welches ich in der Einleitung die Aufmerksamkeit besonders gelenkt habe. In den Lücken desselben ist Hyalinknorpel gelagert, die Zellen sind jedoch nicht rundlich, sondern, und das ist wiederum grösstentheils von dem Wachsthumzug, beziehungsweise -Druck, welcher von der Innenzone auf sie ausgeübt wird, abhängig, spindelförmig, und sie sind concentrisch angeordnet. Das ist desto mehr der Fall, je dünner die Grenzzone ist. Die Zellausläufer, welche zuweilen recht lang sein können, scheinen dabei eine Umwandlung zu elastischen Fasern durchzumachen.

Die Innenschicht der Aussenzone (Fig. 9, 10 a) besteht ebenfalls aus einem gemischten Knorpel, in welchem jedoch die hyaline und prochondrale Grundsubstanz ziemlich gleichmässig gemischt sind. Der Wachstumsrichtung entsprechend zeigen die Elemente, namentlich in den unverkalkten Abschnitten (Fig. 9, 10) eine schöne, strahlige Anordnung, welche jedoch mit der Grenzzone abschneidet. Die säulenförmig aufgereihten Zellen sind (Fig. 9 a) nicht immer rund und eingekapselt, sondern erscheinen wiederum eckig, mit kurzen Fortsätzen von mannichfaltiger Gestalt. An manchen Stellen überwiegt dabei die vorknorpelige Grundsubstanz die hyaline nicht unbedeutend. Anders gestaltet sich das Bild in den verkalkten Abschnitten, in welchen der gemischte Knorpel auch wieder seine Rolle spielt. Die Zellen sind aber rund und eingekapselt, und die hyaline Grundsubstanz ist ausgedehnter. Die dünne Verkalkungsschicht, welche zur Verstärkung des centralen Doppelkegels dient, ist nur insofern bemerkenswerth, als die Zellen hier, wie in den übrigen verkalkten Theilen der Innenlage, nicht einzeln, wie in dem centralen Doppelkegel, sondern, wenn auch nur in kleinen Gruppen, zusammen liegen. Die verkalkte Grundsubstanz umschliesst dadurch ein ziemlich weitmaschiges Lückensystem, in welchem die Zellgruppen mit ihren hyalinen Höfen gelagert sind, und dieselbe Erscheinung zeigt sich in den Strahlen. Es ist das paläontologisch wichtig, denn dadurch werden die Strahlen sehr bröcklich und erscheinen im fossilen Zustande von weiten Lücken durchsetzt. Uebrigens ist die Verkalkung in den Strahlen keine gleichmässige, und darauf beruht die Schichtung (Fig. 10). Es muss ein Wechsel in der Massenentwicklung der vorknorpeligen Grundsubstanz stattfinden, denn wir sehen in abwechselnden Lagen breite, dicke Verkalkungen mit kleinen Lücken und solche, in welchen die Zellen mit ihren hyalinen Höfen im Wesentlichen radiär angeordnet, von einem weitmaschigeren, verkalkten Alveolenwerk umgeben sind. Alle diese Erscheinungen treten erst an den voll ausgebildeten Strahlen zu Tage.

Die von der *elastica externa* umgrenzte Oberflächenschicht der Aussenzone ist dadurch im höchsten Grade interessant, und das weist auf die niedere Stellung der Cestracienten hin, dass sich an ihr, wie bei den ältesten Plagiostomen der anderen Abtheilungen nachweisen lässt, dass die Verknoorpelung ursprünglich nicht gleichmässig, sondern ungleichmässig, von einzelnen Kernen aus vor sich geht. Es findet, und dasselbe gilt für die Bogenstücke, eine dishomogene Entwicklung statt. Ein Beweis dafür

liegt in dem Auftreten ausserordentlich zierlich angeordneter Knorpelmassen, von derselben Zusammensetzung wie die Grenzschicht der Aussenzone.

An den hinteren Schwanzwirbeln herrschen etwas andere Verhältnisse als an den vorderen. Dennoch lässt sich nicht unschwer das Gemeinsame nachweisen, und das ist entwicklungsgeschichtlich wichtig. Die Knorpelmassen der Aussenzone (Fig. 4, 6, 8), welche unter den Bogenbasen gelagert sind, sind am Weitesten in der Entwicklung vorgeschritten und stellen hyalinen Knorpel dar. Damit ist ein Verhältniss gegeben, wie wir es bei den niedrigsten Elasmobranchiern, den Holocephalen und Notidaniden getroffen haben, wenn ich auch nicht anzugeben vermag, welches die Ursachen für die gleichmässig fortschreitende Entwicklung dieser vier Knorpelmassen, gegenüber der zwischen den Bogenbasen gelegenen, sind. Letztere stellen (Fig. 4 a') an den hinteren Schwanzwirbeln vier Massen gemischten Knorpels dar, von denen jedoch die dorsalen und ventralen Abschnitte insofern anders gebaut sind, als die prochondrale die hyaline Grundsubstanz überwiegt oder wenigstens derselben gleich ist, während seitlich die vorknorpelige Grundsubstanz mehr zurücktritt. Diese stellt Lamellarsysteme, auf dem Schnitt Faserzüge dar, welche dorsal und ventral (Fig. 9 a') von der Oberfläche gegen die Grenzzone ausstrahlen, während sie seitlich die Masse der Aussenschicht senkrecht durchsetzen. Ihnen mischen sich dann auch Kernfasern (Fig. 9), d. h. zu elastischen Fasern umgewandelte Zellfortsätze bei, so dass wir einen wirklichen elastischen, gemischten Knorpel auftreten sehen. An der Oberfläche zwischen den Bogenbasen zeigt sich selbstverständlich eine Lage von Vorknorpel, in welcher, wie wir wissen, seitlich Kalkkrümeleinlagerungen auftreten.

An den vorderen Schwanzwirbeln ist das Verhältniss dadurch geändert, dass sich vor allen Dingen dorsal, jedoch auch in Andeutungen ventral (Fig. 8, 10), der Mitte des Bodens des Rückenmarkscanals entsprechend eine hyaline Knorpelinsel ausbildet, welche dann zu beiden Seiten (Fig. 8) von dem vorknorpeligen Lamellensystem umkreist wird, und diese Insel stellt auf dem Querschnitt (Fig. 7) die bereits früher beschriebene Vorrangung am Boden des Rückgratcanals dar. Seitlich erscheint die Oberflächenlage vollkommen prochondral, bis an die Grenzzone reichend (Fig. 8) und verkalkt durchaus zu den Seitenplatten oder den seitlichen periostalen oder perichondralen Keilen, welche auch noch eine Strecke auf die Bogenbasen übergreifen.

Auch die Bogen- und Schlussstücke stellen durchaus nicht gleichmässige hyaline Knorpel dar, sondern, und auch das ist für die Stellung von *Cestracion* bezeichnend, es zeigt sich in ihnen dis-homogene Entwicklung. Namentlich hinten können sie an den Enden (Fig. 6) vollkommen aus gemischtem Knorpel bestehen, in welchem die prochondrale Grundsubstanz in Gestalt von parallelen oder radiär gegen die Oberfläche ausstrahlenden Lamellen auftritt. Die vorknorpelige Natur derselben tritt namentlich deutlich durch ihre Verbindung mit den ausgedehnten Vorknorpelverkalkungen an der Decke des Rückenmarkscanals hervor (Fig. 6). In der Mitte der Stücke erscheinen dagegen hyaline Knorpelinseln (Fig. 4), welche namentlich an den Rückenmarksbogen (Fig. 10 u) eine zierliche Anordnung der Lamellensysteme bedingen. An den vorderen Schwanzwirbeln (Fig. 8) tritt die prochondrale Masse im Ganzen zurück und durchsetzt den Hyalinknorpel unregelmässig, senkrecht von der Oberfläche und den dort befindlichen Krümelverkalkungen ausgehend. In Hinblick auf die Verhältnisse bei *Pristiophorus*, bei den älteren cyclospodyli und vor Allem bei den Holocephalen und Notidaniden ist diese gewebliche Zusammensetzung im höchsten Grade interessant, allein es zeigt sich, weil die Vorknorpelmasse viel mehr zurücktritt, dass *Cestracion*, und dass damit die asterospodyli jünger sind als diese.

Ich habe auch die Gelegenheit benutzt, die Placoidschuppen von *Cestracion Philippi* zu unter-

suchen, und habe ich dieselben (Fig. 11) der Haut der hinteren Schwanzgegend entnommen. Dieselben zeichnen sich durch eine ungemein grosse, rautenförmige Fussplatte aus. Diese ist ziemlich zart, die Ränder sind unregelmässig gezackt und von einem breiten, in radiärer Richtung gestreiften Saume umgrenzt. Die Oberfläche des pyramidal gegen den Schuppenstachel sich erhebenden Abschnittes zeigt gratartig vorspringende und gegen den Stachel verlaufende Leisten und besitzt eine musivische Färbung (Fig. 10), welche oft an den Schuppen der Haie zu bemerken ist. Die eigentliche Schuppenplatte zeigt den ersten Anfang zur Bildung eines Dreispitzes. Es findet sich ein starker, nach hinten gerichteter Mittelstachel und neben diesem treten zwei stumpfe Nebenzacken auf. Ueber die Mitte des Stachels verläuft ein scharfer Kamm, welcher am Knie am höchsten ist.

Acrodus.

So alt nun auch die Familie Cestracion ist, so sparsam sind, abgesehen von den Zähnen, die sicher deutbaren, fossilen Ueberreste derselben. *Acrodus falceifer* aus dem Oberen Jura von Eichstädt, 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 selbst nach Ausscheidung des früher von mir beschriebenen Wirbels aus der mittleren Kreide von Jerusalem diesem Funde einige wenige andere anreihen, welche dem münchener Museum entstammen. Sonst habe ich in dem mir zu Gebote stehenden Materiale keine Wirbel gefunden. Das eine Stück zeigt einen Abschnitt der Wirbelsäule mit den beiden Flossenstacheln und stammt aus dem Oberen Jura von Moersheim, das andere ist eine unscheinbare Platte aus dem lithographischen Schiefer, welches in der münchener Sammlung mit 1875. XIV. 23 bezeichnet ist, und enthält das Schwanzende eines Cestracion nahe stehenden *Acrodus*. Die Erhaltung der Wirbel dieser wichtigen Platte übertrifft weit die der beiden anderen.

Der centrale Doppelkegel zeigt dieselbe Anordnung des verkalkten Knorpels, mit denselben Zellhöhlen wie bei *Cestracion Philippi*. Vor allen Dingen wichtig und entscheidend ist aber das Verhalten der der Aussenzone angehörigen, den centralen Doppelkegel umlagernden, verkalkten Massen und der Strahlen. Der gewebliche Aufbau ist derselbe, wie ihn Fig. 8 u. 10 darstellt, und selbst die Schichtung der Strahlen lässt sich aufs Deutlichste erkennen. Diese bestehen aus zwei seitlichen, welche durch eine Furche unvollständig getheilt sind und damit ihre Zusammengehörigkeit zu einem einfachen seitlichen Strahle bekunden. Ausserdem findet sich je ein dorsaler und ventraler Strahl. Damit ist ein Uebergang von *Cestracion* zu niederen Stammformen gegeben. Die Einfachheit der geraden Strahlen ist wohl ein den *Acrodonten* gemeinsames Merkmal. Von einer Asymmetrie der seitlichen Fortsätze wie bei *Cestracion Philippi* habe ich Nichts entdecken können. Was die Oberflächenverkalkungen betrifft, so liessen sich an diesem fossilen Exemplare deren Spuren in Gestalt durch einander geworfener, verkalkter Knorpelplättchen nachweisen. Die Form der Placoidschuppen stimmt am meisten mit der der gleichen des *Cestracion Philippi* überein.

Was nun die Wirbel des *Acrodus falceifer* und des *Acrodus* aus Moersheim betrifft, so zeigen sie in ihrem geweblichen Bau sowohl, wie in der Anordnung der Theile genau dieselben Verhältnisse, und es ist demnach trotz der geringen Abweichungen in der Form der Placoidschuppen, die auf Verschiedenheiten an verschiedenen Körperstellen beruhen könnten, sicher, dass die Träger derselben Gattung *falceifer* angehörten. Für die Schilderung des inneren Baues lege ich das Moersheimer Exemplar zu Grunde, weil die Erhaltung der Elemente besser ist, wie bei dem Eichstädter.

Das Aeussere der Wirbel von *Aerodus falcifer* (Fig. 15) bietet ausserordentlich wenig Besonderes. Der Körper ist dorso-ventral stärker entwickelt, als von vorne nach hinten. Er besitzt leicht aufgeworfene, schmale Ränder, und zwischen ihnen erscheint die Seitenfläche vertieft. Die dem Wirbel anhaftenden oberen und unteren Massen enthalten ausser den Placoidschuppen keine Ueberreste.

Schärfer ausgeprägt, allein von derselben Form erscheinen die Wirbel aus Moernsheim (Fig. 16). Die in der Höhe stärker entwickelten, mit schmalen, aufgeworfenen Rändern versehenen Körper zeigen sich auch hier seitlich ziemlich stark vertieft und bemerkt man an dem am besten erhaltenen, wie bei dem lebenden *Cestracion* zwei breite Leisten mit den Andeutungen dreier, flacher Vertiefungen (Fig. 18). Dieselben sind die Räume zwischen den Strahlen des Wirbelkörpers. Die Wirbelhöhlung ist wie bei den vorderen Schwanzwirbeln von *Cestracion Philippi* queroval.

Von allen Elementen, welche man auf Quer- und Längsschliffen durch Wirbel von *Aerodus falcifer* zu Gesicht bekommt, ist nur der Theil der Aussenzone erhalten, welcher die Kalkstrahlen bildet, und ein Theil der Strahlen selber. Bei dem Moernsheimer Exemplare sieht man auch Reste des centralen Doppelkegels (Fig. 19, 20, 21 *d*), ja selbst Ueberbleibsel der Oberflächenverkalkungen, und zwar der Seitenplatten oder der periostalen Keile (Fig. 19 *a*). Die Reste des centralen Doppelkegels sind durch die mit amorpher Gesteinsmasse erfüllten, abgeplatteten, regelmässigen Höhlen kenntlich. Was dann den verkalkten Theil der Aussenzone betrifft, so liegt ein Unterschied gegenüber *Cestracion Philippi* in der grösseren Stärke der den centralen Doppelkegel umgebenden, verkalkten Schicht (Fig. 20 *a*), von welcher die Strahlen ausgehen. Die Zahl der Strahlen war mit Sicherheit auf vier zu bestimmen, jedenfalls ist gewiss, dass diese hauptsächlich entwickelt waren. Hie und da sah es freilich aus, als wären kleine Nebenstrahlen vorhanden, wie viele aber, liess sich nicht mit Bestimmtheit nachweisen. Jedenfalls ist im Hinblick auf die geringe Strahlenzahl bei anderen *Aerodus* die volle Ausbildung von vier Strahlen interessant, denn sie weist darauf hin, dass diese dorsal, ventral und seitlich zwischen den Bogenbasen entwickelt die primären sind, und dass die Stammeltern der *Cestracionten* und *Acrodonten*, die *Strophodonten* etc. nicht mehr wie vier gerade Strahlen besaßen. Wichtig wäre es zu untersuchen, wie sich die Strahlenfigur bei den übrigen lebenden *Cestracion*, welche vor allen Dingen *Günther* ¹⁾ beschrieben hat, verhält.

Die beiden Hautstacheln des Moernsheimer Exemplares (Fig. 17, 18) sind fast gerade gestreckt und spitz auslaufend. Sehr charakteristisch sind dabei die Placoidschuppen. Nur bei *Aerodus falcifer* habe ich auf dem Längsschliffe (Fig. 12) Theile der Fussplatte gesehen, und hat es dabei fast den Anschein, als sei dieselbe weniger ausgedehnt gewesen, als bei *Cestracion Philippi*. Ebenso scheint den *Acrodonten* der Kamm auf der Oberfläche der Schuppenplatten gefehlt zu haben. Während die Neigung des Stachels (Fig. 12) dieselbe geblieben ist, ist nun aber die Form eine viel ausgeprägtere. Das Knie ist bei beiden Thieren stark vorspringend (Fig. 13, 14), die Nebenzacken sind ausgedehnter und gebogen. Die Form ist eine so bemerkenswerthe, dass bei Untersuchung von Fossilien dieselben einen Ausschlag zu Gunsten der Zugehörigkeit zu *Aerodus* geben können.

1) l. e.

Zweites Capitel.

Taf. XV, XVI u. XVII.

Scylliolamnidae (Otodus).

Die Gründe für die Trennung der Scylliolamnidae von den Scyllien der Autoren habe ich bereits im allgemeinen Theile hervorgehoben, und darf ich mich wohl auf das dort Gesagte beziehen. Wenn ich dieselben nun aber nicht ausdrücklich wiederhole, so werden dieselben doch in diesem und in den folgenden Capiteln, wenn auch in anderer Form, wiederkehren und in mannichfaltigster Weise gestützt werden. Die Berechtigung zur Trennung wird aus dem Folgenden genugsam hervorleuchten, und so will ich denn von derselben als von einer unabweisbaren Nothwendigkeit ausgehen.

Ich hatte die Möglichkeit der Untersuchung dreier Vertreter, des Stegostoma, des Crossorhinus und des Ginglymostoma, und bedauere ich nur, dass mir Parascyllium nicht zugänglich war, so dass es bis auf weitere Untersuchungen dahin stehen muss, ob dieses seltene Thier den Scyllien oder den Scylliolamniden zuzurechnen ist. In jedem Falle wäre eine genaue Durchforschung des Wirbelbaues dieser Thiere von dem allergrössten, wahrscheinlich auch stammesgeschichtlichen Interesse. Für die Zugehörigkeit zu den Scylliolamniden spricht die Verbindung zwischen Mund- und Nasenhöhle, welche den Scyllien fehlt. Vielleicht wird durch die Untersuchung von Parascyllium auch die keineswegs sichere Stellung von Cheiloscyclium gefestigt und ein klareres Licht auf die Stammesgeschichte dieser Thiere geworfen.

Crossorhinus und Stegostoma verdanke ich meinem Freunde Hubrecht in Leiden, ebenso Ginglymostoma, jedoch bin ich für ausserordentlich grosse Wirbel von Ginglymostoma eirratum meinem Herrn Collegem Dr. Lütken in Kopenhagen überaus verbunden.

Bis auf Weiteres halte ich Stegostoma für die älteste Form, ihr folgt Crossorhinus und als jüngste tritt Ginglymostoma hervor. Während die Stellung des letzteren nicht zweifelhaft sein kann, denn schon die ausgesprochene Heterocerkie, sowie der Bau der Zähne mit mehreren Nebenzacken giebt die nöthigen Anhaltspunkte, so bin ich bezüglich des Verhältnisses zwischen Stegostoma und Crossorhinus nicht so ganz im Reinen und halte es für möglich, dass künftige Untersuchungen mich widerlegen und Crossorhinus als ältere Form hinstellen werden. Die Entwicklungsgeschichte wird sicherlich allein darüber Auskunft geben, ebenso wie die Vergleichung des Bildes der inneren Organe. Im äusseren Habitus finde ich keine genügenden Anhaltspunkte für eine Entscheidung, wenn nicht die Placoidschuppen zu meinen Gunsten einen gewissen Ausschlag geben, da dieselben nach Müller und Henle bei Stegostoma einfach blattförmig, bei Crossorhinus dagegen dreispitzig sind.

Stegostoma ist meiner Meinung nach älter, als Crossorhinus, weil der gewebliche Aufbau bei

ersterem eine niedrigere Stufe der Entwicklung darstellt, und weil ihnen nicht in demselben Maasse eine Bildung zukommt, welche meines Erachtens immer ein Zeichen späteren Auftretens in der Erdgeschichte ist, das ist die Gefässbildung.

Wenn nun auch eine Trennung der ursprünglich von den Zoologen zusammengefassten Scyllien nöthig ist, so folgt doch daraus nicht ohne Weiteres, dass die drei hier genannten Formen, welche nur in der Vereinigung der Nasen- und Mundhöhle übereinstimmen, sonst aber durch viele äussere und innere Merkmale, Zähne, Diphyckerkie des Schwanzes etc. geschieden sind, zusammengehören und als Vertreter der ausgestorbenen, grossen Gruppe der Scylliolamniden, welche vorzugsweise die Otodonten umfassten, anzusehen seien. Der Wirbelbau zeigt aber augenblicklich, dass sie zusammengehören, lehrt ferner in dem Mangel periostaler oder perichondraler Keile oder Strahlen, dass sie von den Scyllien zu unterscheiden sind, dagegen sich innig mit den Lamniden verbinden, welche sich ebenfalls durch diesen Mangel auszeichnen. Das weist dann wiederum darauf hin, dass die Stammformen ebenfalls durch den Mangel besonderer periostaler Bildungen unterschieden waren, und dass sie nicht ohne Weiteres von den Scyllien herkommen, sondern erst durch die Stammformen dieser mit ihnen verbunden sind. Der ganze Bau der Zähne lässt es klar vor Augen liegen, dass die Hybodonten als Stammformen sowohl der Scylliolamniden, als der Scyllien anzusehen sind, und da sich nun eine grosse Menge Wirbel in früheren Erdperioden finden, welche sich am Meisten denen der Scylliolamniden, beziehungsweise Lamniden nähern, sich jedoch von den eigentlichen Scyllien entfernen, so ist die Annahme durchaus gerechtfertigt, dass *Stegostoma*, *Crossorhinus* und *Ginglymostoma* die letzten lebenden Vertreter dieses früher zahlreich auftretenden Geschlechtes sind, von denen sich wieder die Lamnidae ableiten lassen.

Sind nun diese Schlussfolgerungen richtig, dann müssen die Hybodonten ähnlich den Acrodonen und Strophodonten um den centralen Doppelkegel herum, wahrscheinlich aber mit unvollkommenen Theilungen und dadurch als jüngere Formen bezeichnet vier Strahlen besessen haben, welche länger als die der beiden anderen bis an die freie Oberfläche des mit getrennten Bogenbasen versehenen Wirbelkörpers reichten und hier keine Verbindungen mit selbständigen, perichondralen Keilen zeigten. Habe ich nun solche theoretisch von mir construirte Hybodontenwirbel nicht mit Sicherheit nachweisen können, so glaube ich doch, und das wird sich klar aus dem Nachfolgenden ergeben, dass die Hoffnung, solche zu finden, durchaus kein Luftschloss ist. Mein paläontologisches Material war eben zu beschränkt, als dass meine Bemühungen mit sicherem Erfolge gekrönt werden konnten. Ausgiebigere Beobachtungen in reichen, besonders ausländischen und namentlich auch englischen Sammlungen werden wohl dergleichen zu Tage fördern. Sollte es der Fall sein, nun, dann meine ich, wäre es ein grossartiger Triumph der Evolutionstheorie, und ein solcher Befund würde zeigen, dass meine darauf gebauten, streng durchgeführten Folgerungen bezüglich der Stammesgeschichte, beziehungsweise des Baues ausgestorbener Geschlechter richtig sind. Es würde sich klar zeigen, dass bei richtig angestellter und umfassender, methodischer Untersuchung auch aus geringen Ueberresten, aus einzelnen Wirbeln und Bruchstücken derselben sich mit vollkommener Sicherheit die wesentlichen Merkmale der ausgestorbenen Thiere richtig ableiten lassen. Jedenfalls hoffe ich, dass meine Befunde auf paläontologischem Gebiete, die ungemeine Fülle von Formverschiedenheiten eine Anregung zu weiteren Forschungen geben werden, und dass dadurch manche Unvollkommenheiten meiner Untersuchung über Otodonten und verwandte Thiere gehoben werden. Dann kann auch die Stellung der einzelnen zugehörigen Formen schärfer bestimmt werden, als es durch mich bisher geschah. Ich beklage lebhaft, dass gerade da, wo mir die grösste Formenmannigfaltigkeit entgegentrat, das Material zur Lösung aller

einschlägigen Fragen nicht ausreichte, während es im anderen Falle vollkommen unzweifelhafte Resultate gab.

Wie ich wegen Mangels ausreichenden, fossilen Materiales und wegen Fehlens von Entwicklungsreihen der Wirbelsäule lebender Crossorhini und *Stegostoma* bezüglich der Bestimmung der Zugehörigkeit fossiler Wirbel zu einer der von mir untersuchten lebenden Formen der Scylliolamniden zweifelhaft geblieben bin, so bin ich es auch mit Rücksicht auf die Unterscheidung von Wirbeln, welche den Otodonten und den Lamniden zuzurechnen sind. Die Unterscheidungsmerkmale sind offenbar so fein, die Uebergänge so ausserordentlich mannigfaltige, dass nur ein grosses paläontologisches Material hier die wünschenswerthe Klärung bringen wird. Das einzige, aber auch nicht in allen Fällen zureichende Unterscheidungsmerkmal zwischen Scylliolamniden und Lamniden glaube ich darin gefunden zu haben, dass bei ersteren wie bei allen älteren Formen die Wirbelränder wenig oder gar nicht aufgeworfen sind, während das bei den letzteren der Fall ist. Es beruht das selbstverständlich auf einem Unterschied in der Mächtigkeit der Entwicklung des centralen Doppelkegels, und das Zurückbleiben ist selbstverständlich ein Zeichen der Schwäche und geringen Differenzirung der Mittelzone und somit eines Stehenbleibens auf einer niedrigeren Entwicklungsstufe, eines früheren Auftretens in der Erdgeschichte.

Dies vorausgeschickt und damit den künftigen Forschern ein reiches fruchtbares Beobachtungsfeld zurücklassend wende ich mich zu der Beschreibung der einzelnen Formen.

Stegostoma.

Die Höhlung der Schwanzwirbel von *Stegostoma fasciatum* ist nicht überall gleich geformt. Vorne mehr kreisrund (Fig. 1), wird dieselbe nach hinten zu mehr oval mit einem längeren, senkrecht gestellten Durchmesser. Es findet sich eine schmale, wenig ausgeprägte Randfläche. Schichtungsstreifen fehlen durchaus, dagegen erscheint im Centrum, ähnlich wie bei *Cestracion*, eine durchscheinende Stelle. Der funiculus chordae mit dem ausgedehnten, unverkalkten Theile der Innenzone ist es, welcher in der Wirbelmitte hier wie bei *Cestracion* eine ziemlich bedeutende Dicke besitzt. Es ist das wichtig für die Bestimmung fossiler Wirbel, denn die centrale Durchbohrung muss bei solchen, welche *Stegostoma* angehören, ziemlich weit sein. Ausserdem erscheint in der Umgebung, namentlich deutlich an feucht aufbewahrten Wirbeln, ein dunkler achtstrahliger Stern. Die Strahlen sind kurz, und sie erscheinen an ihren Enden (Fig. 1) etwas verdickt. Sie sind der Ausdruck der zwischen den Strahlen der Aussenzone des Wirbelkörpers befindlichen, mit unverkalktem Knorpel gefüllten Zwischenräume.

Bei seitlicher Betrachtung erscheinen die Wirbelkörper höher als lang. Von aufgeworfenen Wirbelrändern ist kaum etwas zu bemerken, und das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 2) ist ausserordentlich schmal. Sie sind vollkommen nackt, und die Bogenbasen greifen durchaus nicht über die Seitenfläche hinüber, auch fehlt jede Spur einer Oberflächenverkalkung. Dagegen erscheinen in regelmässiger Weise von einem Wirbelrande zum anderen ziehend in der Mitte etwas verschmälerte und bis an die Oberfläche ragende Leisten, die Enden der vier seitlichen Strahlenfortsätze. Zwischen ihnen entstehen bei dem Eintrocknen des Wirbels drei regelmässige, gleich grosse, ovale Lücken. Alle diese Verhältnisse sind bei der Bestimmung fossiler Wirbel wohl zu beachten.

Die Neurapophysen (Fig. 2 n) erscheinen immer unregelmässig geformt bald dreispitzig, breit dem Wirbelkörper in der ganzen Länge angeheftet, bald gablig getheilt. Zwischen der Gabel zeigt sich dann die Nervendurchbohrung. Es keilen sich zwischen die Rückenmarksbogen unregelmässige inter-

calaria (Fig. 2 *in*) ein. Geschlossen wird der Rückgratskanal durch kleine, regelmässig geformte, dreieckige Schlussstücke (Fig. 2 *s*). Die Haemapophysen (Fig. 2 *h*) sind nach hinten abgebogen, im Ganzen vierseitige, ziemlich breite Platten, welche jedoch an ihrer Basis Einschnitte zur Aufnahme der kleinen, rautenförmigen intercalaria haemalia (Fig. 2 *in'*) und der Gefässe zeigen. An ihrem Ende sind sie vollkommen mit einander verschmolzen. Dabei lässt sich am Schwanze als ein Zeichen hohen Alters Diplospondylie nachweisen. Die Rückenmarksbogen sind wie bei den Haien überhaupt niedriger, als die Blutbogen. Die intercalaria haemalia (Fig. 3 *in*) sind durchaus verkalkt.

Der merkwürdige Bau des Wirbels zeigt sich wiederum am einfachsten an einer Querschnittsreihe. Die Chorda ist in der Mitte des Wirbels (Fig. 3) zu einem dreieckigen funiculus chordae zusammengeschürt. Die Innenzone (Fig. 3 *i*) ist wie bei Cestracion und beinahe so stark wie bei Ginglymostoma entwickelt und besteht oberflächlich, in dünner Lage verkalkend aus einem gemischten Spindelzellknorpel, in welchem jede einzeln gelagerte Zelle nicht von einem hyalinen, sondern von einem vorknorpeligen Hofe umlagert ist. Die Zellen besitzen keine deutlichen Kapseln, und die Fortsätze derselben sind zuweilen recht lang, sie selbst sind einfach sternförmig oder eckig. Dieser Bau ist, wie wir wissen, ausserordentlich wichtig für die mikroskopische Untersuchung fossiler Wirbel. Ist die Innenzone in Folge von Verkalkung erhalten, so wird die Innenzone eines Stegostoma angehörenden Wirbels die in der Einleitung ausführlich beschriebene und gezeichnete Knollenverkalkung zeigen.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 3 *d*) ist in der Mitte sehr zart und dünn, nimmt aber auch gegen die Enden hin nur wenig an Dicke zu, daher die wenig aufgeworfenen Ränder. Derselbe besteht, abermals ein Zeichen hohen Alters dieser Thiere, aus einem verkalkten Vorknorpel mit platten, concentrisch geordneten Einzelzellen.

Ausserordentlich wichtig ist das Verhalten der Aussenzone des Wirbelkörpers, welche die Hauptmasse desselben zusammensetzt. Weder hier, noch bei den übrigen Scylliolamniden und den davon abgeleiteten Lamnidae ist ein Zerfall der Aussenzone in die so sehr oft den Elasmobranchiern zukommenden zwei Lagen vorhanden und das bedingt sowohl gegenüber Cestracion, als gegenüber den Seyllien und den von diesen abstammenden Thieren einen Unterschied. Die Aussenzone entwickelt sich durchaus homogen, ohne Spur einer Grenzlage, unter dem Einflusse von Gefässen, welche ursprünglich wie bei den Squatinorajae an der Peripherie, in der Längsrichtung der Wirbelkörper ziehend bei dem Wachsthum der Aussenzone in das Innere, jedoch nur in die unverkalkten Abschnitte derselben eingebettet werden. Dieselben liegen jedoch bei Stegostoma nicht so tief wie bei Crosso rhinus. Namentlich auch darauf stützt sich meine Annahme, dass Stegostoma älter ist. Die Gefässe sind nicht gleichmässig vertheilt wie bei den Squatinorajae, sondern besonders unter den Bogenbasen vorhanden und darauf mag es auch beruhen, dass dieselben (Fig. 3 *u*) an den Basen vorgewuchert sich gleichsam in die Aussenzone eindrücken, welche dann mit ihren Kalkstrahlen zwischen ihnen vordringt. Dies ist auch paläontologisch wichtig, denn damit müssen an fossilen Wirbeln von Seylliolamniden die die Bogenbasen umgrenzenden Kalkmassen vorspringen und bei erwachsenen Thieren sich über die Ebene der Wirbelränder erheben, also ähnlich wie bei Torpedo vorquellen. Der Querschnitt der Aussenzone der Wirbelkörper ist nicht kreisförmig, sondern eckig oder polygonal umgrenzt.

Die Aussenzone (Fig. 3 *a*) besteht durchaus aus einem gemischten Knorpel mit hyalinen Höfen um die Zellen, welche auch wiederum nicht einfach rund und eingekapselt erscheinen, sondern ohne deutlich nachweisbare Kapsel sternförmig oder eckig sind. In dem unverkalkten Theile überwiegt die hyaline, in dem verkalkten die prochondrale Substanz, in beiden liegen die Zellen jedoch gewöhnlich einzeln. Wie bei Cestracion zeigt sich im unmittelbaren Anschluss an den centralen Doppelkegel eine

dünne Verkalkungsschicht ringförmig herum ziehend und denselben verstärkend. Die Zellelemente mit ihren hyalinen Höfen sind einzeln, concentrisch um die Chorda geordnet. Ganz anders dagegen die Anordnung in der Hauptmasse der Aussenzone. Die Zellen sind überall in radiären Reihen angeordnet und zwar ausgeprägter in den verkalkten, als in den unverkalkten Abschnitten. Dort erscheint (Fig. 3) auf dem Querschnitt die verkalkte, prochondrale Substanz als ein System radiärer, breiter Fasern. Die Zellen sind dicht gedrängt, einzeln liegend, ähnlich wie in den periostalen Keilen anderer Haie, und es hat den Anschein, als wäre hier Faserknorpel vorhanden, während es sich in Wirklichkeit um breitere oder dickere, prochondrale, radiär zwischen die Säulenreihen eindringende Lamellen handelt. Seitlich erscheinen dieselben auch in den unverkalkten Massen, aber undeutlicher und weiter aus einander gerückt. Dorsal und ventral sind sie am Wenigsten entwickelt, wie mir scheint ein Beweis, dass das Wachsthum, und dafür spricht auch die viereckige Durchschnittsfigur der Wirbelkörper, dorsoventral schneller erfolgt, wie in querer Richtung. Dem entsprechend schreitet auch die Gewebsumwandlung unter dem Einflusse der unter den Bogenbasen befindlichen Gefässe schneller fort. Von Oberflächenverkalkungen ist, wie bereits erwähnt, am Wirbelkörper keine Spur vorhanden.

Die verkalkten Massen der Aussenzone stellen Strahlen dar, deren Entstehung sich deutlich erkennen lässt. Es handelt sich um vier primäre, gerade, zwischen die Bogenbasen gerichtete Strahlen, welche sich aber im Verlaufe der Entwicklung sehr bald gabelig theilen müssen. Dieselben erheben sich an dem centralen Doppelkegel nur eine kurze Strecke ungetheilt aus der ringförmigen Verkalkungsschicht der Aussenzone. Aus diesem Verhalten folgt meiner Ansicht nach, dass die Stammeltern auf einer Stufe mit denen von *Aerodus* und *Cestracion* gestanden haben müssen. An dem dorsalen und ventralen Strahle (Fig. 3) findet sich eine einfache gabelige Theilung, dagegen zeigt sich an den Gabelästen des Seitenstrahles eine sekundäre Gabelung (Fig. 3), so dass der Oberfläche seitlich vier, dorsal und ventral zwei Fortsätze, oder bei Flächenbetrachtung Leisten austehen. Alle befinden sich in ziemlich gleichen Abständen, nur sind die, welche die Bogenbasen umfassen, etwas weiter von einander entfernt.

Die Bogenstücke bestehen, wie mir scheint, durchaus aus hyalinem Knorpel, in welchem jedoch die Zellen höchstens mit dünnen Kapseln versehen bald mehr, bald minder eckig in Gruppen beisammen liegen. Nur an den Basen derselben dringen, wie das bei *Cestracion* in noch viel ausgiebigerem Maasse der Fall ist, dünne, prochondrale Lamellen von der Oberfläche aus senkrecht in die Tiefe.

Das Querschnittsbild und die Zusammensetzung der Strahlen, in welchen von lamellöser Schichtung keine Spur nachweisbar ist, deren radiäre Struktur aber so klar vorliegt, wird es mit sich bringen, dass fossile Wirbel im Falle eines Zweifels leicht erkannt werden können. Wenn ich nun auch unter meinem Materiale keine Wirbel gefunden habe, welche *Stegostoma* zuzuschreiben wären, so kann ich doch nicht unterlassen, an dieser Stelle darauf aufmerksam zu machen, dass es durchaus nöthig wäre, eine eingehende Untersuchung des *Seylliodus antiquus* aus der weissen Kreide von Kent vorzunehmen. Agassiz¹⁾ giebt eine Abbildung und aus derselben geht klar hervor, dass wir es mit einem *Seylliolamniden* zu thun haben. Das Aussehen der Wirbel ist vollkommen gleich dem der Wirbel von *Stegostoma* oder *Crossorhinus* und auch die Form der Zähne spricht dafür. Ob aber das Thier ein *Stegostoma* oder *Crossorhinus* ist, das zu entscheiden bin ich ohne Prüfung des Originals nicht im Stande. Ein Schnitt durch einen Wirbel würde sofort Aufklärung geben, und wird es wohl nur dieser Anregung bedürfen, um in England eine solche Untersuchung hervorzurufen.

1) Vol. 3 Taf. 38.

Crossorhinus.

Crossorhinus barbatus, von welchem ich ebenfalls Wirbel aus der Basis des Schwanzes untersucht habe, unterscheidet sich in den allgemeinen Formverhältnissen seiner Wirbelkörper nur wenig von denen des Stegostoma. Die Form der Höhlung ist ein stehendes Oval (Fig. 4), sogar etwas vier-eckig, den Bogenansätzen entsprechend oben und unten etwas abgeplattet. Die Randfläche ist schmal. Die Sternfigur im Centrum fehlt, dagegen zeigen sich undeutlich Schichtungsstreifen. Der unverkalkte Theil der Innenzone ist viel weniger ausgedehnt als bei Stegostoma, und in Folge dessen hat das dunkle Feld in der Umgebung des funiculus chordae einen viel geringeren Durchmesser. Somit würde an eingetrockneten oder fossilen Wirbeln die centrale Durchbohrung viel kleiner sein. Darauf ist jedoch kein übermässiges Gewicht zu legen, weil das mit dem Alter wechselt und vielleicht auch bei Stegostoma mit zunehmendem Alter sich ändert.

Bei seitlicher Betrachtung erscheinen die Wirbelkörper etwas länger als bei der vorigen Form (Fig. 5) und von einer schwachen Krümelverkalkung bedeckt. Aufgeworfene Wirbelränder sind nicht vorhanden, dagegen zeigen sich wie bei Stegostoma die Leisten, jedoch sind sie zum Unterschiede von diesem Thiere (Fig. 5) unregelmässig bald zu dritt, bald zu viert vorhanden und in allen Fällen durchaus nicht von gleicher Breite. Mir erscheint auch im Hinblick auf Seylliodus diese Unregelmässigkeit in dem Verhalten und in der Vertheilung der Leisten, den Enden der centralen Strahlen nicht unwichtig und sie muss als ein Zeichen jüngeren Alters angesehen werden. Das Zwischenwirbelgewebe ist schmal, immer aber breiter wie bei Stegostoma. Die Seitenfläche des Wirbelkörpers zwischen den scharfen Rändern ist nicht leicht eingezogen, wie bei Stegostoma, sondern plan oder sogar ein klein wenig vorgewölbt, ein Umstand, welcher auch bei der Bestimmung von Seylliodus wohl ins Auge zu fassen ist.

Die Neurapophysen (Fig. 5 *n*) zeigen wie alle übrigen Bogenstücke krümlige Oberflächenverkalkungen und sind hohe, den Wirbelkörpern in der ganzen Länge aufsitzende, regelmässige, dreispitzige und an den Seiten etwas eingezogene Platten. Die Schaltstücke (Fig. 5 *m*) sind rautenförmig und die Schlussstücke (Fig. 5 *s*) kleine, dreieckige Knorpelchen, ähnlich denen bei Stegostoma. Die Haemaphysen stellen kurze, dreieckige Knorpelchen (Fig. 5 *h*) mit nach abwärts gekehrter Spitze dar, schliessen also nicht den Blutgefässkanal. Das muss durch die intercalaria geschehen. Wie diese sich verhalten, vermag ich jedoch nicht anzugeben, da das Wirbelsäulenstück in seinem unteren Bogentheile sehr unvollständig war.

Das Querschnittsbild, welches Hubrecht¹⁾ von diesem Thiere sowohl, wie von Stegostoma giebt, ist freilich recht schematisch, zeigt aber auf den ersten Blick wesentliche Unterschiede gegenüber den letzteren. Die Strahlenfigur ist eine viel plumpere und die Radiärstreifung hat einer deutlichen Schichtung Platz gemacht.

Von dem funiculus chordae wäre nichts Besonderes zu bemerken, dagegen ist von der Innenzone (Fig. 6 *i*) hervorzuheben, dass dieselbe aus gewöhnlichen, gemischtem Knorpel mit Rundzellen besteht und bis auf eine dünne, innere Lage verkalkt. Sie wird also in Folge ihrer Zusammensetzung und das ist paläontologisch wichtig, keine Knollenverkalkung wie bei Stegostoma zeigen. Von dem centralen Doppelkegel wäre auch nichts Besonderes zu sagen, da sein allgemeines sowohl wie geweb-

1) Bronn's Klassen und Ordnungen des Thierreiches, Bd. VI, Abth. I Pisces.

liches Verhalten vollkommen mit dem des *Stegostoma* übereinstimmt. Desto bedeutsamer ist die Aussenzone.

An dieser ist es nicht mehr möglich Spuren einer *elastica externa* nachzuweisen, dagegen zeigt sie sich sehr deutlich an Querschnitten durch die Wirbelsäule eines sehr jungen *Crossorhinus*, und es geht aus ihrem Verhalten klar hervor, dass die getrennten Bogenbasen einer von vorne herein durchaus einheitlich zusammengesetzten Aussenzone aufsitzen. Wie diese Schnitte ferner lehren, verkalkt die innerste Lage sehr frühzeitig, bevor die Aussenzone unter dem Einflusse sich bildender Gefässe eine besondere Dicke gewinnt, zu einer ringförmig um den centralen Doppelkegel gelagerten Schicht, welche ganz wie bei *Stegostoma* aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel besteht. Während nun aber bei diesem Thiere die Gefässe diese Schicht niemals erreichen, dringen dieselben hier, und zwar recht reichlich und in ziemlicher Stärke bis an den centralen Doppelkegel und umkreisen denselben nahezu vollkommen (Fig. 6). Dieses Verhalten ist für die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich werthvoll. Auch insofern ist das Gefässverhalten von dem der *Stegostomawirbel* abweichend, als dieselben nicht in der ganzen Ausdehnung der Bogenbasen längs der Oberfläche der Wirbelkörper verlaufen und von da aus überall in die Tiefe dringen, sondern die Querschnittsserien lehren, dass die Gefässe von dem Zwischenwirbelraume, also von den Wirbelrändern aus radiär gegen die Wirbelmitte einwuchern. Dies hat dann zur Folge, dass die Verbindung der Bogenbasen mit den Wirbelkörpern bei *Crossorhinus* eine ausserordentlich viel innigere ist, als bei der vorhergehenden Form. Schwache, prochondrale Lamellensysteme (Fig. 6) bilden die Grenze der beiden Wirbelbestandtheile. Im Uebrigen lässt sich auch hier wie bei *Stegostoma* die polygonale oder rosettenförmige Umgrenzung der Aussenzone nachweisen. Der grösste Theil derselben besteht wiederum aus gemischtem Knorpel mit runden Einzelzellen und zeigt von der ringförmigen Verkalkung ausgehende Strahlen. Es sind ihrer acht an der Zahl, zwei dorsale, zwei ventrale und je zwei seitliche, allein das Hervorgehen aus vier primären, geraden Strahlen lässt sich nicht mehr so klar nachweisen, wie bei den vorhergehenden *Seylliolamiden*. Immerhin finde ich keinen Grund anzunehmen, dass die ursprüngliche Anordnung nicht vorhanden gewesen ist. Die Theilung hat eben sehr frühzeitig während der Entwicklung stattgefunden. Wie bei *Stegostoma* sind die senkrechten Strahlen regelmässig und einfach gabelig getheilt, die Seitenstrahlen zeigen dagegen ein unregelmässiges Verhalten insofern, als die sekundäre Gabelung ungleich tief und ungleichmässig erfolgen kann (Fig. 6). Daraus erklärt sich dann das Bild der unregelmässigen Leisten auf der Seitenfläche des Wirbelkörpers (Fig. 5).

Die Form der Strahlen ist eine andere, wie bei *Stegostoma*. Sind sie bei diesem schlank mit geraden Flächen und eben abgestutzten Enden, so sind die Enden hier abgerundet, und die Flächen erscheinen unregelmässig, wellig gebogen (Fig. 6). Dabei tritt die radiäre Anordnung der Zellelemente und damit auch der verkalkten, prochondralen Grundsubstanzen durchaus, gegenüber der schichtförmigen Anordnung, welche den gleichen Charakter trägt, wie bei *Cestracion* in den Hintergrund. Die Zellen liegen dabei mit ihren hyalinen Höfen nicht einzeln in dem zierlichen, regelmässigen, verkalkten Alveolenwerk, sondern sie stehen in Gruppen beisammen, und somit stellt das Kalknetz ein weitmaschige Lücken umschliessendes System dar. Dies ist abermals ein Merkmal, welches die Paläontologie bei der Untersuchung zu beachten hat. Die radiäre Anordnung der Zellelemente ist nur in den zwischenliegenden, unverkalkten Knorpelmassen vorhanden, und zeigt sich hier prochondrale Grundsubstanz bis gegen die freie Oberfläche gleichmässig radiär angeordnet. Die Zusammensetzung der Bogenknorpel ist dieselbe, wie bei *Stegostoma*. Die Oberflächenverkalkungen greifen auf die Fläche der Wirbelkörper über und stellen Krümelablagerungen dar, welche mit den Enden der Strahlen ver-

schmelzen und diesen ein rauhes Aussehen verleihen. Die intercalaria neuralia (Fig. 6) sind durchaus verkalkt.

Abgesehen von der Möglichkeit, dass *Scylliodus antiquus* ein *Crossorhinus* ist, kenne ich nur einen einzigen fossilen *Crossorhinus* und zwar aus dem Gault von Cambridge. Es handelt sich um einen einzigen Wirbel, welchen ich der Güte meines verstorbenen Collegen v. Seebach verdanke, und habe ich bezüglich der Zugehörigkeit lange geschwankt, um so mehr, weil ich keine mikroskopische Analyse anstellen konnte. Das Durchschnittsbild (Fig. 10) ist aber ein so ausgezeichnetes, dass ich immer wieder auf die Zugehörigkeit zu *Crossorhinus* zurückkommen muss. Ich wüsste wenigstens keinen *Scylliolamniden* oder *Lamniden*, welchem ich denselben zuschreiben könnte. Ich dachte zuerst an *Carcharodon*, allein die Zartheit des centralen Doppelkegels, die ausserordentlich wenig aufgeworfenen Wirbelränder weisen deutlich auf einen *Scylliolamniden* hin, welcher, wenn er auch nicht mit *Crossorhinus* identisch ist, so doch als ein Vorläufer desselben angesehen werden muss, welcher den *Hybodonten* ausserordentlich nahe stand, wenn nicht selber gar ein *Hybodonte* war.

Die Wirbelhöhlung (Fig. 7) hat keine deutlich ausgeprägte Randfläche. Der Rand ist wie immer bei den älteren Formen übergebogen. Da das Thier eine bedeutende Grösse gehabt haben muss, so sind die Schichtungsstreifen überaus reich und deutlich entwickelt. Die centrale Durchbohrung ist ausserordentlich klein, und das Aussehen des Querschliffes an der betreffenden Stelle weist darauf hin, dass eine beträchtliche Verkalkung der Innenzone vorhanden ist. Die Umgrenzung der Wirbelhöhle ist nicht kreisrund, sondern mehr rechteckig, wie wir es ja ähnlich bei dem lebenden *Crossorhinus* sehen. Dabei treten die Bogenansätze (Fig. 7) mehr oder minder deutlich über den Rand vor, wie überhaupt die Oberfläche des Wirbelkörpers zwischen den Wirbelrändern ein klein wenig vorgebuchtet erscheint. Das ist ja ebenfalls bei *Crossorhinus* der Fall.

Bei seitlicher Betrachtung fallen zunächst die wenig ausgeprägten Wirbelränder (Fig. 8) in die Augen, sowie die zwischen ihnen ziehenden, queren, unregelmässigen, schmalen Leisten, deren Lücken mit Gesteinsmasse erfüllt sind. Diese Leisten sind nur theilweise vollständig und undeutlich in drei oder vier Gruppen zusammengefasst. Bei der Betrachtung der dorsalen Fläche (Fig. 9) erscheint ein regelmässigeres Bild, insofern den Ansätzen der Bogenbasen entsprechend zwei grosse, mit Gesteinsmassen erfüllte, seitliche Gruben und zwischen diesen zwei kleinere, mittlere auftreten. Dieselben sind von regelmässigen, vollständigen Leisten begrenzt und wie bei *Crossorhinus* von ovaler Gestalt.

Auf dem mittleren, senkrechten Querschnitt (Fig. 10) zeigt sich zunächst ein sehr dünner, centraler Doppelkegel (Fig. 10 *d*), rings um denselben aber eine stärkere Verkalkungsschicht der Aussenzone und mit dieser in Zusammenhang vier starke, gerade und namentlich seitlich stark entwickelte Strahlen. Dieselben sind ungemein viel deutlicher als bei *Stegostoma*. Ihre Zahl ist stammesgeschichtlich von ausserordentlichem Werth und weist klar auf den Bau der Wirbel noch älterer *Scylliolamniden*, beziehungsweise *Hybodonten* hin. Der Wirbelquerschnitt bietet, wie bei *Stegostoma*, das Bild eines Kreuzes, dessen Arme an die Bogenbasen stossend die Hauptmasse des unverkalkten Knorpels der Aussenzone bilden (Wirbel mit einfachem Knorpelkreuz). In die Strahlen dringen bis in die verkalkte Ringschicht an dem centralen Doppelkegel, und das ist für mich entscheidend gewesen, den Wirbel einem *Scylliolamniden* und zwar einer *Crossorhinus* nahe stehenden Form zuzuweisen. Gefässcanäle, welche in der Wirbelmitte, wie bei der lebenden Form, ringförmig angeordnet sind. Sie zeigen sich als schwarze, scharf begrenzte Streifen (Fig. 10). Gegenüber diesem Verhalten tritt der Unterschied in der Theilung der Strahlen, welche im Uebrigen einen Schichtenbau wie bei *Crossorhinus* zeigen, in den Hintergrund, um so mehr, als wir sehen, dass mit zunehmendem Alter und mit zunehmender

Grösse die Zahl der Theilstrahlen sich vermehrt. Das gilt ganz besonders für die Seitenstrahlen. Der dorsale und ventrale Strahl erinnern in ihrem Verhalten (Fig. 10) lebhaft an die ursprüngliche, einfache, gabelige Theilung. Diese tritt auch immer ohne Weiteres klar zu Tage, und die Nebenstrahlen sind nur unbedeutend entwickelt. Von der Vielheit und Unvollständigkeit der Nebenstrahlen ist selbstverständlich das Bild der Oberfläche, wie ich es vorhin beschrieb, abhängig.

Ginglymostoma.

Wie ich bereits in der Einleitung zu diesem Capitel erwähnte, bin ich nicht allein in der glücklichen Lage gewesen ein grosses, ausgewachsenes Exemplar von *Ginglymostoma cirratum* sowohl bezüglich der vorderen und hinteren Schwanzwirbel, als auch der Rumpfwirbel zu untersuchen, sondern ich verfügte auch über einen sehr jungen *Ginglymostoma cirratum*, sowie über ein Stück der Schwanzwirbelsäule eines *Ginglymostoma Ruppeli*. Dabei ist es mir vollauf klar geworden, wie durchaus nothwendig es ist, nicht allein die verschiedenen Körperabschnitte auf den Bau der Wirbel hin zu untersuchen, sondern auch die verschiedenen Entwicklungsstufen. Die Verschiedenheiten der Form der Rumpf- und Schwanzwirbel, die Unterschiede während der verschiedenen Altersstadien sind so gewaltige, dass ohne Kenntniss derselben eine sichere Bestimmung fossiler Wirbel unmöglich sein wird. Das gilt ganz besonders für die *Scylliolamnidae* und *Lamnidae*, und weil mein Material bei *Crossorhinus*, *Stegostoma* und zum Theil bei den *Lamniden* in dieser Beziehung nicht ausreichte, so erklärt sich daraus das Unsichere, welches zu meinem grossen Bedauern aus der Schilderung der Wirbel zugehöriger, fossiler Thiere oftmals hervorleuchten wird.

Ginglymostoma Ruppeli oder *concolor* ist ja von Günther als *Nebrius* von *Ginglymostoma* getrennt worden. Die Verschiedenheit im Baue der Wirbel, welcher freilich noch bei älteren Thieren weiter untersucht werden muss, stützt einstweilen diese Unterscheidung, und ich für meinen Theil glaube, dass Günther mit der Trennung Recht hat.

Ich habe zu bedauern, dass die Verhältnisse der äusseren Form der Wirbel an dem jungen *Ginglymostoma cirratum* nicht gut festzustellen waren, und dass ich an denen des erwachsenen *Ginglymostoma cirratum* nur die Wirbelkörper, nicht dagegen die Bogenabschnitte untersuchen konnte. Wäre das der Fall gewesen, dann hätte ich bessere Anhaltspunkte für die Beurtheilung der Günther'schen Auffassung gehabt, und es wäre sogar möglich gewesen zu sagen, welche Form als die ältere aufzufassen ist, während ich jetzt nur der Vermuthung Ausdruck geben kann, dass in Folge des einfacheren, an *Stegostoma* erinnernden Wirbelbaues *Nebrius* älter ist, als *Ginglymostoma*.

Ich beginne daher die Schilderung zunächst mit

Nebrius

(*Ginglymostoma*) *Ruppeli*.

Die Wirbelhöhlung ist nicht vollkommen kreisrund (Fig. 11), sondern ähnlich der der bisher beschriebenen *Scylliolamnidae* an der Schwanzbasis mehr viereckig, quadratisch. Die geringen Abplattungen entsprechen den Ansätzen der Bogenbasen. Die centrale Durchbohrung ist klein und die Randfläche nur sehr wenig ausgeprägt, dafür sind aber sparsame Schichtungsstreifen nachweisbar.

Bei seitlicher Betrachtung sieht man, ein Zeichen, dass man es mit einem ziemlich ausgewachsenen Exemplare zu thun hat, und das wird auch durch den Querschnitt (Fig. 21 o) bestätigt, dass Oberflächenverkalkungen in ziemlich dicker Schicht den Wirbelkörper bedecken, wie sich solche auch

an den Bogenstücken finden. Die Regelmässigkeit des Bildes der Seitenfläche der Wirbelkörper erinnert mehr an *Stegostoma*, wie an *Crossorhinus*. Dieselben sind ein wenig höher als lang, und ragen die Bogenbasen über die Seitenfläche nur wenig vor, ähnlich wie bei den ältesten *Scylliolamniden*. Aufgeworfene Wirbelränder sind nicht vorhanden, und das Zwischenwirbelgewebe ist sehr schmal. In ziemlich regelmässigen Abständen treten vier Leisten (Fig. 15) auf, deren Breite und Abstand nicht überall gleich ist. Die Entfernung nimmt von unten nach oben (Fig. 15) zu. Die dorsale Leiste zeigt sich oft an ihrem Ende, an dem Wirbelrande getheilt.

Die Neurapophysen (Fig. 15 *n*) sind mehr vierseitige, in der Nähe der Basis eingeschnürte und in der Mitte stark verkalkte Platten, zwischen denen sich keilförmig, an dem Ende ebenfalls gerade abgeschnittene *intercalaria* (Fig. 15 *in*) einschieben. Es lässt sich dabei deutlich *Diplospondylie* nachweisen. Schlussstücke habe ich nicht auffinden können. Dafür existirt aber ein oberes, elastisches Längsband. Die Haemapophysen (Fig. 15 *h*), zwischen denen sich ganz gewiss ausgedehnte Schaltstücke einschieben werden, haben die Gestalt wie bei *Crossorhinus* und sind kurze, dreiseitige Platten.

Der Querschnitt eines *Nebrius*wirbels (Fig. 21) gleicht dem eines solchen von *Stegostoma* ganz ausserordentlich, insofern die Strahlen schlank, gleichmässig, in derselben Vertheilung vorkommen. Freilich zeigen sie keine radiäre Streifung, wie bei *Stegostoma*, sondern, wie bei *Crossorhinus*, wenn auch undeutlich, regelmässige Schichtung. Sie reichen zwischen den Bogenbasen bis an die Oberfläche und hängen hier mit den Oberflächenverkalkungen (Fig. 21 *o*) fest zusammen.

Auch hier findet sich ein stark zusammengedrückter *funiculus chordae*. Die Innenzone (Fig. 21 *i*) ist, wie bei *Crossorhinus*, verkalkt und besteht, wie bei diesem, aus gewöhnlichem gemischtem Rundzellenknorpel. Der centrale Doppelkegel (Fig. 21 *d*) besitzt denselben Bau wie bei den anderen *Scylliolamniden*, erscheint mir aber namentlich im Wirbelcentrum etwas stärker, gewiss ein Zeichen jüngeren Alters. Die Aussenzone (Fig. 21), an welcher ich keine *elastica* mehr nachzuweisen vermochte, ist mir dadurch im höchsten Grade interessant geworden, als sie eine viel grössere Uebereinstimmung mit der von *Stegostoma* als von *Crossorhinus* zeigt, so zwar, dass man dieselbe direkt von jener ableiten könnte. Sie ist vor Allem durch ein an den sich vorwölbenden Bogenbasen der Oberfläche parallel verlaufendes Gefässlager ausgezeichnet, welches jedoch nicht in die Tiefe dringt. Damit deutet es auf ältere Stammformen, als *Stegostoma* hin. Die Bogenstücke trennen sich dem entsprechend leicht von dem Wirbelkörper, und es erklärt sich somit auch hier wieder das grössere Höhen- gegenüber dem Längen- und Breitenwachsthum.

Die Aussenzone besteht, wie bei *Stegostoma*, aus einem gemischten Knorpel, in welchem die hyaline und die prochondrale Grundsubstanz ziemlich gleich gemischt sind. Die Verkalkungsschicht an dem centralen Doppelkegel ist ziemlich dünn und zeigt dieselbe Anordnung der Elemente, wie bei den übrigen *Scylliolamnidae*. In der eigentlichen Hauptmasse treten dann die schlanken Kalkstrahlen auf und zeigen dieselben, was die mikroskopische Zusammensetzung betrifft, ein Verhalten wie bei *Stegostoma*, nur haben die breiten, radiären, prochondralen Verkalkungslamellen, welche jene Thiere auszeichneten, keine solche Ausdehnung. Im Uebrigen ist eine radiäre Anordnung der, wie in den periostalen Keilen einzeln liegenden Rundzellen nicht zu verkennen, allein sie zeigen daneben deutlich eine Schichtenanordnung, somit einen Uebergang zu *Crossorhinus*. In den seitlichen Strahlen ist auch hier die radiäre Anordnung deutlicher, als in den senkrechten. In den unverkalkten, zwischen den Strahlen befindlichen Massen ist die radiäre Anordnung seitlich wieder am deutlichsten, und hier zeigen sich, wie bei *Stegostoma*, die prochondralen Lamellen, welche auf dem Schnitte wie Fasern aussehen. Dorsal und ventral ist dagegen die Anordnung der Elemente und des prochondralen Alveolenwerkes

keine streng strahlige, sondern mehr eine bogenförmige, gegen die Mitte des Zwischenraumes zwischen den Kalkstrahlen gerichtete. Im Uebrigen ist die Form der Zellen dieselbe, wie bei *Stegostoma*. An den ventralen und auf der rechten Seite (Fig. 20) an den seitlichen Strahlen sieht man deutlich, wie dieselben aus einem ursprünglich einheitlichen Strahl hervorgehen. Derselbe theilt sich gabelig, um seitlich wieder zwei untergeordnete Zweige zu treiben. Von den Bogenstücken wäre nur zu merken, dass die durchgehende Verkalkung an den Stücken des Rückenmarksbogens stärker entwickelt ist (Fig. 20 *n*), als bei den anderen *Scylliolamiden*. Sonst ist die mikroskopische Zusammensetzung die gleiche.

Was nun

Ginglymostoma

cirratum betrifft, so war es für mich von besonderem Interesse, die Entwicklung der Theile im Inneren der Wirbel zu betrachten, und habe ich das mittelst Längs- und Querschnitten (Fig. 19, 20) gethan. Der Längsschnitt (Fig. 20) zeigt auf das Deutlichste, und das zeugt für das hohe Alter der Thiere, dass die Chorda ursprünglich nur wenig durch die vertebrale Vorwulstung der Aussenzone (Fig. 20 *a*) eingeschnürt wurde, nur wenig mehr, als durch das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 20 *iv*). Die vertebrale Einschnürung wurde nachträglich durch eine mächtige vertebrale Wucherung (Fig. 20 *i*) der Innenzone bedingt, welche zur Bildung eines ausgedehnten *funiculus chordae* (Fig. 20 *fc*) führte und so weit ging, dass der Wirbel in der Mitte nicht einfach von einer Oeffnung, sondern von einem vollkommenen Canal durchbohrt wurde. Der Doppelkegel (Fig. 21 *d*) ist diesen Verhältnissen entsprechend recht flach. Das Wachsthum der Innenzone zeigt sich auch darin, wie auch vor Allem der Druck, welcher bei dem concentrischen Wachsthum durch die zusammengedrückte Rückensaite ausgeübt werden musste, dass die Zellen sowohl, wie die prochondralen Massen (Fig. 20) vom Centrum des Doppelkegels aus divergirend gegen die Enden des *funiculus chordae* gerichtet sind. Der von dem Centrum gegen die Peripherie gehende Gegendruck hat die Massen seitlich, nach vorne und hinten getrieben und bedingt die Vorquellung der Innenzone gegen die Wirbelhöhlung (Fig. 20) als dem Punkte des geringsten Widerstandes. Dabei will ich bemerken, dass die Zellen in diesem Entwicklungsstadium noch sehr lange Ausläufer besitzen und mannichfaltige Gestalten aufweisen, wie solche vielfach in der Innenzone bei älteren *Elasmobranchiern* vertreten sind. Von dem centralen Doppelkegel (Fig. 19, 20 *d*) wäre Nichts weiter hervorzuheben.

Der gemischte, wesentlich Rundzellen enthaltende Knorpel der Aussenzone ist aber dadurch interessant, dass sich an seiner Oberfläche keine Gefäße, wohl aber unter den Bogenbasen Reste der *elastica externa* (Fig. 19 *ee*) nachweisen lassen. Diese grenzen den Bogen- und Wirbelkörperantheil vollkommen deutlich ab und zeigen, dass die Bogen vollkommen getrennt dem Wirbelkörper, welcher hauptsächlich von der Aussenzone gebildet wird, aufsitzen. Dabei gelit der Bogenknorpel zusammenhängend in den des Wirbelkörpers über, ein wichtiger Unterschied gegenüber *Nebrius* und ein Zeichen jüngeren Alters. Die Zellelemente ordnen sich in der Aussenzone nirgends radiär, wie bei den bisher betrachteten *Scylliolamiden*, zeigen vielmehr eine concentrische Anordnung, und das zeigt sich am Deutlichsten an den verkalkten Abschnitten. Dieselben bilden einmal die bekannte, dünne Ringzone an dem Doppelkegel (Fig. 19 *a*) und dann die Strahlen, welche jedoch zu dieser Entwicklungsperiode erst im Beginne ihrer Bildung noch nicht die Oberfläche der Aussenzone erreichen. Man unterscheidet einen dicken, einfachen, ventralen, zwei dorsale und je zwei seitliche Strahlen, welche letztere wieder deutlich aus einem primären Seitenstrahl hervorgehen. Sie zeigen eine Schichtung und gewebliche

Verhältnisse wie bei *Crossorhinus*. In wechselnden Lagen ist die prochondrale, ein Alveolenwerk bildende Grundsubstanz ausgedehnter oder steht in der Entwicklung zurück. Demnach ist in dem ersteren Falle das Kalknetz dicker, im anderen dünner. Daher das Schichtenbild. Dabei sind die runden Zellen nicht wie bei *Nebrius* und *Stegostoma* einzeln, wie in den periostalen Keilen, sondern zu kleinen Gruppen vereinigt. Also auch darin ein Anklang an die Verhältnisse bei *Crossorhinus*.

Ganz ausserordentlich interessant und wichtig ist es nun die Weiterentwicklung der Wirbelkörperelemente und vor Allem der Strahlen, sowie das dadurch bedingte, veränderte Aussehen der Oberfläche an den verschiedenen Abschnitten des Körpers bei erwachsenen Thieren zu verfolgen, und damit will ich jetzt beginnen, zuvor aber einen Blick auf die Wirbelhöhlung werfen.

Die Wirbelhöhlung ist überall flach. Der funiculus chordae und die Innenzone sind vollkommen verkalkt. Dabei zeigen sich überall reichliche und dicht gedrängte Schichtungsstreifen (Fig. 12, 13, 14), ein Zeichen des Schichtenbaues im Inneren. Eine Randfläche ist entweder gar nicht oder nur in Andeutungen (Fig. 14) vorhanden. Am hintersten Theile des Schwanzes (Fig. 12) und am Rumpfe (Fig. 14) ist die Form der Wirbelhöhlung ziemlich dieselbe. Sie ist polygonal mit dorsaler Vorrangung und seitlich davon abgeschrägten Rändern zum Ansatz der Rückenmarksbogen, während die Ansätze der Haemapophysen am Rumpfe weniger stark, stärker dagegen am hinteren Theile des Schwanzes (Fig. 12) auftreten. In der ventralen Mittellinie zeigt sich eine leichte, flache Einziehung. Die Form ist also rund, kartenherzförmig, mit dorsaler Spitze. Die Oberfläche ist zwischen den Wirbelrändern kaum vorgequollen, sondern plan oder sogar leicht eingezogen (Fig. 16, 18). Anders gestaltet sich das Bild an der Basis des Schwanzes (Fig. 13). Die Umgrenzung der Höhle erscheint hier vierseitig, wie bei *Nebrius*. Die Wirbeloberfläche und die die Bogenbasen umgrenzenden Kalkleisten (Fig. 13) springen tutenartig vor. Bei der Betrachtung von der Seite erscheinen die Wirbelränder wenig ausgedehnt, schmal (Fig. 16, 17, 18). Ganz besonders am Rumpfe ist die Höhe der Wirbel viel bedeutender, als die Länge. Sie besitzen eine Schmalheit etwa wie die der *Pristiden*. An den Schwanzwirbeln sieht man den Bogenbasen entsprechend breite Knorpelfelder (Fig. 16). Sie sind namentlich aber dorsal (Fig. 16, 17) ausgedehnt, und zwischen diesen erscheinen am hinteren Theile des Schwanzes (Fig. 16) unregelmässig und unterbrochen, am vorderen Schwanzabschnitte (Fig. 17) ziemlich regelmässig und vollständig, oft aber getheilt transversale, schmalere und breitere Leisten. Am Rumpfe sind die Ansatzfelder der Bogen an der Seitenfläche der Wirbelkörper ventral weit emporgerückt (Fig. 18). Wenn der Wirbel ausgetrocknet ist und die Knorpelmassen zwischen den Leisten verschwinden, so zeigen sich diese zwischen den Wirbelrändern wie die Blätter eines Buches und lassen sich in strahlenförmiger Anordnung, durch allmählig an Ausdehnung abnehmende Zwischenräume getrennt, bis tief in das Wirbelinnere verfolgen.

Den Wirbelquerschnitt hat bereits v. Kölliker¹⁾ beschrieben, allein, da er keine bestimmten Angaben gemacht hat, lässt sich nicht entscheiden, ob ihm *cirratum* oder ein anderer *Ginglymostoma* zur Untersuchung vorgelegen hat. Jedenfalls ist so viel sicher, dass seine Abbildungen nicht mit den meinen übereinstimmen. Er giebt folgende Beschreibung:

„Die einfacheren Schwanzwirbel zeigen folgende Verhältnisse. Der chordale Wirbelkörper besteht aus einem wie gewöhnlich beschaffenen Doppelkegel mit 7 äusseren, kleinen Kanten, von denen zwei oben, je zwei seitlich und eine unten stehen. Umgeben wird dieses Centrum des Wirbels zunächst von Knorpel und dann folgen äussere Ossificationen, welche in vier Hauptgruppen rechts,

1) Verhandlungen der senckenbergischen naturforschenden Gesellschaft.

links, oben und unten vertheilt sind. Die seitlichen bestehen aus je zwei, an den Enden der Wirbel unter sich und mit dem inneren Doppelkegel verschmolzenen Massen, die zum Theil aus Knorpelknochen, zum Theil aus Faserknochen bestehen und nach aussen und zwischen sich ächten Faserknorpel mit starken, radiären Fasern zeigen. Die obere Ossification ist in der Mitte des Wirbels doppelt, an den Enden durch eine Querbrücke verschmolzen, enthält zwischen ihren Theilstücken hyalinen Knorpel, zeigt jedoch an der äusseren Fläche ebenfalls Faserknorpel. Aehnlich verhält sich auch die untere Ossification, nur dass diese nirgends aus getrennten Stücken besteht. In den von den Bogen aus zwischen die vier äusseren Ossificationsmassen eindringenden Knorpelmassen finden sich einzelne Blutgefässe“.

„Die vorderen Wirbel von *Ginglymostoma* sind verwickelter gebaut, als die des Schwanzes. Zwar sind die äusseren Kanten des chordalen Doppelkegels hier so zu sagen nur angedeutet, dafür sind aber die äusseren Ossificationen viel verwickelter gebaut. Verglichen mit den hinteren Wirbeln fällt besonders die grosse Entwicklung der unteren Ossification auf, sowie das Vorkommen von seitlichen Verbindungen der Strahlen dieser Knochenmassen, so dass der ganze Wirbelkörper ähnlich wie bei gewissen Lamniden aussen und innen wie eine radiäre Schichtung zeigt“.

Wie man sieht, könnte der Anfang der Beschreibung auf einen embryonalen Schwanzwirbel bezogen werden. später passt sie wenigstens für *Ginglymostoma eirratum* nicht mehr, trotzdem ich überzeugt bin, dass mein Colleague v. Kölliker bei Uebersendung des Wirbels eine richtige Diagnose des Trägers gemacht hatte.

Die ursprünglichen Verhältnisse erscheinen (Fig. 22, 23, 24) auf dem Querschnitte an allen Abschnitten klar und deutlich. Sehen wir ab von der verkalkten Innenzone und dem centralen Doppelkegel, so zeigt sich an der Schwanzbasis und am Rumpfe deutlich eine um den letzteren gelagerte, verkalkte Schicht der Aussenzone (Fig. 23, 24), von welcher vier primäre, gerade, kurze Strahlen ausgehen. Dieselben theilen sich hinten (Fig. 22) am Schwanze einfach dichotomisch, dagegen zeigen an der Schwanzbasis einzelne der Strahlen, namentlich dorsal, kleine Nebenausläufer, welche jedoch keine Verbindung mit einander haben. Seitlich (Fig. 23) findet ausser der einfachen Gabelung auch eine unregelmässige sekundäre, ja selbst tertiäre Theilung statt. An dem Rumpfe (Fig. 24) ist die Spaltung namentlich des mächtig entwickelten, ventralen Strahles noch viel weiter vorgeschritten, jedoch habe ich niemals eine Verbindung der Strahlen unter einander gefunden, wohl aber, wie v. Kölliker sagt, Andeutungen von hineingewucherten Gefässen, welche ja ursprünglich nicht da waren. Wir haben es also am Schwanze und am Rumpfe mit einer einfachen Strahlenordnung zu thun. Allerdings sieht man an der Schwanzbasis Andeutungen der Verhältnisse, wie sie am hinteren Abschnitte desselben herrschen. An den einzelnen Strahlen (Fig. 23) kommen rechtwinklig aufsitzende Zacken vor. Sie sind an den hinteren Schwanzwirbeln (Fig. 22) ausgewachsen und manchmal wie ein Ofenrohr geknickt. Hier werden namentlich an den seitlichen Strahlen Verbindungen vorkommen, allein jedenfalls sind dieselben sparsam, sparsamer als v. Kölliker in seiner Arbeit beschreibt. Das Querschnittsbild ist so bezeichnend, dass es schwer zu verkennen ist, und ich denke, es wird bei der Bestimmung fossiler Wirbel noch gute Dienste leisten. Die mir trocken übersandten Wirbel zeigen überall deutlich den Bau der Wirbel mit einfachem Knorpelkreuz, wie v. Kölliker sie nennt. Eine mikroskopische Analyse habe ich des Zustandes der Wirbel halber unterlassen; ich denke, der Mangel ist nicht sehr fühlbar, weil ja bereits der jugendliche Wirbel, vielleicht mit alleiniger Ausnahme der später eindringenden Gefässe die nöthigen Anhaltspunkte liefert.

Otodus.

Ich habe für die jetzt zu beschreibenden Wirbel mit Vorbedacht die Bezeichnung *Otodus* gewählt, einmal, weil ich den Fundorten nach zu urtheilen, in welchen die Zähne von *Otodus* zahlreich vertreten sind, annehmen muss, dass dieselben diesem ausgestorbenen Geschlechte angehören und dann weil, wenn auch die Form und der gewebliche Aufbau der Wirbel dem der vorhin beschriebenen *Scylliolamniden* sich eng anschliesst, dennoch so mancherlei Abweichungen in der Zusammensetzung, namentlich in der Gestaltung des Strahlenbildes sich zeigen, dass ein einfaches Zurückführen auf die Vertreter *Stegostoma*, *Crossorhinus* und *Ginglymostoma* nicht ohne Weiteres thunlich erscheint. Dabei will ich denn auch nicht unterlassen hervorzuheben, dass die Unterschiede gegenüber den *Lamnidae*, namentlich gegenüber den Jugendstadien von *Oxyrhina* und *Odontaspis*, sowie ganz besonders gegenüber *Alopias* so wenig hervortretend sind, dass es überaus schwierig ist, mit voller Bestimmtheit zu sagen, dieser oder jener Wirbel gehört einem *Otodus* oder *Scylliolamniden*, oder einem Thiere aus dem Geschlechte *Lamna* an. Es sind unzweifelhaft ganz allmähliche Uebergänge von einem zum andern vorhanden, wie Aehnliches auch das Studium der fossilen Zähne lehrt. Es bedarf eines grossen Materiales jüngerer und älterer, lebender Thiere, sowie eines reichlichen paläontologischen Stoffes, um klar und scharf die Nuancen im allgemeinen Bilde der Wirbel der *Scylliolamnidae* und der *Lamnidae* zu zeichnen.

Wirbel, welche in ihren allgemeinen Formverhältnissen denen der ältesten unter den *Scylliolamniden*, *Stegostoma* und *Crossorhinus*, vor allem aber *Nebrius* nahe stehen, ohne jedoch mit dem einen oder dem anderen identisch zu sein, kenne ich nur sehr wenige, und bezüglich dieser bin ich lange Zeit schwankend gewesen, ob ich nicht einen Theil derselben *Alopias* zuschreiben sollte. Merkwürdigerweise stammen dieselben alle aus jüngeren Perioden, und sie gehören dem Eocæn von Sheppy und dem berliner Museum an, nur ein einziger Wirbel entstammt dem Crag von Vieux Dieu und dem brüsseler Museum. Bezüglich des Letzteren bin ich keinen Augenblick zweifelhaft gewesen denselben einem *Scylliolamniden* zuzuschreiben, und will ich daher mit dessen Schilderung beginnen. Habe ich eine Abbildung desselben unterlassen, so liegt das darin, dass derselbe in seinen äusseren Formen wenig deutlich hervortrat und auf dem mittleren Querschnitt ein Strukturbild darbot, welches dem des *Stegostoma*, vor allem aber des *Ginglymostoma Ruppeli* (*Nebrius concolor*) entsprach. Es handelt sich um einen Schwanzwirbel eines gewaltigen Thieres in $\frac{3}{4}$ der Grösse des Wirbels von Sheppy (Fig. 25).

Die mit zahlreichen Schichtungsstreifen versehene Höhlung ist flach, ohne deutlich umgrenzte Randfläche, dagegen mit übergebogenem Rande. Seitlich betrachtet ist das Verhältniss der Höhe zur Länge wie bei dem Wirbel von Sheppy (Fig. 25). Die Wirbelränder treten nur noch weniger hervor, sind ungemein schmal, und die Zahl der queren Leisten ist nur um ein Paar geringer. Im Uebrigen ist das Bild dasselbe. Auf dem mittleren Querschnitt zeigt sich deutlich, dass der *funiculus chordae* sowohl, wie die ganze Innenzone verkalkt ist, ganz wie bei *Nebrius*. Auch der centrale Doppelkegel verhält sich in gleicher Weise. Von der in dünner Lage um den centralen Doppelkegel verkalkten Aussenzone erheben sich dorsal, ventral und seitlich kurze, primäre Strahlen, welche namentlich seitlich am stärksten entwickelt sind. Erst von diesen gehen dann wie bei *Stegostoma* und *Nebrius* gerade, schlanke, bis zur Oberfläche reichende Strahlen aus, welche dem Wirbelquerschnitt ein so bezeichnendes Aussehen verleihen. Zwischen die Bogenbasen einragend sind sie ähnlich wie bei *Ginglymostoma* so angeordnet (Fig. 27), dass das Knorpelkreuz deutlich zum Vorschein kommt. Dabei sind die Strahlen an den Enden, also an der Oberfläche nicht kolbenförmig verdickt, und es ist darauf als

Unterscheidungsmerkmal gegenüber den Wirbeln der Lammiden Werth zu legen, sondern die Strahlen nehmen vom Centrum gegen die Peripherie ganz allmählig und gleichmässig an Stärke zu. Dieses Verhalten hat mich immer wieder davon abgehalten, diese Wirbel Alopias zuzuschreiben. Die Strahlenanordnung ist in dem Wirbel aus dem Crag eine sehr einfache. Jeder der senkrechten, primären Strahlen, von welchen der ventrale der kürzeste ist, ist einfach gabelig getheilt und nur an den dorsalen Theilästen treten ähnlich wie bei den Wirbeln von Sheppy (Fig. 27) an der medianen, also den Bogenbasen abgewandten Seite kurze Nebenstrahlen auf, von welchen nur zwei die Oberfläche erreichen. An den primären Seitenstrahlen ist eine so einfache und regelmässige Theilung wie bei *Stegostoma* nicht nachzuweisen. Die Theilung ist ein wenig verwickelter, wie bei *Nebrius*. Es zeigt sich auf beiden Seiten eine Spaltung in drei Strahlengruppen, von denen jede sich verschieden verhält, allein einfacher wie bei den Wirbeln von Sheppy (Fig. 27). Entweder zeigt jede Gruppe eine Gabeltheilung und jeder untergeordnete Zweig kann dann an seinem Ende noch einmal zweigetheilt sein, oder es treten den Bogenbasen abgewandt an dem Ende mehrere kürzere oder längere Nebenstrahlen auf, welche alle bis an die Oberfläche verlaufen. Es zeigt sich einfache, einseitige Fiederung. Eine Schichtung der Strahlen ist wie bei *Nebrius* nur schwach angedeutet.

Die Höhlung des Wirbels von Sheppy war nicht in allen Theilen erhalten, ausserdem auch mit Gesteinsmasse gefüllt, allein es liess sich trotzdem das allgemeine Formverhältniss dahin feststellen, dass dieselbe ein stehendes Oval mit zahlreichen Schichtungsstreifen und kaum ausgeprägter Randfläche, dagegen mit übergebogenem Rande bildet. Zudem ist dieselbe recht flach. Die Wirbelseitenfläche erscheint über dem Rande ein wenig vorgequollen, und namentlich die Umgrenzung der Ansatzfelder der Bogen (Fig. 25) springt deutlich vor. Wie die grubenartigen Vertiefungen zwischen ihnen lehren, sind die Bogenbasen im Leben wie bei allen *Seylliolamuiden* getrennt gewesen und waren gegen den Wirbelkörper vorgebuchtet. Der ungemeinen Grösse des Wirbels entsprechend treten die Wirbelränder etwas stärker vor, sind aber dennoch im Verhältniss zur Grösse schmal. Das Verhältniss der Höhe zur Länge beträgt 5:2. Zwischen den Rändern sieht man dorsal und ventral die bereits erwähnten breiten Gruben für die Bogenbasen und zwischen ihnen statt breiter Leisten, wie bei den Lammiden, schmale, zarte, welche ziemlich regelmässig, unter einander parallel nur hie und da (Fig. 25) an den Enden Andeutungen von Theilungen zeigen.

Das Querschnittsbild (Fig. 26) ist wiederum ein sehr zierliches und lässt sich nicht unschwer aus dem des *Nebrius* herleiten. Die Innenzone (Fig. 26 *i*) sowohl, wie der *funiculus chordae* sind vollkommen verkalkt. Der dünne, centrale Doppelkegel (Fig. 26 *d*) bietet dieselben Verhältnisse, ebenso wie die ringförmig um denselben gelagerte Verkalkungsschicht, von welcher auch hier wie bei dem vorigen Wirbel, nur etwas kürzer, vier primäre Fortsätze ausgehen, aus welchen sich dann die Strahlen bis zur Oberfläche schlank und eben begrenzt, mit lamellöser Schichtung erheben. Eine Verbindung der Strahlen unter einander ist nirgends vorhanden, und das Knorpelkreuz zeigt deutlich, dass wir es mit einem Schwanzwirbel zu thun haben. An dem dorsalen und ventralen Strahl lässt sich auch hier trotz der Nebenstrahlen die einfache Grundtheilung, die Zweitheilung, nachweisen, während dagegen seitlich auch hier wieder (Fig. 26) drei Strahlengruppen sich unterscheiden lassen, jede am Anfange meistens, wie auch an den Enden, wiederum einfache Theilung zeigend. Zuweilen zeigen jedoch die Strahlen, welche unmittelbar an die Bogenbasen grenzen, das Bild einfacher, einseitiger Fiederung, wie wir es bei dem Wirbel aus dem Crag kennen lernten.

Die bedeutende Grösse der Wirbel ist um so interessanter, weil die Paläontologen, namentlich

Agassiz¹⁾, seit langem von Sheppy grosse Otoduszähne unter dem Namen *Otodus obliquus* bezeichnet haben.

Damit ist nun aber der Reichthum der Insel Sheppy an Otoduswirbeln nicht erschöpft, sondern es kommen noch andre, anderen Geschlechtern angehörige vor. Wir wissen ja auch, dass ausser *Otodus obliquus* Zähne, als *Otodus macrotus* von Agassiz bezeichnet, dem gleichen Fundorte entstammen. Ich will dahin gestellt sein lassen, ob die von mir bestimmten Wirbel (Fig. 27, 38, 39, 40), welche theils dem berliner (Fig. 27), theils dem leidener (Fig. 38, 40), theils dem bonner Museum (Fig. 39) angehören, zweien verschiedenen Gattungen angehören, wofür einige Besonderheiten des inneren Aufbaues sprechen. Im äusseren Aussehen ähneln dieselben einander so sehr, dass darauf allein keine Gattungsunterschiede zu gründen wären. Die gleiche Form bildet Agassiz²⁾ unter der Bezeichnung *Lamna* ab.

Von der vorigen unterscheiden sich diese, sowie die übrigen von mir noch zu beschreibenden Otoduswirbel durch ihre runde Form. Die Höhlung zeigt wiederum kaum eine Randfläche, dagegen ist der Rand übergebogen und die Tiefe ist etwas bedeutender, als bei den früheren Wirbeln. Schichtungsstreifen sind überall zahlreich nachweisbar. Bei Betrachtung von der Seite sieht man deutlich, dass man es bei dem einen Wirbel (Fig. 27) mit einem Rumpfwirbel zu thun hat, während die übrigen, sowie die von Agassiz dargestellten Schwanzwirbel sind. Ersterer ist unverkennbar ausgezeichnet durch die seitliche Stellung der unteren Bogengruben. Die Ränder treten an dem Rumpfwirbel stärker, an den Schwanzwirbeln schwächer hervor (Fig. 27, 38). Das Verhältniss der Höhe zur Länge beträgt 2:1. Zwischen den Rändern ist die Fläche nur an dem Rumpfwirbel ventral leicht vorgebuchtet (Fig. 27), sonst aber plan oder selbst leicht eingesunken. Abgesehen von den Bogengruben, welche mehr oder minder deutlich nachweisbar sind (Fig. 27, 38), und das weist vielleicht auf zwei verschiedene Gattungen hin, treten an ihr quere Leisten auf, welche an dem Rumpfwirbel (Fig. 27) ziemlich regelmässig und nur an den Enden wie bei den vorigen Wirbeln getheilt verlaufen, während dieselben an den Schwanzwirbeln (Fig. 38) nicht völlig so regelmässig sind. Sie sind bald mehr, bald minder von einander entfernt und können auch unregelmässige Theilungen in der Mitte zeigen. Die Zahl der Leisten ist keine sehr grosse. Die Zahl derselben zwischen den Bogengruben beträgt bis zu 6. Das Querschnittsbild ist nicht vollkommen übereinstimmend bei allen, insofern (Fig. 40) bei dem einen Wirbel das Knorpelkreuz deutlicher, bei dem anderen (Fig. 39) weniger klar zu Tage tritt, ähnlich wie es bei *Stegostoma* und bei älteren Vertretern der *Scylliolamniden* überhaupt der Fall ist. Im Uebrigen herrschen namentlich im geweblichen Aufbau dieselben Verhältnisse, und wenn ich hier die mikroskopischen Verhältnisse schildere, so gilt diese Beschreibung für alle noch zu erwähnenden Otoduswirbel. Ich wüsste in dieser Beziehung nicht den geringsten Unterschied zu melden. Damit ist denn auch der stammesgeschichtlich übereinstimmende Charakter dieser Thiere gewahrt. Der gewebliche Aufbau gleicht dem des *Ginglymostoma*, wenig dem des *Stegostoma*, am wenigsten dem des *Crossorhinus*.

Die Innenzone (Fig. 39 *i*) besteht aus einem gewöhnlichen, verkalkten, gemischten Knorpel und die Verkalkung ist in der Wirbelmitte vollständig und ergreift auch den *funiculus chordae*. Dagegen erscheint an einem peripheren Schliff (Fig. 40 *i*) ein Theil der Innenzone unverkalkt. Der Doppelkegel (Fig. 39, 40 *d*) ist verhältnissmässig zart, selbst an den Enden, und besteht aus einem verkalkten Vorknorpel mit abgeplatteten Zellohlen in concentrischen Lagen. In ihnen lagen während des Lebens

1) *Recherches sur les poissons fossiles*. Vol. III, Taf. XXXI.

2) *l. c.* Vol. III, Taf. 40 b Fig. 23.

die Zellen einzeln. Die ringförmige, dünne Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 40 a), welche den centralen Doppelkegel verstärken hilft, besteht aus einem gemischten, verkalkten Knorpel mit mehr runden Einzelzellen. In derselben verlaufen, wie bei *Crossorhinus*, ringförmig Gefässe. Dieselben treten, wenn auch sparsam, auch an den Strahlen auf, welche, wie bei *Nebrius*, regelmässige Schichtung zeigen. Sie zeigen dabei aber ein zierliches, verkalktes Alveolenwerk, ganz entsprechend dem der periostalen Keile, deren Zusammensetzung ich in der Einleitung geschildert und abgebildet habe. Es ist ein überaus zierliches, regelmässiges Alveolenwerk, in welchem jede Zellhöhle der anderen gleicht. Das tritt an den fossilen schöner, als an den lebenden Wirbeln zu Tage. Die Strahlen lassen die ursprüngliche Gruppierung, zwei dorsale, ventrale und seitliche erkennen, allein (Fig. 39, 40) es lassen sich nicht, wie bei den anderen *Otodus*-Wirbeln, die primären Strahlen unterscheiden. Die Einzelstrahlen gehen direkt von der Verkalkungsschicht der Aussenzone an dem centralen Doppelkegel aus. Trotz Allem lassen sich (Fig. 39, 40), wie bei den vorigen und bei den Wirbeln der *Scylliolamniden*, zwei ventrale und dorsale Hauptstrahlen unterscheiden, welche dann freilich wieder entweder vollkommen (Fig. 40), oder unvollkommen (Fig. 39) getheilt sein können. Auch seitlich lassen sich mehr (Fig. 40) oder minder deutlich (Fig. 39) die Strahlengruppen wie bei den bisher beschriebenen Wirbeln erkennen, und auch das Verhältniss der Theilung ähnelt, nur sind die Theilstrahlen sparsamer wie bei dem Wirbel aus dem Crag, und es zeigt sich keine Fiederstrahlung wie bei den vorhergehenden. Das sind alles wohl verschiedene Gattungsmerkmale.

Die übrigen im Wesentlichen mit runden Wirbelhöhlungen versehenen *Otodus*-Wirbel entstammen den verschiedensten Erdperioden. Am Meisten in der äusseren Form mit den so eben geschilderten Wirbeln aus dem Eocæn von Sheppy übereinstimmend, jedoch in den Strahlen, welche an die Bogenbasen anschliessen, radiäre Fiederung darbietend, sind Wirbel aus dem Argile de Boome (Crag), welche ich meinem verehrten Herrn Collegen van Beneden in Löwen verdanke. Darauf folgen Wirbel aus dem Pläner von Weinböhla, Histrich und Strehlen, welche theilweise dem berliner und dresdener Museum angehören, allein nur Bruchstücke darstellen, theilweise aber dem münchener Museum entstammen und hier vollkommen erhalten sind. Diesen sind dann wieder am nächsten verwandt dem berliner Museum angehörende Wirbel aus dem Eocæn von Alabama, ferner vom Kressenberge, und dem brüsseler Museum angehörige aus dem Crag von Antwerpen. Da nach den Angaben von Agassiz *Otodus appendiculatus* am häufigsten im Pläner vorkommt, so ist es wohl möglich, dass die Wirbel dieser oder einer nächst verwandten Form angehören.

Die Form der Höhlung der Wirbel aus dem Pläner ist, wie das Bild der Seitenfläche der Körper, genau übereinstimmend mit dem der Wirbel aus dem Tertiär von Alabama. Die erstere ist flach (Fig. 34) mit Schichtungsstreifen, welche in der Mitte dichter gedrängt sind als an der Peripherie. Eine Randfläche ist nicht zu unterscheiden, der Rand ist flach übergebogen. Bei seitlicher Betrachtung (Fig. 35) ist zunächst wieder die ungemeine Höhe des Wirbels auffallend. Das Verhältniss zur Länge beträgt hier wie bei den oblongen Wirbeln 5 : 2. Die Wirbelränder sind ausserordentlich schmal (Fig. 35), und die zwischenliegende Wirbeloberfläche ist durchaus eben, höchstens ein klein wenig eingezogen (Fig. 35, 36), niemals aber vorgequollen. An den Rumpfwirbeln mehr seitlich gestellt, treten die Haemapophysengruben an den Schwanzwirbeln (Fig. 35) unten auf, sind aber, wie die Gruben für die Rückenmarksbogen, deutlich nachweisbar. An der Seitenfläche des Wirbelkörpers zeigen sich jedoch ziemlich regelmässig wie die Blätter eines Buches quere Leisten, welche etwas breiter wie die der früheren *Otodonten*, zuweilen eine unvollständige Theilung, meistens (Fig. 35) kleine, unregelmässige

Vertiefungen, Grübchen zeigen. An der ventralen und dorsalen Fläche (Fig. 36) zwischen den Bogen- gruben erscheint übereinstimmend bei den Kreide- und den tertiären Wirbeln ein etwas anderes Bild. Die Leisten in der Umgebung der Gruben sind breit, unregelmässig geschlitzt, mit kleinen Vertiefungen, wie Löchern, versehen (vielleicht Eintrittstellen von Gefässen) und dem entsprechend eine mittlere, mit zackigen Rändern umgrenzte Grube, deren Entstehung, wie wir alsbald sehen werden, von der Un- regelmässigkeit der dorsalen und ventralen Strahlen abhängig ist.

Ob die Wirbel aus dem Pläner, wie es mir wahrscheinlich ist, im Centrum vollkommen verkalkt sind, habe ich an dem spärlichen Materiale nicht entscheiden können. Auf dem mikroskopischen Bilde erscheint es aber so, obgleich der Erhaltungszustand der Gewebe kein besonderer ist. Habe ich nun von der Innenzone, dem centralen Doppelkegel und der centralen Verkalkung der Aussenzone Nichts zu melden, so wäre dagegen besonders zu betonen, dass die Strahlen sich hier, wie bei den vorigen Wirbeln aus derselben ohne Vermittlung des einheitlichen Strahles erheben. Die dorsalen und ventralen Strahlen zeigen noch deutlich die Zusammensetzung aus zwei Hauptstrahlen, besitzen aber unregelmässig auslaufend und somit das Bild der dorsalen Fläche bedingend Nebenstrahlen. Ganz regelmässig erscheint dagegen die Anordnung der seitlichen. Eine Sonderung in drei Gruppen lässt sich nicht mehr erkennen, wie es auch bei den zuletzt beschriebenen der Fall war. Die einzelnen verlaufen in vollkommen regelmässigen Abständen und sind entweder an ihrem Ende oder bereits in der Mitte (Fig. 28) einfach gabelig getheilt. Hier und da sieht man an den an die Bogenbasen anschliessenden Randstrahlen Andeutungen einer Fiederung.

Ein wenig, aber nicht sehr verschieden ist das Durchschnittsbild der tertiären Wirbel. Zunächst zeigt sich, während der centrale Doppelkegel und die centrale Verkalkungsschicht der Aussenzone sich ganz wie bei den Pläner Wirbeln verhalten, dass der funiculus chordae sowohl, wie die Innenzone (Fig. 39 i) in der Mitte vollkommen verkalkt sind. Was die Strahlen betrifft, so zeigt sich der ventrale nur unvollkommen getheilt, und alle Strahlen, welche die Bogenbasen begrenzen (Randstrahlen) (Fig. 37), sind stärker entwickelt, als die übrigen und erscheinen, was bezüglich der Lamniden wohl zu bemerken ist, an ihrem Ende keulenförmig verdickt. Die übrigen, namentlich die seitlichen Strahlen, zeigen eine gabelige Theilung, keine Fiederung wie bei den dorsalen Hauptstrahlen, dafür bieten sie aber das Eigenthümliche, und das bedingt ebenfalls ein besonderes Gattungsmerkmal, dass sie an ihren Basen gleichmässig durch sekundäre Verkalkungen verbunden werden. Auch das ist mit Bezug auf die Verhältnisse bei den Lamniden stammesgeschichtlich wichtig. Im Uebrigen stimmen sie vor allen Dingen darin mit den Wirbeln aus dem Pläner überein, dass die einzelnen Seitenstrahlen in regelmässigen Abständen verlaufen, und dass das Knorpelkreuz bei diesen, sowie bei den vorigen Wirbeln klar hervortritt. Das lehrt ein Blick auf die Zeichnung (Fig. 37).

Ein Bindeglied zwischen diesen soeben beschriebenen Otoduswirbeln mit vollkommen runder Wirbelhöhle und solchen, welche den lebenden, jüngeren *Ginglymostoma* am nächsten standen, bilden Wirbel aus der oberen Kreide von Cipro, welche sich in dem brüsseler Museum finden und ausserdem in der Sammlung Probst (Unterssendorf) vertreten sind und der Molasse von Baltringen angehören. Sie entsprechen wahrscheinlich dem *Otodus serratus*. Mit diesen Wirbeln zusammen fanden sich Zähne (Fig. 32, 33), von denen leider nur der freie Zahntheil erhalten war, während die Basalplatte bis an die Basis der Mittelspitze abgebrochen war. Die Form derselben stimmt, soweit ich überhaupt Schlüsse aus den von Agassiz¹⁾ gegebenen Abbildungen zu ziehen vermag, mit denen

1) l. c. Vol. III, Taf. 32, Fig. 27, 28.

von *Otodus serratus* überein. Probst¹⁾ führt zwei Otodonten aus der Molasse auf und scheint mir *serotinus* dem *serratus* nicht ferne zu stehen. Damit wären Zahn- und Wirbelfunde im schönsten Einklang.

Der Wirbel ist vor allen Dingen dadurch bemerkenswerth, dass seine Oberfläche zwischen den Rändern leicht vorgequollen ist, eine Erscheinung, welche sich ja auch an lebenden *Scylliolamniden* beobachten lässt, und dabei springen (Fig. 29) ganz besonders die Umgrenzungen der Bogengruben vor. Im Uebrigen ist die Abweichung der Wirbelhöhlung von der kreisrunden Form (Fig. 29) nicht sehr auffallend, ebenso wie die etwas grössere Tiefe, welche der runden Wirbel von Sheppy entspricht. Dafür zeigt sich aber, ein Zeichen jüngeren Alters, eine deutliche Randfläche. Die Schichtungsstreifen sind zahlreich. Der *funiculus chordae* springt als ein kleiner Kalkknopf im Centrum vor. Bei seitlicher Betrachtung erscheinen die Wirbelränder mässig aufgeworfen. Die Bogengruben (Fig. 30) treten nicht besonders deutlich hervor, dagegen erscheinen, freilich in regelmässigen Abständen wie bei *Ginglymostoma*, transversal verlaufende Leisten, welche an ihrer Oberfläche (Fig. 30) zuweilen leicht gefurcht erscheinen. Die Zahl der Hauptleisten beträgt nur zwei bis drei.

Das Bild des mittleren Querschnittes zeigt deutlich eine Verkalkung des *funiculus chordae* und der Innenzone (Fig. 31 *i*). Von dem centralen Doppelkegel (Fig. 31 *d*) und von der Verkalkungsschicht der Aussenzone wäre nichts Besonderes zu melden, dagegen ist wiederum das Strahlenbild interessant, insofern, als es an die einfachen Verhältnisse der Vertreter der *Scylliolamniden* erinnert. Ein Knorpelkreuz tritt nicht scharf hervor, allein bei genauerem Zusehen entdeckt man doch, dass sich aus einem primären, dorsalen und seitlichen Strahle zwei Nebenstrahlen erheben, wenn auch zwei ganz selbständig entspringende, ventrale Strahlen (Fig. 31) vorhanden sind. Die seitlichen Nebenstrahlen können sich dann gleich wieder beim Beginn gabelig theilen, oder sie sind an ihrem Ende mehrfach gegabelt (Fig. 31). Zu gleicher Zeit treten Zaeken auf, die ersten Andeutungen der Bildungen an dem Schwanze eines erwachsenen *Ginglymostoma cirratum*, und namentlich die ventralen Strahlen erscheinen am Ende kolbig verdickt, wie wir bezüglich der *Lamniden* wissen, ein wichtiges Merkmal.

Eine andere Wirbelform des *Otodus* kenne ich in einem Bruchstück, welches dem berliner Museum entstammt und der oberen Kreide von Maestricht angehört, sowie ein ebensolches Bruchstück, dem Eocæn (Système bruxellien) Etterbeck angehörig, aus dem brüsseler Museum, und mehrere solche aus der Sammlung van Beneden in Löwen, welche dem Crag von Antwerpen entstammen, ferner aus dem Oligocæn vom Diekholz bei Hildesheim zum berliner Museum gehörig. Letzterer ist vollkommen erhalten, und habe ich denselben ausreichend abgebildet (Fig. 43—46). Da wir nun durch Agassiz wissen, dass in der Kreide von Maestricht Zähne von *Otodus latus* selten gefunden werden, so ist es bei der Seltenheit des Wirbelfundes nicht unmöglich, dass derselbe zu den genannten Zähnen gehört.

Die Höhlung, mässig vertieft, mit knopfförmig vorspringendem, verkalktem *funiculus chordae* (Fig. 43) zeigt zahlreiche, gleichmässige Schichtungsstreifen, eine scharf ausgeprägte Randfläche, allein nicht vollkommen kreisrunde Umgrenzung, sondern diese erscheint rundlich polygonal, mit mittlerem, dorsalem Vorsprung und den Ansätzen der Rückenmarksbogen entsprechend mit abgeschragten, seitlichen Rändern. Immerhin ist die polygonale Form noch nicht deutlich ausgebildet. Die Wirbeloberfläche wulstet sich namentlich zwischen den Bogenvertiefungen vor (Fig. 43, 44, 45). Das Verhältniss der

1) Würtemb. naturw. Zeitschrift 1879, Haifische.

Höhe zur Länge des Wirbelkörpers ist wieder wie 5 : 2. Die Wirbelränder (Fig. 44, 45) sind fast gar nicht ausgeprägt, und während das Aussehen der dorsalen Fläche in mancher Beziehung an die vorigen Wirbel erinnert und namentlich die Gruben der Bogenansätze als vierseitige, wie bei den Carchariden regelmässig umgrenzte Vertiefungen auftreten, ist das Bild der Seitenfläche etwas verändert und zeigt, dass die Oberflächenverkalkungen, wie bei *Nebrius*, eine besondere Stärke gewonnen haben müssen (Fig. 44). Die zwischen den Bogen zahlreich vorhandenen, schmalen Leisten sind theilweise (Fig. 44) durch körnige Oberflächenverkalkungen verdeckt, so dass mir anfänglich der Gedanke kam, dass ich es mit einer *Oxyrhina* zu thun hätte. Der Querschnitt lehrt aber etwas Anderes.

Die Verkalkung der Innenzone (Fig. 16 i) ist, wie bei allen fossilen *Scylliolamniden*, eine vollständige. Das Verhalten des centralen Doppelkegels (Fig. 46 d), welcher ausserordentlich zart erscheint, sowie der überaus dünnen, verkalkten Schicht der Aussenzone um den centralen Doppelkegel ist dasselbe wie bei den vorhergehenden, und das Strahlenbild weist, glaube ich, klar auf einen *Otodus* hin. Die Strahlen sitzen ohne Vermittlung primärer Fortsätze direkt der Ringzone auf, sind schlank, an den Enden nicht verdickt und dorsal und ventral zeigen sich zwei einfache Hauptstrahlen. Dieselben sind dorsal gefiedert und zeigen ventral nur die ersten Andeutungen dieses Verhaltens in den Zacken, welche an der inneren Fläche auftreten (Fig. 46). Dabei sind diese Fortsätze dorsal einander so genähert, dass der Anschein einer Vereinigung entsteht. In Wirklichkeit sind dieselben durch einen, wenn auch nur schmalen Zwischenraum getrennt. Die Fiederung zeigt sich auch an den seitlichen Randstrahlen, welche die Bogenbasen begrenzen. Die Uebrigen sind einfach gabelig getheilt und es gelingt nicht unschwer die drei Strahlengruppen zu unterscheiden, welche bereits bei anderen *Otodus*-Wirbeln von mir nachgewiesen wurden. Das Knorpelkreuz ist sehr deutlich.

Mit diesen Wirbeln ist nun ein Uebergang zu Wirbeln gegeben, welche *Otodonten* angehörten, die sich am Meisten *Ginglymostoma* näherten und wie alle fossilen *Scylliolamniden* gewaltige Thiere waren. Ich kenne solche sowohl aus der oberen Kreide von Maestricht, dem Museum in Leiden gehörig, als aus dem oligocänen Meeressand von Flonheim (Rheinessen), welcher letzteren Wirbel ich der Güte meines Herrn Collegen v. Koch in Darmstadt verdanke, sowie aus dem Crag von Antwerpen und von Vieux Dieu, welche dem brüsseler Museum entstammen, und aus dem Crag von Boone, welche mir van Beneden in Löwen gütigst zur Verfügung stellte. Den Flonheimer Wirbel habe ich gezeichnet, weil er am vollständigsten erhalten die sämmtlichen, wesentlichen Verhältnisse der übrigen, welche alle Schwanzwirbel sind, zeigt. Dieser ist aber unzweifelhaft ein Rumpfwirbel. Welche Zahnformen diesen Thieren am nächsten gestanden haben, vermag ich nicht zu sagen, dass sie gross gewesen sein müssen, versteht sich von selber.

Die Wirbelhöhlung ist verhältnissmässig flach, ohne deutlich ausgeprägte Randfläche, aber mit etwas scharf abgebogenem Rande. Namentlich im Centrum zeigen sich deutliche Schichtungsstreifen. Dann zeigt sich ein verkalkter Chordaknopf, welcher sich beim Durchschneiden (Fig. 41) gelöst hat. Die Höhlung ist polygonal umgrenzt. Das zeigt sich namentlich an dem Flonheimer Wirbel, immer aber lässt sich eine dorsale und ventrale Erhebung, wie bei dem vorigen und zudem namentlich seitlich, ventral ein eingebogener Rand zum Ansätze der Haemapophysen des Rumpfes unterscheiden. Die Ansätze der Rückenmarksbogen treten im Ganzen nur wenig hervor. Im Allgemeinen ist der Wirbel rundlich.

Bei der Betrachtung von der Seite erscheint ein Bild wie bei dem erwachsenen *Ginglymostoma cirratum*. Die Bogengruben sind oval, stehen oben am Rande, unten seitlich. Zwischen ihnen erheben

sich wie die Blätter eines Buches in ziemlich regelmässigen Abständen die Leisten, welche wiederum Grübchen zeigen (Fig. 42). Die Wirbelränder sind mässig aufgeworfen. Das Verhältniss der Länge zur Höhe ist das gleiche, wie bei dem vorigen Wirbel. Die Fläche ist nicht vorgequollen, sondern leicht vertieft. Das Querschnittsbild entspricht dem Querschnitte eines Rumpfwirbels von *Ginglymstoma cirratum*, nur mit dem Unterschiede, dass der Grösse des Wirbels entsprechend die Enden der zahlreichen Strahlen nicht einfach, sondern dichotomisch getheilt sind.

Mit diesem Wirbel ist der Anschluss an die jüngste Form unter den *Scylliolamniden* erreicht, und ich hoffe, dass sich damit auch das Verständniss für die *Lamnidae* eröffnen wird.

Drittes Capitel.

Taf. XXVIII—XXXI.

L a m n a.

Die Familie Lamna stammt, wie ich bereits in dem vorigen Capitel hervorgehoben habe, von den Scylliolamniden oder Otodonten. Ebenso wenig wie bei diesen Thieren gelingt es eine Trennung der Aussenzone des Wirbelkörpers in Aussen- und Innenschicht nachzuweisen. Wie dort eine Strahlenanordnung dorsal, ventral und seitlich vorhanden ist, so auch bei den Lamniden. Auch bei diesen tritt das einfache Knorpelkreuz auf, und die Strahlen gehen durch die ganze Aussenzone bis an die Oberfläche und ragen zwischen die vollkommen getrennten Bogenbasen. Der Zusammenhang ist ein so inniger, dass die unterscheidenden Merkmale nur sehr gering sind und sich bei den ältesten Formen darauf beschränken, dass die Wirbehänder stärker wie bei den Otodonten aufgeworfen sind, und dass die Strahlen an ihrem Ende kolbig verdickt erscheinen. Ich glaube, es ist das ein Zeichen eines ausserordentlich schnellen Fortschreitens der Strahlenverkalkung gegen die Oberfläche, und das ist wiederum ein Zeichen jüngeren Alters. Dieselbe erfolgt so schnell, dass es nicht einmal zur Bildung von Oberflächenverkalkungen kommt. Da nun aber mit der Schnelligkeit der Strahlenbildung unzweifelhaft auch das Wachsthum der übrigen zwischen ihnen liegenden Theile von der Tiefe gegen die Oberfläche gleichen Schritt hält, so muss eine beträchtliche Oberflächenspannung, beziehungsweise ein Druck unter dem Perichondrium entstehen, und ich glaube, der Ausdruck dafür ist der, dass die Strahlenenden kolbenförmige Ausbreitung zeigen, dass ferner, wie es bei den jüngeren Formen der Fall ist, parallel der Oberfläche Verkalkungen entstehen. Ist nun die Verwandtschaft eine so ausserordentlich nahe, so ist es bei der grossen Zahl der Ueberreste ausgestorbener Otodonten von vorne herein wahrscheinlich, dass von diesen bis zu Lamna Uebergänge vorkommen, und das ist in der That der Fall, und es hält selbst bei Anwendung der Schnittmethode ausserordentlich schwer, überall mit Bestimmtheit zu sagen, in diesem Falle handelt es sich um einen Scylliolamniden, in jenem um einen Lamniden.

Die älteste Form muss natürlich die einfachsten, den ursprünglichen am Meisten genäherten Verhältnisse des Baues zeigen, und das ist in der That bei Lamna der Fall. Dann folgt, wie ich bereits im allgemeinen Theile hervorhob, Alopias, dann Carcharodon und schliesslich Oxyrhina. Freilich dürfte die Stellung der beiden Letzteren noch näher geprüft werden, allein bis auf Weiteres habe ich allen Grund, an meinen Anschauungen fest zu halten.

Lamna.

Durch die Vermittlung meines verehrten Herrn Collegen Dr. Lütken in Kopenhagen bin ich in der Lage gewesen den Wirbelbau eines ausgezeichnet erhaltenen Embryo von *Lamna cornubica* zu untersuchen, und verdanke ich ihm sowohl, wie meinen Herrn Collegen v. Kölliker und Reichert Untersuchungsmaterial von ausgewachsenen Thieren. Ich habe nicht blos Gelegenheit gehabt meine Beobachtungen an Rumpf-, sondern auch an Schwanzwirbeln anzustellen.

Vor mir hat bereits J. Müller¹⁾ und nach ihm vor Allem v. Kölliker²⁾ Lamnawirbel untersucht und abgebildet.

Ersterer beschreibt das Verhalten folgendermaassen:

„Die Wirbelkörper zeigen an ihrer ganzen Oberfläche Spalten, welche mit Knorpel ausgefüllt sind. Diese Spalten sind an dem vorderen und hintersten Abschnitt der Wirbelsäule weniger zahlreich, als am eigentlichen Rumpfe, wo sie sehr zahlreich sind. Die Bogen und Schaltknorpel sind fast viereckig und am vorderen Theile der Wirbelsäule verkalkt. Unpaare Knorpel zum Verschluss des Rückenmarkscanals sind nicht vorhanden. Die queren Knorpel am unteren Rande der Wirbelkörper sind an dem vorderen Abschnitt der Wirbelsäule von einander getrennt, weiterhin sind sie zu einer zusammenhängenden Leiste verbunden, niemals sind sie verknöchert. Die Wirbelkörper sind im Verhältniss zur Höhe sehr kurz, am Rumpfe beträgt die Länge nicht mehr als die Hälfte der Höhe oder selbst weniger.“

Diesen vorzüglichen Angaben von J. Müller lässt v. Kölliker eine ausführliche Beschreibung folgen:

„Die Wirbelkörper bestehen vor Allem aus einem starken, kurzen Doppelkegel von Faserknochen. In der äusseren Aushöhlung dieses eigentlichen Wirbelkörpers befinden sich an den mittleren Rumpfwirbeln 12 schmale Knochenblätter ebenfalls von Faserknochen, die wie die Speichen eines Rades von der Aussenfläche des Doppelkegels, mit der sie innig verschmolzen sind, zur Oberfläche des gesammten Wirbelkörpers reichen. Zwei von diesen gehen nach oben und enden innen nach der Grundfläche der Knorpelbogen, zwei stärker aus einander gehende erstrecken sich in derselben Weise nach unten, und je vier stehen in ziemlich regelmässigen Abständen seitlich zwischen den oberen und unteren Bogen einer Seite. Von den zwölf kegelförmigen Fächern zwischen diesen Blättern sind die vier, die den Abgangsstellen der Bogen entsprechen, mit ächtem Knorpel gefüllt, der bis zum inneren Doppelkegel dringt und ein inneres Doppelkreuz darstellt. Die übrigen Fächer enthalten Zapfen von einem verkalkten Faserknorpel.“

„Diese Schilderung passt nun übrigens nur für die mittleren Theile der genannten Wirbel. An den Enden derselben finden sich statt der zwölf je 18 Blätter, welche Zahl dadurch entsteht, dass hier sechs von den zwölf beschriebenen Blättern, nämlich die seitlichen oberen und die unteren mittleren, je in zwei Blätter sich spalten und so gespalten an die Ränder des inneren Doppelkegels sich ansetzen. Dadurch entstehen natürlich auch sechs besondere Fächer, so dass die Gesamtzahl dieser hier auch auf 18 steigt und in diesen finden sich ebenfalls besondere kleine Keile von verkalktem Faserknorpel. An den unteren Hauptblättern finden sich selbst Andeutungen einer Spaltung in drei Endblätter.“

„An die vertieften Endflächen der Doppelkegel grenzt zunächst eine mächtige Lage von Faser-

1) Agassiz, Poissons fossiles p. 363—365.

2) Abhandlungen der senckenberg. Gesellschaft.

knorpel, dann folgt eine schöne elastica interna und statt der Chorda ein leerer Raum. Auch im Centrum des Doppelkegels ist von der Chorda nichts mehr zu sehen, und findet sich an ihrer Stelle eine dünne, scheibenförmige Lage von Knorpelknochen.“

„Der feinere Bau und die Bedeutung aller dieser Theile ist folgende. Von dem eigentlichen Doppelkegel habe ich nichts weiter zu bemerken, indem derselbe ganz nach dem Typus derer der *Nictitantes* gebaut ist, nur dass die Knorpelkapseln ausgezeichnet gross sind und oft so dicht stehen, dass der Anschein grösserer, reihenförmiger Lücken entsteht. Die mittlere, dünne Verknöcherung dieses Doppelkegels zeigt sehr eigenthümliche, verschieden grosse, buchtige und zum Theil in einander geöffnete Höhlen und ist, obsehon die Stelle der Chorda einnehmend, doch sicher nicht ein Product dieser, sondern der inneren Knorpellage der äusseren Chordascheide, die bei anderen *Plagiostomen* zwischen der Chorda und dem Doppelkegel ihre Lage hat, die wuchernd die Chorda verdrängte und dann verkalkte. In der That sieht man auch nach dem Ausziehen der Kalksalze in diesem Septum noch ziemlich erkennbare Reste der elastica interna genau in der Mitte, jedoch keine Spur von Chordazellen. Dass die genannten zwei Theile aus einer Verknöcherung der knorpeligen Chordascheide hervorgingen, ist klar, ebenso sicher ist aber auch, dass die äusseren Keile von verkalktem Faserknorpel Periostablagerungen sind und der äusseren skeletbildenden Lage ihren Ursprung verdanken. Das Gewebe dieser Keile ist ähnlich dem der vier äusseren Keile der *Nictitantes*, jedoch weniger verkalkt und daher weicher. Auch ist die Grundsubstanz hier mehr wie in einem Netzknorpel beschaffen und wie die minder verkalkten Theile lehren, äusserst zierlich aus feinen, nach allen Richtungen sich verflechtenden und verbundenen Fäserchen gebildet, zwischen denen viele grosse, rundliche, oft in senkrechten Reihen stehende, ziemlich dickwandige Kapseln sich finden. Besondere senkrechte Fasern fehlen auch nicht, nur sind dieselben minder stark als bei den *Nictitantes*, und ebenso sind von aussen eindringende starke Blutgefässe da. Alle diese Theile von verkalktem Faserknorpel haben ihren Bildungspunkt in einer bis $\frac{1}{4}$ mächtigen, dunkleren Lage von Faserknorpel, welche die Wirbel äusserlich vollkommen bekleidet mit einziger Ausnahme der Stellen, wo die knorpeligen Bogen abgehen. Bemerken will ich übrigens noch, dass an meinen Wirbeln manche dieser Keile auch nach dem Aufweichen ihre Fächer nicht ganz erfüllen, sowie dass an trockenen Wirbeln diese Keile fast ganz geschrumpft und ihre Fächer zwischen den Blättern scheinbar leer waren.“

„Sind mir über die Entwicklung dieser Keile keine Zweifel geblieben, so kann ich von den 12—18 speichenartigen Blättern nicht dasselbe sagen. Dieselben bestehen aus einem stark verkalkten Faserknorpel mit sehr zahlreichen, grossen, dickwandigen und in ihren Wandungen ebenfalls verkalkten Knorpelkapseln. Eine Faserung in der Richtung der Dicke ist an diesen Blättern deutlich, ebenso eine Schichtung in der Richtung von innen nach aussen, so dass dieselben an der Fläche parallel streifig erscheinen, und auf Schnitten senkrecht auf ihre Flächen und in der Längsrichtung der Wirbelsäule erkennt man, dass ihre Zellen vielfältige Verbindungen durch schmälere und breitere Ausläufer eingehen. Innen und vorn und hinten, wo diese Blätter an die Aussenfläche des inneren Doppelkegels angrenzen, scheinen beide innig verschmolzen, allein mit dem Mikroskope unterscheidet man doch nicht blos einen verschiedenen Faserverlauf, sondern auch eine Verschiedenheit in der Menge und Gestalt der Zellen. Die Blätter, die an das Knorpelkreuz angrenzen, sind meist ziemlich scharf vom Knorpel getrennt, hie und da findet sich jedoch hier eine dünne Lage von Faserknorpel, die dann unmerklich in den Knorpel übergeht. An den Seiten, die an die Keile von verkalktem Faserknorpel angrenzen, haben diese und alle anderen Blätter eine deutliche Schicht von Faserknorpel, die einerseits bestimmt in ihr Gewebe, andererseits in das der Keile selbst sich fortsetzt. An ihren freien Rändern endlich

sind die Blätter von der hier allerdings sehr dünnen Lage von Faserknorpel bekleidet, welche, wie oben schon erwähnt, auch die Keile des weicheren verkalkten Faserknorpels überzieht und die Wirbel äusserlich umgiebt, und zeigt dieses Gewebe auch Uebergänge in dasjenige der Blätter. Allen zufolge scheint es mir, dass auch die fraglichen Blätter periostale Bildungen sind, und dass sie zusammen mit den weicheren Keilen den vier Keilen der *Nicotantes* entsprechen, für welche Auffassung auch die Verhältnisse der anderen noch zu beschreibenden *Lamnoidei* sprechen.“

Ich selber habe Thatsachen gefunden, welche nicht überall mit den v. Kölliker'schen Deutungen in Einklang zu bringen sind, und dieser Widerspruch rührt daher, dass es v. Kölliker nicht vergönnt war Embryonen zu untersuchen. Erst durch diese kommt hinlänglich Klarheit in die verwickelten Verhältnisse. Zunächst möchte ich jedoch das Verhalten bei erwachsenen Thieren schildern.

Die Höhlung der hintersten Schwanzwirbel (Fig. 1) stellt ein stehendes Oval dar, welches gegen den Rumpf hin allmählig der Kreisform Platz macht. Ueberall bricht die Chorda im Centrum durch, allein sowohl der knopfartig vorspringende funiculus, als die Innenzone ist verkalkt und zwar vorne stärker als hinten. Die Höhlung ist dabei mässig vertieft, aber von zahlreichen, regelmässigen, concentrischen Schichtungsstreifen durchzogen (Fig. 1). Die schmale Randfläche ist nur wenig ausgeprägt, der Rand ist mehr flach übergebogen.

Die Betrachtung von der Seite (Fig. 2) lehrt, dass überall die Ränder der Wirbelkörper breit aufgeworfen sind, viel mehr als bei den *Scylliolamniden*, und das ist, wie ich bereits früher hervorhob, ein wesentliches Unterscheidungsmerkmal. Das Verhältniss der Höhe zur Länge ist dabei überall ziemlich das gleiche wie 3:2. Demnach ist die Länge der Wirbel im Ganzen bedeutender, als bei den *Otodonten*. Auch das Zwischenwirbelgewebe zeigt sich ausgedehnter als bei diesen Thieren, und somit muss die Beweglichkeit derselben eine grössere sein, wie es ja auch aus ihrer ganzen Lebensweise klar hervorgeht. Die zwischen den Rändern liegende Fläche ist nirgends vorgequollen, sondern plan oder selbst ein klein wenig eingezogen. Es zeigen sich dabei an dem vordersten Rumpfabschnitte (Fig. 2) ziemlich unregelmässige, dagegen hinten am Rumpfe und am Schwanze etwas zahlreichere und regelmässig quer verlaufende Leisten. Diese zeigen oft wieder untergeordnete Vertiefungen (Fig. 2) jedoch in regelloser Weise, sind aber auch oft ungetheilt. Die von ihnen begrenzten Abschnitte der Seitenfläche sind an dem vordersten Rumpfe ziemlich unregelmässig (Fig. 2), regelmässiger dagegen am Schwanze. Eine Oberflächenverkalkung fehlt am Schwanze sowohl den Wirbelkörpern, als den Bogenstücken durchaus, dagegen zeigen sie sich an den Basen der Neurapophysen des Rumpfes in Gestalt zerstreuter, unregelmässiger, zackiger Plättchen. Nirgends ist an dem Körper *Diplospondylie* vorhanden.

An dem Rumpfe sitzen die Neurapophysen der ganzen Länge der Wirbelkörper auf, dagegen befinden sie sich am Schwanze nur zwischen den Rändern. An dem vorderen Theile des Schwanzes sind sie weniger deutlich, am hinteren und am Rumpfe aber vollkommen von den Schaltknorpeln geschieden (Fig. 2 *n*). Sie reichen bis an die Decke des Rückenmarkseanales und stellen überall unregelmässig vierseitige Platten mit eingebogenen Rändern dar, und zwischen ihnen schieben sich entsprechend geförmte *intercalaria* (Fig. 2 *in*), welche ebenfalls bis an die Decke des Rückgratcanales reichen und an dem Rumpfe einem elastischen Längsbande zum Widerlager dienen. Dieses tritt an die Stelle der Schlussstücke, welche den *Lamniden* fehlen, und das ist abermals ein Zeichen späteren Auftretens in der Erdgeschichte. An dem Schwanze existiren zwischen den Haemapophysen, welche eine Gestalt wie die Rückenmarksbogen besitzen und an ihrer Basis entsprechend den Zwischenwirbelräumen regelmässig von Gefässen durchbrochen werden, keine *intercalaria*. Dagegen treten solche

(Fig. 3 *m'*) zwischen ihnen, welche dreieckige, seitlich gewandte Knorpelplatten darstellen (Fig. 3 *h*), am Rumpfe auf. Oft finden sich auch *intercalaria accessoria*. Die Schaltstücke sind getheilt und zwar durchaus unregelmässig. Die ventrale Fläche der Wirbelkörper (Fig. 3) zeigt deutlich zwei durch einen breiten Zwischenraum getrennte Leisten, welche nicht parallel, unregelmässig getheilt und mit Nebenausläufern versehen sind (Fig. 3).

Das Bild der Schwanzwirbelsäule eines Embryo ist bei seitlicher Betrachtung ein wenig von dem des Erwachsenen verschieden. Die Wirbelränder treten stark hervor, dagegen zeigen sich an der Seitenfläche von einem dunklen Streifen getrennt (Fig. 4) regelmässig nur zwei breite Leisten, deren Ende aus der Tiefe durchschimmernd unregelmässig quergetheilt ist. Die Neurapophysen (Fig. 4 *n*) sind dabei mit der stumpfen Schneide dorsalwärts gewandte Keile, die Schaltknorpel dagegen dreiseitige, eingekeilte Platten (Fig. 4 *m*). Auch die Haemapophysen (Fig. 4 *h*) zeigen trotz des Mangels der Schaltknorpel nicht vollkommen die spätere Gestalt. Sie sind an der Basis durch breite Zwischenräume getrennte, nach hinten abgegebene Platten, welche an ihren Enden zusammenschliessen.

Ganz ausserordentlich wichtig ist das Querschnittsbild des Schwanzwirbels eines Embryo der *Lamna cornubica*. Der *funiculus chordae* ist schon vollkommen ausgebildet, allein man sieht, wie bei einem jungen *Ginglymostoma cirratum*, dass die Einschnürung der Chorda nicht wesentlich durch die Wucherung der Aussenzone des Wirbelkörperantheils zu Stande gekommen ist, sondern durch die Wucherung der Innenzone, und das ist ein Zeichen, dass *Lamna*, trotzdem diese Form von den Otodonten abzuleiten ist, ein hohes Alter besitzt, sich frühzeitig von ihnen getrennt hat, wofür auch die fossilen Zahnfunde sprechen. Diese (Fig. 5 *i*) besteht, wie die übrigen Abschnitte des Wirbelkörpers, aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel. Der centrale Doppelkegel (Fig. 5 *d*) muss, wenn er auch stärker entwickelt ist, wie bei einem jungen *Ginglymostoma*, wie bei diesem flach sein. Die Gewebsanordnung ist dieselbe, wie bei den *Scylliolamniden*. Es handelt sich um abgeplattete Einzelzellen, welche in einem verkalkten Alveolenwerk in concentrischen Lagen liegen.

Am meisten Aufmerksamkeit verdient natürlich die Aussenzone, welcher die Bogen vollkommen getrennt aufsitzen (Fig. 5), und welche noch mässig entwickelt deutlich zeigt, dass sie ebensowenig wie bei den Otodonten getheilt ist. Sie stellt im Gegensatze zu den Acrodonten und den *Scyllien* eine zusammenhängende Lage dar. Von hineindringenden Gefässen habe ich in diesem Entwicklungsstadium noch Nichts wahrgenommen, auch zeigt sich keine besondere Anordnung der Zellelemente. Man erkennt deutlich unmittelbar am centralen Doppelkegel (Fig. 5 *a*) eine dünne, ringförmige Verkalkungsschicht. Dieselbe besteht aus einem gemischten Rundzellenknorpel, und aus ihr erhebt sich ein kurzer, dicker, ventraler und dorsaler Strahl, dagegen ist ein seitlicher kaum zu erkennen. Sieht man jedoch genauer nach, so erscheint die Ringlage seitlich etwas stärker als an den Stellen, welche der Mitte der Bogenbasen entsprechen, und somit haben wir hier das ursprüngliche Bild der vier Grundstrahlen der Otodonten, nur ist die Entwicklung derselben weniger weit vorgeschritten. Die Strahlen sind seitlich mehr zurückgeblieben, als dorsal und ventral. Damit schliesst sich *Lamna* innig an die *Scylliolamniden* an. Es zeigt sich aber zugleich auf das Deutlichste, dass es eine von ihnen abzuleitende Form ist. Aus den primären Strahlen erheben sich Nebenstrahlen, welche dorsal und ventral (Fig. 5) einfach spitz neben den Bogenbasen, an der Oberfläche der Aussenzone enden, seitlich dagegen mit einem dicken, kolbigen Nebenfortsatze versehen zum Theil noch in der Tiefe der Aussenzone liegen. Die seitlichen Nebenstrahlen sind also in der Entwicklung voran und zeigen gabelige Theilung, wie solche ja auch bei den älteren *Scylliolamniden* vorhanden war.

Ganz anders erscheint das Querschnittsbild des erwachsenen Wirbels, welches ich jedoch nur

in den verkalkten Abschnitten untersuchen konnte, weil die mir übersandten Wirbel nicht frisch conservirt waren. Ich glaube aber, da das Verhalten der verkalkten Massen vollkommen mit der v. Kölliker'schen Schilderung übereinstimmt, dass er auch in der Deutung der Zusammensetzung der Weichtheile nicht fehlgegriffen hat. Aus seinen Angaben geht klar hervor, dass es sich um ein Gewebe handelt, welches ganz dem der Scylliolamniden entspricht, nur muss man statt des Ausdruckes Faserknorpel, gemischten Knorpel, statt des Ausdruckes Fasern, prochondrale Lamellen setzen. Die gewebliche Zusammensetzung wird, denke ich, klar aus der Schilderung der fossilen Wirbel hervorgehen.

Der funiculus chordae und die Innenzone (Fig. 6 *i*) sind vollkommen verkalkt. Dieselbe zeigt, wie die Betrachtung fossilen Gewebes (Fig. 11, 13 *i*) lehrt, Zellhöhlen, aus denen hervorgeht, dass die Zellen nicht vollkommen rund waren, sondern kurze Ausläufer eckiger Form besaßen, wie wir Ähnliches bei den Scylliolamniden fanden. Der centrale Doppelkegel (Fig. 6 *d*), welcher in der Mitte mässig stark entwickelt ist, gegen die Enden hin (Fig. 10 *d*) aber bedeutend an Stärke zunimmt, zeigt Zellformen und Zellhöhlen (Fig. 11 *d*) wie bei dem Embryo. Sie sind abgeplattet und in concentrischen Lagen angeordnet. Dabei zeigt derselbe eine lamellöse Schichtung und auf dieser beruhen die Schichtungsstreifen der Höhlung, und diese rührt daher, wie Schliffe durch fossile Lamnawirbel zeigen (Fig. 9), dass die verkalkte, prochondrale Masse abwechselnd ausgedehnter und schwächer entwickelt ist.

Die ringförmige Verkalkung der Aussenzone (Fig. 6 *a*) bietet wiederum das Bild eines gewöhnlichen verkalkten, gemischten Rundzellenknorpels (Fig. 13), in welchem die Zellen, wie bei dem Embryo, einzeln liegen. Ganz dasselbe ist ja bei den Otodonten der Fall. Die vier primären Strahlen im Inneren der Aussenzone sind kaum zu erkennen, und die Strahlen scheinen selbständig von der Verkalkungsschicht zu entspringen. Es finden sich aber immer noch einfache, dorsale und ventrale Theilstrahlen (Fig. 6), von denen nur die dorsalen an ihrem Ende kleine Nebenzacken zeigen, sonst aber wellig begrenzt und kolbenförmig verdickt an der Oberfläche enden. Statt der zwei seitlichen Nebenstrahlen des Embryo treten im Erwachsenen, wenigstens am Rumpfe, vier in ziemlich regelmässigen Abständen von einander getrennte und an den Enden stark verdickte auf. Von diesen zeigen die mittleren Zweitheilung (Fig. 6), während die an die Bogenbasen anschliessenden Randstrahlen, als Andeutung einer Fiederung, Nebenzacken besitzen. Wie bei den jüngeren Scylliolamniden und den Otodonten erscheint das einfache Knorpelkreuz des Wirbelkörpers auf dem Querschnitt deutlich, wie auch die Vorwölbung der Bogenbasen (Fig. 6). Das Bild ist nur bei aufmerksamer Betrachtung von dem in gleicher Weise von den Otodontenwirbeln gewonnenen zu unterscheiden.

Fossile, den lebenden gleichende Lamnae kenne ich nur aus dem Crag von Antwerpen und gehören dieselben dem brüsseler Museum an. Da sie sich in nichts Wesentlichem von den lebenden Formen unterscheiden, wenn sie auch möglicherweise besonderen Gattungen angehören, wie man aus den in geringerem Maasse aufgeworfenen Rändern bei sonst gleicher Grösse der Wirbel entnehmen kann, so habe ich deren Abbildung unterlassen. Nicht so bei den Wirbeln aus dem Eocæn vom Kressenberg und aus dem Pläner von Strehlen. Ersterer Wirbel entstammt dem münchener Museum, letzterer dem dresdener.

Leider habe ich es versäumt die Umrisse eines Wirbels, den ich überhaupt zuerst untersuchte, und welcher dem Tertiär bei Helmstädt angehört, bildlich darzustellen, allein es ist ein dem lebenden gleichender Lamnawirbel. Ich habe denselben zu histiologischen Zwecken verbraucht, um die allgemeine Bedeutung meiner Methode zu sichern. Dabei zeigt sich denn, dass die Chorda der Lamnae

ein ziemlich festes, widerstandsfähiges Alveolenwerk ist, denn dasselbe ist sogar fossil erhalten, d. h. die Alveolenwände sind durch Kalkspathlamellen ersetzt und die Lücken hie und da mit amorphen und gefärbten Gesteinsmassen erfüllt (Fig. 10, 13 *ch*).

Der Wirbel vom Kressenberg ist ein hinterer Schwanzwirbel. Dafür spricht die runde Gestalt der Höhlung, welche sich nur dadurch in ihrer Form von der des Lamna unterscheidet, dass sie ein wenig viereckig erscheint. Im Uebrigen zeigt die Grösse des Wirbels, dass das Thier ein ganz gewaltiges und vollkommen ausgewachsen war. Die Seitenfläche bietet gegenüber den Lamnawirbeln insofern Unterschiede, als die Leisten zwischen den mehr wie bei den Otodonten aufgeworfenen Wirbelrändern schmaler erscheinen. Sonst ist das Bild im Wesentlichen dasselbe. Eine Verkalkung der Innenzone scheint mir zu fehlen, da bei einem mittleren Querschnitt (Fig. 7) das Wirbelcentrum durchaus von Gesteinsmasse eingenommen ist. Nur der oberflächliche Theil der Innenzone (Fig. 7) ist in dünner Lage verkalkt. Der centrale Doppelkegel (Fig. 7 *d*) ist in der Mitte mässig entwickelt, verdickt sich aber gegen die Enden, die aufgeworfenen Wirbelränder hin. Wie bei den Scylliolamniden und Lamnae befindet sich wiederum eine dünne, ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 7 *a*) unmittelbar an dem centralen Doppelkegel, und von ihr gehen in bemerkenswerther Weise Strahlen aus, deren Verhalten mich dahin geführt hat, anzunehmen, dass der Träger dieser Wirbel ein Bindeglied zwischen Otodonten und Lamniden darstellt. Von den vier primären Strahlen ist nur der dorsale und ventrale Strahl nachweisbar, und somit ist gegenüber den Scylliolamniden ein Fortschritt in der Organisation vorhanden. Dieselben theilen sich meist gabelig an ihren Enden, zeigen aber hier namentlich ventral die kolbigen Verdickungen, wie sie Lamna zukommen, nicht aber den Otodonten. Die seitlichen Strahlen sind, wie bei Lamna, in der Vierzahl vorhanden und meistens, wie bei den Scylliolamniden, an ihren Enden einfach gabelig getheilt. Die Randstrahlen, welche an die Bogenbasen anstossen (Fig. 7), zeigen an ihrem Ende mehr oder minder deutlich eine einfache, kolbenförmige Verdickung, wie sie Lamna zukommt, und keine Theilung, höchstens Nebenzacken. Alle anderen laufen, wie bei den Scylliolamniden, schlank an der Oberfläche aus.

Nicht vollkommen den Wirbeln der jetzt lebenden Lamna entsprechend erscheint der Wirbel aus dem Pläner von Strehlen. Derselbe zeigt manche Eigenthümlichkeiten der Scylliolamniden, und wird somit der Träger auch eine Uebergangsform dargestellt haben. Derselbe gehört auch zu den Wirbeln, welche ich zuerst bezüglich der inneren Struktur und der mikroskopischen Zusammensetzung untersuchte, und somit versäumte ich es die äussere Form desselben festzustellen. Es wurde mir das auch nebenbei dadurch unmöglich gemacht, weil der Wirbel tief im Gestein eingebettet war. Ich denke aber, der Querschliff (Fig. 8) lässt keinen Zweifel über die Zugehörigkeit aufkommen. Die Zusammensetzung der einzelnen Theile (Fig. 8 *i*, *d*, *a*), der Innenzone, des centralen Doppelkegels, der Aussenzone und der Strahlen ist genau dieselbe wie bei den Lamniden. Auch hier zeigen sich die Seitenstrahlen, welche offenbar in der Vierzahl vorhanden waren, an den Enden kolbig verdickt und mit Nebenzacken versehen, allein die beiden dorsalen Strahlen sind nicht einfach, wie bei Lamna, sondern zeigen, wie bei den Otodonten, an der den Bogenbasen abgewandten Seite Fiederung. Auch das Bild des Längsschnittes entspricht vollkommen dem der Lamnawirbel. Die Höhlung ist flach, der centrale Doppelkegel an den Enden stark verdickt. Die Wirbelränder müssen also, wie bei Lamna, stark aufgeworfen sein, und auch die Schichtung macht sich in derselben Weise geltend.

Alopias.

Alopias vulpes halte ich für die nächstälteste Form unter den jetzt lebenden Lamnae, weil das Strahlenbild der Wirbel, das bezeichnende Merkmal der *Asterospondyli* und ganz besonders auch dieser Abtheilung, bei grossen Thieren erhalten bleibt, was bei den nächstfolgenden nicht in dem Maasse der Fall ist.

J. Müller¹⁾ hat bereits eine kurze, klare und im Ganzen zutreffende Beschreibung und Abbildung der Wirbel dieser Thiere gegeben, und lasse ich seine Schilderung der meinigen vorangehen.

„Es handelt sich um einen Theil des vorderen Abschnittes der Wirbelsäule; die Wirbelkörper haben an ihrem vorderen und hinteren Ende einen glatten Saum, zwischen denen die Oberfläche der Wirbelkörper zahlreiche, parallele Leisten, welche wenig tief gehen, zeigt. Beinahe überall beträgt die Länge weniger, als die Hälfte der Höhe. Die Bogen und Zwischenbogenknorpel sind lang, am Rande beinahe parallel, knorpelig; bei grossen Exemplaren findet man sie verknöchert. Die Rippenstücke sind zum Theil zwischen den queren Knorpeln, zum Theil an den Knorpeln selber befestigt. Auf einem Querschnitt zeigt sich das Bogenknorpelkreuz wie bei *Lamna*.“

Ich habe von *Alopias vulpes*, einem ausgewachsenen Exemplare, welches ich den Bemühungen des Herrn Dr. Graeffe in Triest verdanke, sowohl Rumpf, wie Schwanzwirbel untersucht und an beiden Körperabschnitten die Wirbelhöhlung gleichgeformt gefunden (Fig. 14). Sie stellt ein schönes, stehendes Oval, mit schwachen Andeutungen der Bogenansätze, also mit einem Uebergange zur rechteckigen Form dar. Dieselbe ist ausserordentlich flach, zeigt nur undeutlich Schichtungsstreifen, dagegen centrale Durchbohrung von Seiten eines funiculus chordae, welcher wenigstens an meinem Exemplare ebenso wenig, wie der grösste Theil der Innenzone verkalkt war. Ich glaube, dass derselbe überhaupt nicht verkalkt. Eine Randfläche ist kaum ausgeprägt, dagegen der Rand, der Ausdehnung des Zwischenwirbelgewebes (Fig. 14 *iv*) entsprechend leicht übergebogen.

Bei der Betrachtung von der Seite erscheint in Uebereinstimmung mit der Beweglichkeit des Thieres, namentlich am Rumpfe, das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 15, 16 *iv*) ziemlich breit, ausgedehnt, und die Wirbel zeichnen sich im Gegensatze zu den übrigen Lamnidae, und das ist für die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich werthvoll, dadurch aus, dass sie viel höher als lang sind. Das Verhältniss ist an beiden Körperabschnitten beinahe wie 3:1. Die glatten Wirbelränder sind mässig aufgeworfen, immerhin aber mehr, als bei den Otodonten, und zwischen ihnen erscheinen am Schwanze ausserordentlich regelmässig (Fig. 15) breite, quere Leisten, welche durch enge Zwischenräume, die sich als dunkle, schmale Streifen zeigen, getrennt sind. Am Rumpfe erscheinen sie (Fig. 16) unregelmässiger, bald schmal, bald breit und schief verlaufend, immer aber enger zusammengedrängt, als bei *Lamna*. Sie sind zudem namentlich an den Bogenbasen manchmal getheilt, jedoch auch an einzelnen anderen Stellen sieht man sie (Fig. 16) ausserordentlich breit werden, und dann zeigen sie feine Löchelehen. Solche zeigen sich auch in der dorsalen und ventralen Mittellinie zwischen den Bogenbasen.

Die Neurapophysen (Fig. 15, 16 *u*) sind an beiden Körperabschnitten ziemlich übereinstimmend geförmte, vierseitige Platten, mit mehr geraden oder leicht geschwungenen Rändern, welche aber immer bis an das Dach des Rückenmarkskanals verlaufen. Sie sind zwischen den Rändern der Wirbelkörper an den Enden der Seitentfläche gleichsam eingefalzt, erheben sich dann frei über diese (Fig. 15,

1) Agassiz, Recherches, Bd. III Pag. 365.

16) und lassen dadurch der Bewegung der Wirbelkörper freies Spiel. Dann erst verbreitern sie sich in der gewöhnlichen Weise. Die intercalaria (Fig. 15, 16 *m*) sind dem Zwischenwirbelgewebe entsprechend eingekeilt und ragen ebenfalls als vierseitige Platten über den Rückenmarkskanal. Diplospondylie findet sich nirgends, wohl aber zeigen sowohl die Rückenmarksbogen, wie die Schaltknorpel zwischen den durchtretenden Nervenstämmen, unter der Oberfläche unregelmässige Plattenverkalkungen; jedoch finden sich diese nur am Rumpfe.

An den unteren Bogen finden sich, und das spricht dafür, dass *Alopias* nicht von lebenden *Lamnae* stammt, sondern frühzeitig aus alten Otodontenformen sich entwickelt hat, sowohl am Rumpfe, wie an dem Schwanze zwischen den gut entwickelten Haemapophysen (Fig. 15, 16 *h*) Schaltknorpel (Fig. 15, 16 *m'*). Letztere sind am Schwanze (Fig. 15 *m'*) dreieckig, schmal, am Rumpfe (Fig. 16 *m'*) dagegen breit. Die Haemapophysen erheben sich an den Wirbelkörpern überall, wie die Neurapophysen. Sie stellen am Schwanze viereckige, an den Enden zusammenfliessende und abgerundete, etwas nach hinten abgebogene Platten (Fig. 15 *h*) dar, während sie am Rumpfe dreieckig sind. An den unteren Bogen habe ich ebenso wenig, wie an den Wirbelkörpern Verkalkungen auftreten sehen.

Auf dem mittleren Querschnitt des Wirbels sieht man sowohl am Schwanze, wie an dem Rumpfe (Fig. 17, 18) den funiculus chordae als einen seitlich zusammengepressten Strang. Die mässig entwickelte Innenzone besteht (Fig. 17, 18 *i*), soweit sie unverkalkt ist, aus hyalinem Knorpel, jedoch erscheinen die Zellen nicht vollkommen rundlich, sondern sie sind eckig, mit sehr undeutlich ausgebildeten Knorpelkapseln. Die oberflächliche Lage ist gewöhnlicher, verkalkter, gemischter Knorpel, mit runden Zellen. Der centrale Doppelkegel (Fig. 17, 18 *d*) ist in der Mitte der Schwanzwirbel dünn, an den Rumpfwirbeln dagegen dicker, und besitzt dieselbe Zusammensetzung, wie bei den *Scylliolamnid*en und bei *Lamna*. Er verdickt sich steil aufsteigend und dadurch die ausserordentliche Flachheit der Wirbelhöhlung bedingend allmählig gegen den Rand hin.

Die Aussenzone zeigt deutlich das einfache Knorpelkreuz (Fig. 17, 18) und die ringförmige Verkalkungsschicht an dem centralen Doppelkegel (Fig. 17, 18 *a*). Dieselbe ist am Rumpfe viel stärker entwickelt als an dem Schwanze, überhaupt aber viel stärker, als bei *Lamna* und den Otodonten. Das scheint mir für die Stellung des Thieres nicht unwichtig zu sein. Von den primären, geraden Strahlen sind keine Andeutungen vorhanden. Die ringförmige Verkalkungsschicht, in welche von der Oberfläche und zwar von den Wirbelrändern her, den Bogenbasen entsprechend Gefässe radiär hineindringen, besteht wie bei *Lamna* und den meisten Otodonten aus dem zierlichen, verkalkten, gemischten Knorpel, in welchem jede Zelle mit ihrem hyalinen Hofe in eine regelmässige Masche des verkalkten, prochondralen Alveolenwerkes eingebettet ist. Aus demselben Gewebe bestehen die Strahlen, jedoch mit dem Unterschiede, dass sich in diesen die breiten, radiären, prochondralen Lamellen geltend machen, welche wir bereits bei den *Scylliolamnid*en, namentlich aber bei *Stegostoma* kennen lernten. Dabei will ich nicht unerwähnt lassen, und das ist für die mikroskopische Untersuchung von Dünnschliffen fossiler Wirbel nicht gleichgültig, dass in den Strahlen sich Kerne unverkalkten, gemischten Knorpels finden, welche beim Ausfaulen durch grössere Lücken dargestellt werden müssen. Die Gefässe liegen nicht in den eigentlichen Strahlen, sondern immer in den zwischenliegenden, unverkalkten Knorpelmassen. An den Strahlen lässt sich auch nicht unschwer eine lamellöse Schichtung erkennen. Dieselbe beruht auch hier auf der ungleichen Dicke der verkalkten, vorknorpeligen Grundmasse.

Die Strahlen sind, wenn auch etwas plumper, als bei den Otodonten, dennoch namentlich am Schwanze an ihrem Ende nicht so kolbenförmig verdickt, wie bei *Lamna*. Sie sind ferner, und das ist wiederum ein Anklang an die *Scylliolamnid*en, an ihren Enden nicht immer getheilt, namentlich

nicht dorsal und ventral. Vor allen Dingen sind die Strahlen gleichmässig und wenn auch gespalten, niemals wie bei *Lamna* mit Nebenzaeken versehen. Es ist das ein Zeichen, dass sich die Stammformen von den ginglymostomaartigen Thieren entfernten, sich dagegen mehr den älteren Otodonten und Vertretern der Scylliokammiden, dem *Stegostoma*, näherten. Auf diesen Mangel an Nebenzaeken kann ich, namentlich für die Bestimmung fossiler Wirbel nicht genug hinweisen. Dagegen zeigt sich ganz besonders ausgeprägt an den Rumpfwirbeln folgendes Verhältniss:

Es schiessen besonders ventral von der ringförmigen Verkalkungsschicht (Fig. 18 a) Kalkstrahlen in die unteren Arme des Knorpelkreuzes, und dieselben unterscheiden sich in ihrem Bau dadurch, dass sie nicht die Zellen einzeln umschliessen, sondern diese liegen in Gruppen beisammen, und man sieht ferner, dass wiederum ventral (Fig. 17, 18) von der ringförmigen Verkalkungszone untergeordnete Kalkmassen von demselben Bau ausgehen. Wenn alle diese Strahlen auswachsen, so verbinden sie sich unter einander. Das ist am Rumpfe hauptsächlich an den seitlichen Strahlen (Fig. 18) fast überall der Fall. Es kommt diese Verbindung namentlich am Ende der Strahlen durch nachträgliche Verkalkung der ursprünglich unverkalkten, zwischenliegenden Knorpelmassen zu Stande. Bei dem Trocknen und Faulen der Wirbel zeigt sich dann auf dem Querschnitt ein System elliptischer, bald mehr, bald weniger in die Tiefe und gegen die Oberfläche ragender Lücken, welche im frischen Zustande von gefässhaltigem Knorpel ausgefüllt sind. Der zwischen den Strahlen befindliche Knorpel ist mir um deswillen interessant geworden, weil er ein ausgezeichnetes Beispiel eines gemischten Knorpels mit prochondralen Höfen um die Zellen ist. Aus demselben Gewebe bestehen auch die Bogenstücke. Es zeigt sich keine regelmässige Anordnung der Zellen, sondern dieselben liegen regellos in Gruppen beisammen, und die hyaline Grundsubstanz stellt zwischen ihnen Strassen dar, welche das Bild eines vielfach verschlungenen Labyrinthes zeigen.

Die Anordnung der Strahlen ist folgende, und in dieser Beziehung zeigen Rumpf und Schwanz keine Unterschiede. Ventral (Fig. 17, 18) treten immer nur zwei einfache Strahlen auf, ebenso freilich auch dorsal, allein dieselben sind unregelmässig entweder zwei-, oder dreigetheilt, bald auch (Fig. 18) einfach. Am Schwanz lässt sich mit einiger Mühe (Fig. 17) seitlich eine Gruppierung der Strahlen zu viert erkennen, doch ist darauf kein übermässig grosses Gewicht zu legen. Im Ganzen sind die Strahlen in gleichmässigen Abständen befindlich und strahlen fächerartig von dem Centrum gegen die Peripherie aus.

Die Placoidschuppen (Fig. 19, 20, 21) zeigen, dass *Alopias* immerhin eine jüngere, abgeleitete Form ist. Die Basalplatte ist rundlich, der Schuppenstachel steil erhoben, dreikantig und ausser der vorragenden Mittelspitze treten, wenn auch wenig vorragend, zwei Nebenzaeken auf.

Fossil habe ich *Alopias* unzweifelhaft nur in dem jüngeren Tertiär nachweisen können und zwar nur aus dem Argile de Boome, welche Wirbel ich meinem Herrn Collegen van Beneden in Löwen verdanke, und dann aus Brüsterort. Letzteren Wirbel schenkte mir Herr Maschke in Göttingen in freundlichster Weise zur Untersuchung. Diesen habe ich abgebildet, weil es der erste unzweifelhafte *Alopias* war, den ich fand. Die Wirbel sind unmöglich zu verkeimen und zeigen bereits bei Betrachtung von aussen ohne Durchschneidung und ohne mikroskopische Analyse, welchem Thiere sie angehören.

Die im Centrum von einer ziemlich weiten Oeffnung durchbrochene, sehr flache Wirbelhöhlung zeigt eine schwach ausgeprägte Randfläche und einen flach übergebogenen Rand. Im Inneren zeigen sich zahlreiche Schichtungsstreifen. Dieselbe besitzt ausserdem die Gestalt eines stehenden Ovals mit Anklängen an die Figur eines Rechteckes, ganz wie bei dem lebenden *Alopias*.

Bei seitlicher Betrachtung tritt die ungemeine Kürze oder Schmalheit des Wirbels gegenüber der ausserordentlichen Länge (Fig. 23) deutlich hervor. Es ist das Verhältniss genau wie bei der lebenden Form. Die Wirbelränder (Fig. 22) sind mässig aufgeworfen und zwischen ihnen ist die Seitenfläche plan oder leicht eingezogen (Fig. 22). An der Seitenfläche des Wirbelkörpers sieht man eine Anzahl zarter, regelmässiger, querer Leisten, weit mehr als bei dem lebenden Alopias. Das hängt aber wohl mit dem Alter und der gewaltigen Grösse der fossilen Thiere zusammen, die vollkommen der der grössten Lamna entsprach. Oben und unten treten die Gruben der Bogenansätze hervor. Ausgezeichnet ist die Oberfläche ferner dadurch, dass die Gruben zwischen den Leisten nur wenig in die Tiefe dringen, selbst dann, wenn, wie bei dem Wirbel von Brüsterort, die Gesteinsmasse fast vollkommen fehlt. Die Oberfläche sieht mehr fein gestreift aus. Bei der Betrachtung der dorsalen (Fig. 22) oder ventralen Fläche zeigen sich breite Leisten, mit feinen, punktförmigen Oeffnungen versehen. Dieselben treten namentlich an der Seite der Bogengruben ganz wie bei Alopias auf. Die Bogengruben selbst sind flache Vertiefungen (Fig. 22), in welchen sich wieder unregelmässige Erhebungen oder Leisten geltend machen, während dieselben bei den Lamnae als Höhlungen bis zum Centrum des Wirbels reichen. Ein Querschliff, welcher namentlich von den Wirbeln aus Boome lehrreich ist, zeigt die Ursachen dieser abweichenden Verhältnisse. Die Enden der Strahlen sind mit einander bis nahe an die Oberfläche verbunden, aber nicht das allein, das Knorpelkreuz ist verschwunden, und statt desselben treten, wie bei Oxyrhina, in den Höhlungen, in denen es sich befand, quere, netzförmig miteinander verbundene Verkalkungen auf. Diese, sowie die die Strahlen verbindenden Kalkmassen sind Alterserscheinungen, welche ja auch bei einem grossen, lebenden Alopias auftreten. Ueber die Bildung der Verkalkungen im Knorpelkreuze giebt ja der lebende Alopias Aufklärung. Sind doch auch hier bereits schwache Strahlen im Inneren vorhanden. Dieselben brauchen nur zahlreicher zu werden, auszuwachsen und sich unter einander zu verbinden, und das Bild des Querschnittes eines fossilen Alopiaswirbels ist fertig. Ich finde gar keine Veranlassung, auf Grund desselben eine besondere Gattung zu errichten. Grösse und Alter der fossilen Thiere erklären die Erscheinungen vollkommen.

Carcharodon.

Von Carcharodon Rondeletti habe ich Dank der Güte meines Herrn Collegen v. Kölliker denselben Wirbel untersuchen können, welcher ihm seiner Zeit das Material für seine Beschreibung lieferte. Derselbe gehört einem kleineren Exemplare an, dagegen wurde ich durch das freundliche Entgegenkommen des Herrn Dr. Graeffe in Triest in den Stand gesetzt, sowohl Rumpf-, wie Schwanzwirbel eines gewaltigen Exemplares, welches seiner Zeit die adriatische Küste unsicher machte, zu untersuchen. Letztere setzten mich erst in den Stand, wichtige, dem brüsseler Museum angehörige Carcharodontenwirbel in ihrer Bedeutung zu würdigen.

Carcharodon schliesst sich meiner Ansicht nach unmittelbar an Alopias an, weil auch bei diesem Thiere wieder der Strahlenbau des Wirbelkörpers am längsten gewahrt bleibt und selbst im höchsten Alter noch deutlich nachweisbar ist, während das bei Oxyrhina nicht in dem Maasse der Fall ist. Jünger erscheint mir aber diese Form, weil, ganz abgesehen von den Zähnen, welche darauf hinweisen, denn Sägezähne sind immer sekundärer Natur, die Verbindung der Strahlen unter einander grössere Ausdehnung gewinnt, als das bei Alopias der Fall ist.

v. Kölliker¹⁾ beschreibt die Verhältnisse folgendermaassen:

1) Verhandlungen der senckenbergischen Gesellschaft.

„Die eigentlichen oberen Bogen und die Schaltstücke haben ziemlich dieselbe Gestalt wie bei *Odontaspis* und umschliessen den Kanal für das Rückenmark nicht vollständig, vielmehr wird derselbe erst durch die oberen Dornen, welche besondere Stücke darstellen, deren Zahl geringer ist, als die der Wirbel, ganz geschlossen. Beiderlei Stücke der oberen Bogen ferner sind in ihrer oberen Hälfte durch und durch verkalkt und ebenso haben die unteren Bogen und Dornen, sowie die oberen Dornen eine Kruste von Knorpelknochen, die ziemlich vollständig ist. Gefäss- und Nervenöffnungen waren an meinem Stücke nicht allerwärts so deutlich, dass ich etwas Bestimmtes über dieselben auszusagen im Stande wäre, doch glaube ich soviel erkannt zu haben, dass stellenweise die Zahl der Nervenöffnungen das Doppelte von derjenigen der Wirbel beträgt, indem dieselben je zwischen einem oberen Bogen und einem Schaltstücke sich finden. Doch ist es ja denkbar, dass nicht alle diese Öffnungen für den Durchtritt von Nerven bestimmt sind.“

„Die Wirbelkörper von 22 mm. in der Höhe zeigen den Typus derer der *Lamnoidei*, sind jedoch die zusammengesetztesten der beschriebenen. Die seitlichen, periostalen Keile bestehen aus einer grösseren (9—12) Zahl von Speichen und Blättern von verkalktem Faserknorpel, zwischen denen nur enge, mit Faserknorpel erfüllte Lücken sich finden, ja es hängen diese Blätter durch Anastomosen in der Querrichtung zum Theil so unter einander zusammen, dass stellenweise fast ganz kompakte Knochenmassen entstehen. An der Oberfläche der Wirbel finden sich solche Verbindungen vorzüglich an den an die Bogen grenzenden Stellen der seitlichen Keile, ausserdem aber auch im Inneren. Hier ist besonders eine Stelle, ungefähr halbwegs zwischen der Oberfläche und dem inneren Doppelkegel, bemerkenswerth, wo diese Verbindungen rings herum an allen vier periostalen Keilen sich finden und wie eine besondere ringförmige Zone darstellen. Einwärts von dieser Zone sind die Blätter zum Theil zu grossen Massen mit einander verschmolzen, nach aussen mehr getrennt. Die oberen, periostalen Keile gegen den Rückenmarkskanal zu bestehen aus zwei Knochenblättern mit einem dazwischen liegenden Faserknorpelkeil, die unteren dagegen aus vier Blättern, von denen jedoch je zwei durch zahlreiche Anastomosen so zusammenhängen, dass an der Oberfläche an der Stelle derselben nur je eine mit vielen Löchern versehene Knochenmasse zum Vorschein kommt. Diese Löcher führen in mit Faserknorpel erfüllte, kanalartige Räume, die zusammen einem der gewöhnlich zwischen solchen Blättern enthaltenen grösseren Raume, z. B. bei *Lamna*, entsprechen. Ein einziger, mittlerer Raum mit Faserknorpel findet sich übrigens auch in dem unteren, periostalen Keile. Auffallend war mir bei *Carcharodon* auch, vor und hinter den in den Wirbel eindringenden knorpeligen Zapfen der Bogen periostale Bildungen von Knorpel und Knochen zu finden in Form je einer dünnen Lamelle mit kanalartigen Lücken für den Faserknorpel, die an der Oberfläche als eine einfache Reihe kleiner Löcher erscheinen. Bezüglich auf den feineren Bau stimmen die Wirbel von *Carcharodon* vollkommen mit denen von *Odontaspis* überein, und haben dieselben auch keine Blutgefässe.“

Ich habe wegen der Kostbarkeit des Materiales keine Gelegenheit gehabt besondere gewebliche Studien anzustellen, allein das ganze Aussehen des Gewebes lässt mich mit vollkommener Sicherheit schliessen, und das geht auch aus der Beschreibung v. Kölliker's hervor, dass der mikroskopische Bau der gleiche ist, wie bei den übrigen Lamniden, dass der gemischte Knorpel mit Einzelzellen in den verkalkten Partien seine Rolle spielt, während in den unverkalkten Abschnitten, in welchen ich ebenfalls Gefässe wahrgenommen zu haben glaube, und zwar bis dicht an die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone aus einem gemischten Knorpel besteht, welcher, wie so oft bei *Lamna* und den Otodonten eine bestimmte Anordnung zeigt. Es ist der radiäre Bau mit prochondralen Lamellen, welcher sich bereits bei Betrachtung des Wirbelquerschnittes mit blossem Auge als eine

feine, strahlige Zeichnung zeigt und dem Knorpel ein asbestartiges Aussehen verleiht. Dadurch unterscheidet sich der verkalkte Knorpel des Wirbelkörpers scharf von dem der Bogen, welcher gleichmässig aussehend gewiss unregelmässig angeordnete Zellgruppen umfasst.

Schon die Wirbelhöhlung ist sehr bemerkenswerth. Sie wird nämlich bei allen Carcharodonten von der Chorda excentrisch durchbohrt (Fig. 24), und zwar liegt die Durchbohrung der ventralen Fläche näher. Zudem zeigt sich im Gegensatze zu *Alopias* und im Anschlusse an *Lamna* eine Verkalkung sowohl des knopfartig vorragenden funiculus chordae, als auch der Innenzone des Wirbelkörpers. Die Höhlung ist nicht völlig so flach, wie bei *Alopias*. Eine Randfläche ist nicht vorhanden, sondern der Rand flach abgebogen. Die Schichtungsstreifen (Fig. 24) sind nicht regelmässig, sondern unregelmässig. Die Umgrenzung ist hinten am Schwanze ein stehendes Oval, allein nicht so ausgeprägt wie bei *Alopias* (Fig. 24), an der Schwanzbasis und am Rumpfe dagegen queroval.

Bei Betrachtung von der Seite erscheint der von den getrennt aufsitzenden Bogen befreite Wirbelkörper sehr hoch, allein das Verhältniss der Länge zur Höhe ist nicht ein so ungünstiges, wie bei *Alopias*. Es ist am Schwanze wie 2:5, am Rumpfe dagegen wie 2:3—4. Die Wirbelränder sind (Fig. 25, 28, 29) mässig stark aufgeworfen, ähnlich wie bei *Alopias*. Die zwischenliegende Seitenfläche zeigt an dem isolirten Wirbelkörper (Fig. 25) deutlich die Bogengruben, von denen die oberen weiter, die unteren enger und mehr seitlich gerückt sind. Wie bei *Alopias* fanden sich in ihrer unmittelbaren Umgebung, wenigstens an den hinteren Schwanzwirbeln, verschieden breite Leisten (Fig. 25, 26, 27), welche eine feine Löcherung zeigen. An jüngeren Schwanzwirbeln verlaufen die Leisten zwischen den Rändern, welche in viel weiteren Abständen von einander getrennt sind wie bei *Alopias*, (Fig. 25) schief. Sie sind unregelmässig getheilt und zeigen zuweilen Verbindungen. Dagegen erscheint an den Schwanzwirbeln erwachsener Thiere ein viel regelmässigeres Bild der Leisten und der Zwischenräume (Fig. 28). Dieselben sind quer und erscheinen nur an ihrem Ende getheilt. Letztere Erscheinung tritt an den Rumpfwirbeln, wo die Leisten recht zart sind, noch deutlicher hervor und giebt dem Wirbel ein charakteristisches Aussehen (Fig. 29). Die Wirbeloberfläche ist ebenso plan, wie bei *Alopias*. Die dorsale Fläche eines isolirten Wirbelkörpers (Fig. 27) zeigt ein breites, zwischen den Bogengruben befindliches Feld, in welchem sich löcherartige Vertiefungen und unregelmässige, leistenförmige Erhebungen finden, während die ventrale Fläche (Fig. 26) nichts Derartiges zeigt. Die zwischen den Bogengruben befindliche Leiste ist an den Schwanzwirbeln schmal und siebartig durchbrochen, nur gegen den Rand hin findet sich eine etwas breitere Vertiefung und dadurch Spaltung der Leiste.

Die Neur- sowohl wie die Haemapophysen erheben sich wie bei *Alopias* an allen Körperabschnitten (Fig. 28, 29 *n h*) frei über die Wirbelränder und das breite Zwischenwirbelgewebe, so dass den Thieren eine noch grössere Beweglichkeit wie *Alopias* zukommen muss. Es ist ja auch eine bekannte Thatsache, dass *Carcharodon* einer der schnellsten Haie ist. Die Blut- und Rückenmarksbogen haften nur der zwischen den Wirbelrändern befindlichen Fläche an. Im Uebrigen ist die Gestalt der Neurapophysen (Fig. 28) am Schwanze dieselbe, wie bei *Alopias*, nur ist zu bemerken, dass dieselben ungleich gross sind und am Rumpfe (Fig. 29 *n*) sogar getheilt sein können. Immer aber reichen sie bis an das Dach des Rückenmarkskanals, und Schlussstücke habe ich nirgends gefunden. Die intercalaria müssen natürlich am Schwanze (Fig. 28 *m*), und dasselbe ist am Rumpfe (Fig. 29 *m*) der Fall, ebenfalls unregelmässig sein und in ihrer Gestalt sich nach den Rückenmarksbogen richten. Dieselben ragen über den canalis spinalis und schliessen ihn. *Carcharodon* scheint mir gegenüber *Alopias* auch dadurch jünger, dass an den unteren Bogen des Schwanzes die intercalaria

vollkommen fehlen. Die Haemapophysen (Fig. 28 *b*) sind unregelmässige, vierseitige, nach hinten etwas abgebogene Platten. In ähnlicher, aber noch unregelmässigerer Gestalt treten sie am Rumpfe (Fig. 29 *b*) auf, besitzen hier aber entsprechend gefornite Schaltknorpel. Mehrfache Nervendurchbohrungen habe ich nicht gesehen, ebenso wenig Diplospondylie. Dafür durchbrechen Gefässe mehrfach die Blutbogen.

Der mittlere Querschnitt (Fig. 30) zeigt im grossen Ganzen das Bild, welches v. Kölliker beschreibt, dasselbe ändert sich jedoch mit zunehmendem Alter und an den verschiedenen Körperabschnitten. Der funiculus chordae, die mässig verkalkte Innenzone, sowie der in der Mitte dünne, centrale Doppelkegel und die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 30 *i, d, a*) verhalten sich an allen Körperabschnitten und zu den verschiedenen Altersperioden, welche ich zu untersuchen Gelegenheit hatte, gleich. Anders dagegen verhält sich das Strahlenbild.

Zunächst wäre im Gegensatz zu *Alopias* und *Oxyrhina* hervorzuheben, dass das Knorpelkreuz niemals verschwindet. Ich sah niemals in dasselbe Kalkzacken oder Leisten hineinragen, ebenso wenig, wie ich jemals eine Spur von Oberflächenverkalkung sei es am Wirbelkörper, sei es an den Bogenabschnitten entdecken konnte. Wenn das Strahlenbild der Schwanzwirbel (Fig. 30) auch im Allgemeinen an die Verhältnisse bei *Lamna* und *Alopias* erinnert, so zeigt dasselbe doch folgende Besonderheiten.

Von primären Strahlen ist gar Nichts zu entdecken. Es finden sich zwei mächtige, dorsale und ein ventraler Strahl, welcher nur an seinem Ende gespalten sein kann. Es treten deutliche Schichtungstreifen auf; vor allem macht sich aber einer geltend (Fig. 30), welcher v. Kölliker zur Annahme einer durchgehenden Verbindungsleiste der Strahlen geführt hat. Derselbe findet sich ziemlich genau in der Mitte der Seitenstrahlen, welche übrigens auch sonst, wie v. Kölliker beschreibt, innen durch schwache, aber von Strahl zu Strahl gehende Verbindungsmassen zusammenhängen. Es sind sekundäre Verkalkungen des ursprünglich zwischen den getrennten Strahlen liegenden Knorpels. Im Uebrigen sind die seitlichen Strahlen wie bei *Alopias* regelmässig angeordnet, an ihren Enden ein klein wenig verdickt und überhaupt am Schwanz mehr keulenförmig. Bei genauerem Zusehen sind sie ungleich stark und an ihren Enden entweder gar nicht, oder einfach gablig getheilt.

Etwas verändert erscheint das Bild an den Wirbeln der Basis des Schwanzes erwachsener Thiere. Die ringförmige Verbindungszone der Strahlen ist noch nachweisbar, allein die nach innen davon gelegenen Verbindungsmassen der seitlichen Strahlen sind stärker geworden. Es sieht aus, als wäre ein solider Kern um den centralen Doppelkegel gelagert, in welchem man nur undeutlich die einzelnen Strahlen unterscheidet. Auch das Bild der oberflächlichen Theile der Seitenstrahlen hat sich geändert. Sie erscheinen relativ schlanker und in den zwischen ihnen gelegenen, unverkalkten Knorpelmassen beginnt sich neben der radiären eine concentrische Anordnung geltend zu machen, und die Strahlen erscheinen diesen Ringen entsprechend, welche nur durch eine besondere Anordnung und Stärke der prochondralen Substanz hervorgebracht werden können, rosenkranzförmig verdickt, zuweilen wie aufgelöst. Dabei gewinnen die an die Bogenbasen anschliessenden Randstrahlen eine ganz besondere Dicke und zeigen an der Oberfläche quere Verbindungen mit den benachbarten Seitenstrahlen. Zwischen den breiten, dorsalen Strahlen erscheinen Nebenstrahlen, und sie zeigen eine Fiederung wie bei den Otodonten. Die Ringlamelle ist nur mehr an dem schwachen, ventralen Strahl nachweisbar. Dieser hat sich aber vollkommen getheilt, und zwischen den Aesten treten bis an die Oberfläche reichend schwache Nebenstrahlen auf, welche durch quere Kalkleistchen mit ihnen verbunden sind.

Der Rumpfwirbelquerschnitt unterscheidet sich dadurch, dass die centralen Strahlenverbindungen

seitlich sowohl, wie dorsal und ventral stärker geworden sind. Dadurch bildet sich an dem centralen Doppelkegel und der verkalkten Ringschicht der Aussenzone eine Flügelfigur mit zwei breiten, seitlichen und einem schmalen, dorsalen und ventralen Abschnitte, und die ursprüngliche Verbindungs- und Ringlamelle tritt nicht besonders hervor. Die dorsalen Strahlen zeigen einfache, dichotome Theilung. Der ventrale Strahl ist, der seitlichen Lage der Haemapophysen entsprechend, ungemein breit und bietet ein Bild wie an dem Rumpfwirbel eines ausgewachsenen *Ginglymostoma*. Auch die seitlichen Strahlen erscheinen an dem Flügel peripher gleichmässig, unverbunden, wenn auch entsprechend der undeutlich ausgeprägten, concentrischen Anordnung in dem unverkalkten Knorpel mit Anschwellungen versehen, welche jedoch schwächer wie am Schwanze sind. Das Strahlenbild ist viel reiner und gleichmässiger, und das zeigt sich auch bei seitlicher Betrachtung der Rumpfwirbelkörper. Die Strahlen sind meist einfach, selten dichotom getheilt, und nur die an die Bogenbasen stossenden, seitlichen Randstrahlen zeigen Fiederung.

Ich habe auch die Placoidschuppen von *Carcharodon Rondeletti* (Fig. 31, 32, 33) untersucht. Dieselben unterscheiden sich nur wenig von denen des *Alopias*. Der ganze Unterschied besteht in der vierseitigen Basalplatte (Fig. 31) und darin, dass sich der dreieckige Schuppentheil etwas steiler erhebt, doch möchte auf diese Unterschiede kaum ein besonderer Werth zu legen sein.

Fossile *Carcharodonten* kenne ich nur aus dem Crag von Antwerpen, aber die Wirbel derselben sind von gewaltiger Grösse. Es muss das Scheldebecken ein an Nahrung reicher Tummelplatz dieser Riesen gewesen sein. Wie viele Gattungen dort vertreten sind, vermag ich freilich nicht mit Bestimmtheit anzugeben, da ja, wie wir wissen, der Bau mit dem Alter wechselt, allein ich glaube, dass mindestens drei Gattungen vertreten sind. Die grössten gehören wohl *Carcharodon megalodon*, von welchem Zähne gefunden worden sind, an. Die zwei kleinen habe ich bildlich dargestellt, der Zukunft die weitere bildliche Darstellung des reichen brüsseler Materiales überlassend.

Carcharodon Rondeletti am nächsten steht eine Form, welche sich nur dadurch auszeichnet, und dieselbe Erscheinung wiederholt sich bei *Carcharodon megalodon*, dass zwischen den Bogenbasen, namentlich an der Seitenfläche der Wirbelkörper, Oberflächenverkalkungen in ziemlich dicker, gleichmässiger Lage die Aussenzone bedecken. Dadurch erscheint die Seitenfläche der Wirbel gleichmässig rauh, und die Ränder werden dadurch fast verdeckt, sind aber, wo die Verkalkung abgesprengt ist, wie bei *Rondeletti*, aufgeworfen. Die Wirbellfläche erscheint vorgebuchtet, gequollen. Das Verhältniss der Höhe zur Länge ist das gleiche, wie bei *Rondeletti*. Die Wirbellhöhlung mit den ungleichmässigen Schichtungsstreifen und der excentrischen Durchbohrung der Chorda ist rund, höchstens an den Ansätzen der Bogenbasen etwas abgeplattet. Sie ist mässig vertieft, wie bei *Rondeletti*, mit schwach übergebogenem Rande, aber ohne ausgeprägte Randfläche.

Am klarsten zeigt das Bild des mittleren Querschliffes die Gestaltung. Es liegen mir zwei Wirbel vor. Der eine kleinere bietet ein Durchschnittsbild, welches durchaus dem des *Rondeletti* entspricht, der andere (Fig. 34) bietet bezüglich der Strahlen geringe Abweichungen insofern, als die quere Verbindung der Seitenstrahlen nicht allein nach innen von der namentlich seitlich ausgeprägten, breiten Ringlamelle, sondern auch nach aussen bis nahe unter die Oberfläche sich geltend macht. Es kann das aber immerhin, wie auch die ausgedehnte Oberflächenverkalkung, ein Altersunterschied sein. Im Uebrigen ist das Bild radiärer, bis zum Centrum gehender Strahlen und deren Theilung das gleiche. Der ventrale Strahl ist schmaler, der dorsale breiter. Letzterer ist an dem kleineren Wirbel deutlich zweigetheilt, am grossen gefiedert und mit queren Verbindungslamellen versehen. Der ventrale ist an

dem kleineren nur unvollkommen getheilt und zeigt auch bei dem grösseren quere Verbindungsmassen.

Die nächst anschliessende Gattung, welche ich mit *Carcharodon megalodon* identificeire, bietet, was die Form und das Verhalten der Wirbelhöhlung und der Wirbeloberfläche betrifft, keine Abweichungen von den vorigen, dagegen ist das Querschnittsbild ein etwas anderes, insofern die Wände des Knorpelkreuzes nicht gerade Flächen darstellen, wie sonst bei den Lamniden, sondern ausgebuchtet sind. Dadurch entsteht auf dem Querschnitt das Bild eines Malteserkreuzes. Ferner zeigt sich, dass die ursprünglich bis zur Oberfläche radiär verlaufenden Strahlen, namentlich dorsal und seitlich, an ersterer Stelle aber mehr, durch die stärkere Entwicklung der concentrischen Verbindungslamellen grossentheils verdeckt sind. In der inneren Hälfte der Aussenzone der Wirbelkörper lassen sich dieselben gar nicht mehr erkennen. Der Körper ist hier nahezu vollkommen concentrisch gebaut. Die Lamellen sind dicht gedrängt und auch die zwischenliegenden Massen vollkommen verkalkt, nur in der äusseren Hälfte des starken, dorsalen und noch mehr des dünnen, ventralen Strahles erkennt man die ursprünglichen, radiären Strahlen. An den Seitenmassen sind nur die an die Bogenbasen anschliessenden, strahligen Fortsätze durch sparsame Verbindungslamellen bis an die Oberfläche verbunden, und wie bei den *Carcharodonten* überhaupt stärker als die übrigen. Die anderen sind dagegen frei und gehen getrennt, die ursprünglichen Verhältnisse zeigend, an die Oberfläche.

Die letzte Gattung möchte ich mit dem Namen *Carcharodon selachoides* (Fig. 35) belegen, da die Wirbel in wesentlichen Dingen abweichend gebaut sind, trotzdem die Grösse die gleiche, wie bei *megalodon* ist. Die Höhlung der Schwanzwirbel ist an beiden mir vorliegenden Exemplaren, einem grösseren und einem kleineren, nicht kreisrund, sondern queroval, noch mehr wie bei *megalodon*. Zudem zeigt sich an dem grösseren Wirbel zwischen den Rändern der oberen Bogenansätze, welche deutlich hervortreten, eine mittlere Erhebung und ventral eine ausgedehnte Abflachung. Somit erinnert die Umgrenzung an die Kartenherzform mit dorsal gewandter Spitze.

Bei Beobachtung von der Seite erscheint ein Bild wie bei dem lebenden *Carcharodon*. Dasselbe wird nicht durch ausgedehnte Oberflächenverkalkungen getrübt. Die Wirbelfläche ist in Folge dessen plan, mit aufgeworfenen Rändern und mit zwischen ihnen ziemlich regelmässig verlaufenden und in gleichen Abständen befindlichen Leisten, welche an den Bogenruben breit und wie bei *Rondeletti* durchlöchert erscheinen. Das Verhältniss der Höhe zur Länge ist dasselbe geblieben. Bietet nun so die Betrachtung der Wirbel von der Seite kein anderes Bild, wie das von *Carcharodon Rondeletti*, so ist das dagegen mit dem Querschliff (Fig. 35) der Fall. Die excentrische Durchbohrung von Seiten der Chorda, die Ungleichheit des dorsalen und ventralen Strahles, die gleichmässige Begrenzung des Knorpelkreuzes tritt zwar deutlich hervor, und die Zusammensetzung der beiden senkrechten Strahlen verhält sich wie bei *Rondeletti*, beziehungsweise *megalodon*, allein die seitlichen Strahlen bieten Unterschiede. Sie zeigen ein Verhalten, welches in der Mitte steht zwischen dem des fossilen und lebenden *Carcharodon Rondeletti* und des *megalodon*. Das Verhalten der peripheren Enden der seitlichen Strahlen stimmt vollkommen mit dem bei *megalodon*, allein in der inneren Hälfte ist das Bild ein anderes. Zum Unterschiede von *Rondeletti* erkennt man wie bei *megalodon* im Inneren kaum mehr die radiären Strahlen. Dieselben sind vollkommen von den concentrischen Verbindungsstrahlen verdrängt, oder besser gesagt zu diesen aufgelöst. Allein diese sind weder an dem kleinen, noch an dem grossen Wirbel wie bei *megalodon* durch tertiäre, zwischen ihnen befindliche Verkalkungen zu einer centralen, gleichmässigen, verkalkten Knorpelmasse verbunden, sondern an dem kleineren Wirbel vollständig, an dem grösseren wenigstens in der äusseren Hälfte (Fig. 35) ist jede concentrische La-

melle wie bei Selache durch einen im Leben von unverkalktem Knorpel ausgefüllten Zwischenraum geschieden und auch im Inneren ist die verbindende Verkalkung zwischen ihnen nicht gleichmässig, wie bei megalodon, sondern es sind immer noch mit unverkalktem Knorpel gefüllte, grössere und kleinere Lücken übrig. Von diesem Verhalten der concentrischen Lamellen leite ich den Namen selachoides her und betrachte es als ein werthvolles Merkmal zum Verständniss des Wirbelbaues dieses grössten, jetzt lebenden Haien.

Oxyrhina.

Günther hat die Müller-Henleschen Oxyrhinae mit Lamna vereinigt, dagegen Odontaspis als selbständige Form bestehen lassen. Zu Gunsten dieser Annahme spricht, abgesehen von dem Verhalten der Zähne, das Vorhandensein eines Schwanzkiesels bei Oxyrhina, welcher Odontaspis fehlt. Trotz vielfacher Ueberlegungen kann ich mich jedoch nicht entschliessen, Günther in seinen Aufstellungen zu folgen. Der Wirbelbau weist mit Bestimmtheit auf die Zusammengehörigkeit von Oxyrhina und Odontaspis hin, zeigt aber gleichzeitig, dass die beiden Lamna näher verwandt sind, als Alopias und Carcharodon, und insofern liegt der Zusammenfassung Günther's ein richtiger Gedanke zu Grunde, allein, entweder muss man, wozu ich mich aus alsbald zu erörternden Gründen nicht entschliessen kann, trotz der Verschiedenheiten der Zähne und des Schwanzkiesels Odontaspis und Oxyrhina mit Lamna vereinen, oder man muss sie vereinigt neben dieser als jüngere Form hinstellen. Ob nun als jüngste unter den Lamniden überhaupt, wie ich es hier thue, will ich durchaus nicht als vollkommen bewiesen hinstellen, allein bis auf bessere Belehrung kann ich nicht von dieser Annahme zurücktreten.

Vereinige ich nun Oxyrhina und Odontaspis, welche beide ich der Güte meines Herrn Collegen v. Kölliker verdanke und an welchen er selber seine Untersuchungen ¹⁾ angestellt hat, so fragt sich wiederum, welche Form ist als die ältere anzusehen? Da gestehe ich nun, dass die Entscheidung ausserordentlich schwer ist, um so schwerer, weil mir nicht gleiche Wirbelgrössen vorlagen. Die mit Nebenzacken versehenen Zähne und der mit Lamna übereinstimmende Bau der Wirbel machen mich geneigt Odontaspis als älter zu betrachten, während dagegen der ursprünglich einfachere Bau der Wirbel bei Oxyrhina, abgesehen von dem Schwanzkiesels, der diese Form Lamna nähert, mich dazu drängt Oxyrhina als älter anzusehen. Auch in diese Frage werden weiter geführte Untersuchungen Licht bringen. Bis auf Weiteres will ich Oxyrhina als älteren, Odontaspis als jüngeren Vertreter der Gattung Oxyrhina betrachten. Hätten mir ganze Stücke der Wirbelsäule zu Gebote gestanden statt isolirter Schwanzwirbelkörper, an denen ich auch nicht einmal die mikroskopische Analyse vorzunehmen vermochte, so wäre die Frage zu entscheiden gewesen. In diese Untersuchungslücken muss die Beschreibung v. Kölliker's ergänzend eintreten.

Derselbe äussert sich, was Oxyrhina gomphodon angeht folgendermaassen:

„Wie bei vielen Haien sind die Wirbelkörper und Wirbelbogen ganz von einander getrennt und umfassen die letzteren die Körper seitlich nicht. Die unteren Bogen entsprechen in ihrer Zahl den Körpern genau, ragen jeder mit zwei Knorpelzapfen tief in die Wirbelkörper hinein und bilden dann einen einfachen unteren Dorn, der ebenso wie ein Theil des Bogens selbst eine Kruste von dem gewöhnlichen Knorpelknochen der Selachier besitzt. Viel verwickelter ist der Bau der oberen Bogen.

1) Verhandlungen der senckenbergischen Gesellschaft.

Dieselben bestehen aus den eigentlichen Bogen, die an Zahl den Wirbelkörpern entsprechen, jeder mit zwei Knorpelzapfen in denselben eindringen und über dem Rückenmark den Kanal für dasselbe schliessen; aus Schaltstücken, die immer zwischen zwei Bogen gelegen, den ligamenta intervertebralia und Wirbelkörperändern nur aufliegen und ebenfalls das Rückenmark bogenförmig umfassen; aus besonderen Dornfortsätzen, deren Zahl derjenigen der eigentlichen Bogen und Wirbelkörper nahezu gleichkommt, dieselbe aber doch nicht ganz erreicht, und deren Anordnung somit um so mehr, als auch ihre Breite sehr wechselnd ist, keinerlei Regelmässigkeit zeigt. An dem untersuchten Stücke der Wirbelsäule zeigten übrigens die oberen Bogen der fünf letzten Wirbel keine Schaltstücke, und scheint somit das letzte Ende der Wirbelsäule dieser Einrichtung zu ermangeln. Verknöcherungen in Gestalt oberflächlicher Krusten fanden sich nur an den Bogen und Schaltstücken der letzten Wirbel, an den übrigen und an den oberen Bogen nicht. Bemerkenswerth sind die Verhältnisse der Intervertebrallöcher für Gefässe und Nerven an den Bogen. Die Gefässöffnungen entsprechen genau der Zahl der Wirbelkörper und finden sich zwischen je zwei Bogen, doch so, dass sie manchmal ganz von der Substanz eines Bogens umschlossen sind. Die Nervenöffnungen dagegen zeigen insofern Eigenthümliches, als sie einmal in der Mitte der eigentlichen oberen Bogen liegen und zweitens im hinteren Theile der Wirbelsäule nicht mehr in derselben Zahl wie die Wirbelkörper vorkommen, sondern immer einen Wirbel überspringen.“ (Diplospondylie).

„Die Wirbelkörper von *Oxyrhina* sind wesentlich nach dem Typus derer von *Lamna* gebaut. Ein jeder Wirbel besteht zunächst aus einem centralen Doppelkegel von Faserknochen von demselben Bau, wie bei den *Nictitantes* und bei *Lamna*. Genau im Centrum dieses Doppelkegels liegt eine hellere Masse schwach verkalkten Knorpels, in dessen Mitte ein ganz verkümmertes Rest der eigentlichen Chorda sich findet, dagegen ist an den concaven Endflächen desselben die Chorda ganz verschwunden, und ihre Stelle wie bei manchen anderen Selachiern von Flüssigkeit eingenommen. Wie gewöhnlich wird der dieses Fluidum enthaltende, zwischen je zwei Wirbeln gelegene Raum auch hier von der *elastica interna* der früheren Chorda bekleidet, welche durch eine dünne Lage von Bindegewebe mit den Endflächen der Wirbel selbst verbunden ist. An der Aussenseite eines jeden Doppelkegels sitzen an den Abgangsstellen der Bogen vier Knorpelzapfen und zwischen denselben vier eigenthümlich beschaffene, keilförmige Massen, die den periostalen Keilen der *Nictitantes* entsprechen, jedoch keinen gleichförmigen Bau besitzen, sondern ähnlich wie bei *Lamna* aus verschiedenen Substanzen und zwar hier aus weichem und aus verkalktem Faserknorpel bestehen. Die seitlichen von diesen Massen bestehen jede aus 5—7 knöchernen Speichen, die von dem centralen Doppelkegel aus bis an die Oberfläche des Wirbels sich erstrecken und auf dem senkrechten Querschnitte die Form von Strahlen besitzen, die am äusseren Ende verbreitert und auch wohl gablig gespalten sind. Eigenthümlich ist, dass diese Speichen in der Nähe ihres Ausgangspunktes vom centralen Doppelkegel theils ganz verschmolzen, theils durch quere Blättchen und Bälkchen unter einander verbunden sind, welche, wenn sie deutlicher ausgeprägt sich zeigen, concentrisch angeordnet sind und der Oberfläche des Querschnittes parallel verlaufen. In den Zwischenräumen zwischen diesen Speichen liegt überall eine weiche, faserknorpelige Masse, die im Wesentlichen so gebaut ist, wie bei *Lamna*, namentlich auch schöne und zahlreiche radiäre Fasern enthält. Dass dieser Faserknorpel und auch die knöchernen Blätter vom Perioste aus sich bilden, ist bei *Oxyrhina* leicht zu sehen, denn es gehen dieselben nach aussen ganz allmählig in ein weiches Bindegewebe mit senkrechten Fasern und Zellenreihen zwischen denselben über, in derselben Weise, wie dies bei den *Nictitantes* wahrzunehmen ist. Erwähnenswerth ist, dass auch hier vom Perioste aus zahlreiche Blutgefässe in den Wirbelkörper eindringen, welche in den

weichen Theilen der periostalen Keile bis an den centralen Doppelkegel herandringen, ohne jedoch auch in diesen einzutreten.“

„Aehnliche, nur schmälere, periostale Keile, von denen jeder zwei theilweise verschmolzene, knöcherne Speichen und faserknorpelige Ausfüllungsmasse zwischen denselben enthält, finden sich nun auch oben und unten zwischen den Knorpelzapfen. Ausserdem ist zu bemerken, dass auch die letzteren Zapfen theilweise verkalkt sind und aus Knorpelknochen bestehen. Besonders gilt dies von denen der unteren Bogen, welche an ihren hinteren und vorderen Theilen vollkommen ossificirt sind, weniger von den oberen, bei denen die Verkalkung unvollkommener ist. Alle Knorpelkeile sind übrigens auch in ihren Seitentheilen da, wo sie an die betreffenden periostalen Knochenspeichen angrenzen, theilweise verkalkt und mit diesen verschmolzen.“

Odontaspis taurus schildert er folgendermaassen:

„Der Bau der Wirbelsäule stimmt fast in Allem mit denen von Oxyrhina überein, und ragen auch hier die oberen und unteren Bogen, die unter sich nicht zusammenhängen, mit Knorpelzapfen in Gruben der Wirbelkörper hinein. Die unteren Bogen sind einfach, mit Gefässlöchern, die an Zahl den Wirbeln entsprechen, die oberen Bogen dagegen besitzen auch hier Schaltknorpel, und stehen die Nervenlöcher so, dass sie immer einen Wirbel überspringen. Mit Ausnahme spärlicher Verkalkungen sind alle Bogen rein knorpelig.“

„Die Wirbelkörper stimmen im gröberen Baue fast in Allem mit denen von Oxyrhina überein und weichen nur dadurch ab, dass die seitlichen periostalen Keile nur aus je vier Speichen oder Blättern von verkalktem Faserknorpel und drei zwischen denselben befindlichen Massen von Faserknorpel bestehen. Die zwei mittleren Speichen stehen an den kleineren Schwanzwirbeln sehr nahe beisammen, bei den grössten dagegen, die ich zur Untersuchung hatte, von 15 mm. Höhe, waren die vier Speichen einer Seite gleichweit von einander entfernt und die faserknorpeligen Keile zwischen denselben gleich gross. An den grösseren Wirbeln waren auch die Knochenspeichen an der Oberfläche der Wirbel jede in zwei Blätter gespalten und die kleinen Lücken zwischen diesen nochmals mit Faserknorpel ausgefüllt und an den kleineren Wirbeln fand sich eine solche Spaltung wenigstens an den vorderen und hinteren Enden der Speichen. Abweichend von Oxyrhina ist, dass bei Odontaspis die inneren Theile der Speichen gar nicht, oder doch nur sehr unbedeutend zusammenhängen. Die oberen und unteren periostalen Keile verhalten sich wie bei Oxyrhina und ebenso alle übrigen grösseren Verhältnisse mit einziger Ausnahme dessen, dass die von den Bogen abstammenden Knorpelzapfen nirgends verkalkt sind.“

„Wie im grösseren Bau so stimmen auch die feineren Verhältnisse bei beiden Gattungen überein, und habe ich nur den Mangel an Blutgefässen in den Wirbeln von Odontaspis zu erwähnen.“

Diese Beschreibung v. Kölliker's ist mir ausserordentlich werthvoll gewesen und hat mir bei der Bestimmung fossiler Wirbel, deren mittlere Querschnitte auf das deutlichste das Bild zeigten, welches von Odontaspis und Oxyrhina gegeben wurde, die besten Dienste geleistet. Die Angaben waren um so werthvoller, weil mein Untersuchungsmaterial durchaus nicht so ausgedehnt war, wie das seine, und wichtige Punkte, wie das Verhalten der Strahlen bei Erwachsenen und das Verhalten der Bogen, unberücksichtigt bleiben mussten.

Die Form der Wirbelhöhlung ist bei Oxyrhina (Fig. 36) und bei Odontaspis (Fig. 39) ausserordentlich übereinstimmend. Der Unterschied besteht im Wesentlichen nur darin, dass die Schichtungsstreifen bei Odontaspis breiter sind, und dass sich die Innenzone (Fig. 39) bedeutender ausdehnt, als bei Oxyrhina. Daraus folgt, dass, wenn bei unverkalkter Innenzone der Wirbel eintrocknet, die centrale

Durchbohrung bei *Odontaspis* einen viel grösseren Durchmesser haben muss, ein nicht unwichtiges Merkmal für die Bestimmung zugehöriger, fossiler Wirbel. Die Höhlung zeigt im Uebrigen ein stehendes Oval, ist scharfrandig umgrenzt, mit schwach ausgeprägter Randfläche. Die Tiefe ist dieselbe wie bei *Carcharodon*.

Auch die Seitenansicht der Wirbel zeigt ausserordentlich viel Uebereinstimmendes. Die Ränder sind mässig stark aufgeworfen. Die zwischen ihnen liegende Fläche ist plan oder leicht eingezogen (Fig. 37, 38, 40). Die Bogenrücken treten an den Enden der Seitenfläche deutlich hervor. Bei *Odontaspis* (Fig. 40) erscheinen die Wirbel etwas höher, als bei *Oxyrhina* (Fig. 37). Bei jener ist das Verhältniss wie bei *Carcharodon*, bei dieser wie 2:3. Zwischen den Wirbelrändern zeigen die beiden, jedoch regelmässiger bei *Odontaspis* (Fig. 40), als bei *Oxyrhina* (Fig. 37), Leisten, welche an ihren Enden unregelmässig zweigetheilt sein können. Bei *Oxyrhina* zeigen sie an den Wirbelrändern lochartige Vertiefungen, wohl zum Eintritt der Gefässe. Die dorsale Fläche (Fig. 38) zeigt bei *Oxyrhina* regelmässige Verhältnisse. Zwischen den Bogenrücken befinden sich zwei quere, gleich starke Leisten.

Der mittlere Querschnitt zeigt bei *Oxyrhina* eine schwächer, bei *Odontaspis* eine stärker entwickelte Innenzone (Fig. 41, 42 i). Selbstverständlich ist auch hier wieder ein *funiculus chordae* vorhanden, während dagegen die vollkommene Verkalkung fehlt. Der centrale Doppelkegel (Fig. 41, 42 d) ist in der Mitte dünn, verstärkt sich aber gegen die Enden hin in der Weise wie bei *Carcharodon*. Die ringförmig um den Doppelkegel gelagerte Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 41, 42 a) ist bei *Oxyrhina* stärker, bei *Odontaspis* schwächer. Von primären Strahlen ist keine Spur nachweisbar, sondern die Strahlen erheben sich einzeln, ungetrennt bei *Odontaspis*, an den Basen durch Kalkmassen verbunden bei *Oxyrhina*, ganz wie v. Kölliker beschreibt. Bei beiden Thieren zeigen sich zwei einfache, schlanke und an ihren Enden etwas übergebogene, dorsale und ventrale Strahlen, welche bei *Odontaspis* glatt sind und nur an ihrer Innenseite die erste Andeutung einer Fiederung in Gestalt von kleinen Zacken zeigen. Diese sind auch bei *Oxyrhina* (Fig. 41) vorhanden, allein sie treten namentlich an der Aussenseite, welche dem Knorpelkreuz zugekehrt ist, auf und stellen hier die Grundlage der von v. Kölliker beschriebenen Verkalkungen im Inneren des Knorpelkreuzes dar. Ein Ueberwiegen der dorsalen Strahlen über die ventralen, wie bei *Carcharodon*, findet nicht statt, ebenso wenig wie eine excentrische Durchbohrung der Chorda vorhanden ist, ein wichtiges Unterscheidungsmerkmal. Die Seitenstrahlen sind am einfachsten bei *Oxyrhina*, nämlich in der Dreizahl vorhanden. Sie befinden sich in ziemlich gleicher Stärke, in gleichen Abständen, jedoch sind wiederum die an die Bogenbasen stossenden Randstrahlen dicker. Bei *Odontaspis* verhalten sie sich wie bei *Lamna*. Sie sind in der Vierzahl vorhanden, an ihrem Ende oft getheilt, dabei aber glatt, ohne Nebenzacken, welche als erste Andeutung der Verbindungen der Strahlen bei *Oxyrhina* (Fig. 41) auftreten. Eine lamellöse Schichtung ist in beiden Fällen nicht unendlich nachzuweisen, wie auch die kolbenförmigen Verdickungen, welche *Lamna* eigenthümlich sind, am Ende nicht fehlen. Von Oberflächenverkalkungen habe ich keine Spur nachzuweisen vermocht.

Fossile Wirbel von *Oxyrhina* kenne ich, wenn ich absehe von einem zweifelhaften, der Kreide des weissen Berges bei Prag angehörigen und im Museum des deutschen Polytechnikum befindlichen, aus verschiedenen Schichten, aus der Kreide, aus der Molasse von Baltringen, aus dem Oligocaen von Flonheim und aus dem Crag von Antwerpen. Die Wirbel sind ausserordentlich leicht kenntlich. Statt deutlich sichtbarer Leisten, wie bei den übrigen Lamniden, oder statt körniger Oberflächenverkalkungen, wie bei den übrigen *Carcharodonten*, zeigen sie zwischen den aufgeworfenen Wirbelrändern

an der eingezogenen oder wenig gewulsteten Fläche ein genetztes Aussehen. Die queren Leisten treten in diesem Netzwerk je nach dem Alter mehr oder minder deutlich hervor. Dabei sind die Bogengruben entweder ganz verlegt oder unregelmässig umgrenzt, wenig vertieft, etwa wie bei *Alopias*.

Der Wirbel aus der Kreide von Orel (Russland), welcher dem berliner Museum entstammt, ist nur ein kleines Bruchstück desselben, und habe ich die Zugehörigkeit nur durch Vergleiche mit anderen, unzweifelhaften Oxyrhinen feststellen können. Ich vermochte jedoch auf einem Längsschliff festzustellen, worauf das netzförmige Aussehen der Oberfläche beruht (Fig. 47). Es ist abhängig von einer weitgehenden, unregelmässigen Theilung und netzförmigen Vereinigung der Aeste am Ende der Strahlen, eine Erscheinung, welche bei allen übrigen Oxyrhinen wiederkehrt und denselben eigenthümlich ist. Diese Art der Verkalkung kann sogar auf das Knorpelkreuz übergreifen. Das ist z. B. ausgeprägt bei dem Baltringer und dem Flonheimer Wirbel der Fall, welcher ersterer der Sammlung Probst entnommen ist, und welcher letzteren ich meinem Herrn Collegen v. Koch in Darmstadt verdanke. Dadurch verschwinden die Bogengruben und zwar bei dem Baltringer Wirbel ganz. Beide Wirbel scheinen mir Rumpfwirbel zu sein. Die Form der Höhlung derselben ist übereinstimmend (Fig. 43, 45), queroval, mit centraler Verkalkung des funiculus chordae und der Innenzone und mässiger Vertiefung. Es ist nicht schwer nach den Abplattungen an dem Rande die Lage der Bogenbasen zu bestimmen. Der Flonheimer Wirbel (Fig. 43) hat keine Randfläche, wohl aber der Baltringer. Die Oberfläche ist dabei vorgequollen, und das bedingt wohl eine besondere Gattung. Der Flonheimer ist dagegen nahezu eben. Bei Betrachtung von der Seite zeigen beide Wirbel übereinstimmend die mässig aufgeworfenen Wirbelränder und das genetzte Aussehen der Oberfläche; während jedoch dasselbe bei dem Baltringer Wirbel deutlich (Fig. 46) hervortritt, lassen sich an dem Flonheimer (Fig. 49) die Leisten, wenn auch nur undeutlich, erkennen. Da der Baltringer Wirbel gebrochen war, und ich denselben ungern weiter zerstören wollte, so nahm ich von einem Durchschneiden Abstand. Dafür wurde aber der Flonheimer Wirbel in der Mitte durchschnitten. Dabei erschien dann deutlich das Bild des Oxyrhinawirbels, wie es v. Kölliker beschreibt. Die Verkalkungen füllen theilweise das Knorpelkreuz und bringen es zum Verschwinden. Die Enden der Strahlen sind ausgewachsen und netzförmig verbunden, an den Basen sind sie vereinigt und dorsal und ventral an der Innenseite gefiedert. Dasselbe Bild, dieselbe Form wie der Flonheimer Wirbel bietet ein Wirbel aus dem Crag von Antwerpen, nur ist bei diesem die centrale, quere Verbindung der Strahlen noch weiter gediehen, als bei dem vorigen und erreicht an einzelnen Stellen, namentlich an der Seite der Bogenbasen, beinahe die Oberfläche, eine Erscheinung, die an einem zweiten Wirbel vollendet ist. Bei diesem zeigen sich an der Stelle des Knorpelkreuzes nur unregelmässige Lücken, und der Wirbel stellt eine solide Kalkmasse dar, in welcher die Strahlen durch dicht gedrängte, quere, concentrische Lamellen verbunden sind, ähnlich wie bei *Carcharodon megalodon*. Immerhin lassen sich im Gegensatze zu diesen Thieren die radiären Strahlen bis in das Centrum verfolgen.

Den fossilen Odontaspiswirbel, welchen ich aus dem Crag von Antwerpen kenne und welcher in seiner Form, in seinem Querschnitt genau das Verhalten des lebenden Odontaspis zeigt, habe ich nicht abgebildet, weil die Zugehörigkeit mir nicht über jeden Zweifel erhaben war; doch kann ich denselben nirgends anderswo, als bei *Odontaspis* unterbringen. Die Form der Wirbelhöhle ist dieselbe, wie bei den Oxyrhinen aus der Molasse. Dabei zeigt sich weder der funiculus chordae, noch die Innenzone verkalkt. Bei Betrachtung von der Seite erscheint vollkommen das Bild des Wirbels einer lebenden Lamna, nur der Querschnitt unterscheidet sich bezüglich des Strahlenbildes.

Die getheilten dorsalen und ventralen Strahlen, sowie die Randstrahlen, welche an die Bogenbasen seitlich stossen, sind bis an die Oberfläche mit queren Verbindungslamellen versehen, dagegen sind die übrigen an ihren Enden dichotom getheilt, schlank wie bei *Odontaspis* und von dem Centrum bis an die Oberfläche gefiedert. Das Knorpelkreuz tritt deutlich hervor und zeigt, wie v. Kölliker es von *Odontaspis* beschreibt, keine Verkalkungen. Die Zahl der seitlichen Strahlen ist sechs und an allen zeigt sich deutliche Schichtung. Die Enden sind mässig kolbig verdickt. Von Oberflächenverkalkungen ist keine Spur vorhanden.

Viertes Capitel.

Taf. XXXII.

S e l a c h e.

Die Unterfamilie Selache, welche wegen ihrer Seltenheit vielfach die Aufmerksamkeit erregte und vor allen Dingen auch durch die Besonderheiten des Körperbaues ausgezeichnet ist, welche dem Thiere eine eigene Stellung anweisen, ist bereits früher ¹⁾ von mir ausführlich behandelt worden, allein Manches wird im Zusammenhange hier anders erscheinen müssen, und somit rechtfertigt sich eine neue Schilderung gerade so gut, wie bei *Squatina* und *Cestracion*.

In der schönen Arbeit von Pavesi ²⁾ ist die Literatur über diesen interessanten Hai auf das Sorgfältigste gesammelt, und ausführliche Angaben und bildliche Darstellungen ergänzen und erweitern die Beobachtungen früherer Forscher. Ich darf wohl mit Bezug darauf auf die Arbeit des genannten Forschers verweisen.

Auch dadurch gewinnt Selache ein besonderes Interesse, als es van Beneden in Löwen ³⁾ gelang, die Anhänge des männlichen Geschlechtsapparates und die Kiemenstrahlen (*fanons branchiaux*) derselben im Pliocæn von Antwerpen und somit die Existenz des Thieres in früheren Erdperioden nachzuweisen.

Ueber die Stellung des Thieres, welches von Allen zu den Lamniden und zwar mit vollem Recht gezählt wird, finden sich nirgends Angaben, und ich glaube der Erste gewesen zu sein, welcher durch die frühere Abhandlung einiges Licht auf die Stammesgeschichte geworfen hat. Ich leitete Selache von *Carcharodon* her, oder nahm an, dass diese der Selache am nächsten standen. Dass Selache eine abgeleitete Form ist, daran halte ich auch jetzt noch fest, ebenso, dass sie nicht auf gleicher Stufe mit den übrigen Lamniden steht, sondern sich erst in jüngsten Erdzeiten abzweigte und eine selbständige Stellung behauptete. Dagegen halte ich dafür, dass die *Carcharodonten* lebend oder ausgestorben nicht ohne Weiteres als Vorläufer anzusehen sind, sondern dass die Stammform, wenn auch *Carcharodon*, beziehungsweise *Lamna* nahe stehend, dennoch eine abweichende Organisation darbot, eine Organisation, welche eine Mittelstellung zwischen *Lamna* und *Carcharodon* bedingte. Diese wird vielleicht noch mit der Zeit aufgefunden werden. Diese Anschauung wird, wie wir sehen werden, durch die Entwicklungsgeschichte gestützt, bedarf aber noch weiterer Stützen namentlich durch die Entwicklung von *Carcharodon*. Für die Verbindung der Selache mit *Lamna* und *Carcharodon* spricht

1) Morphologisches Jahrbuch, Bd. IV. Supplement.

2) Contribuzione alla storia naturale del genere Selache. Genova 1874.

3) Un mot sur le Selache aurata du Crag d'Anvers. Bulletin de l'Académie royale de Belgique.

ja auch das Vorhandensein eines Kieles am Schwauze, welchen Günther erwähnt. Selache muss, wie wir sehen werden, von Lamniden herkommen, welche zwei einfache dorsale und ventrale Strahlen und, ähnlich wie bei Lamna und Carcharodon, mehrere Seitenstrahlen besaßen. Sie hatten aber die primären Strahlen schon verloren, so dass die secundären sich unmittelbar von der Verkalkungsschicht der Aussenzone an dem centralen Doppelkegel erhoben. Dieselben müssen aber, wie bei Lamna, unverbunden, kürzer wie bei dieser und, ähnlich denen der Otodonten, schlanker und ungetheilt gewesen sein. Sie müssen unter günstigen Lebensbedingungen in jüngeren Erdperioden entstehend schnell die gewaltige Grösse erreicht haben, deren sie sich zur Zeit des Pliocæn und jetzt erfreuen.

Wie bereits früher erwähnt, habe ich Selache aus den verschiedensten Altersperioden untersucht. Die Liebenswürdigkeit meines Herrn Collegen v. Kölliker setzte mich in den Stand Untersuchungen über den Bau der Wirbel der von Pavesi beschriebenen Selache anstellen zu können. Meinem verehrten Herrn Collegen van Beneden in Lüttich verdanke ich die Möglichkeit der Untersuchung einiger ausgezeichnete Längs- und Querschnitte durch im frischen Zustande aufbewahrte Rumpf- und Schwanzwirbel einer jungen Selache von etwa 6 Fuss Länge, ferner stellte mir mein Herr College Günther in London einen mittleren Querschnitt durch einen Rumpfwirbel eines 12 Fuss langen Exemplares zur Verfügung, und in meiner eigenen Sammlung fand ich einige trockene Wirbel eines wohl als ausgewachsen anzusehenden Exemplares. Dasselbe wird im Leben gewiss über 30 Fuss lang gewesen sein. Ich denke, meine Untersuchungen besitzen dadurch hinlängliche Reife, wenn auch die mikroskopische Analyse Manches zu wünschen übrig lässt. Auf diesem Gebiete ist sowohl bei lebenden, wie fossilen Thieren noch das Meiste nachzuholen.

v. Kölliker¹⁾, welchem wir wohl die genauesten Angaben über den Wirbelbau der Selache ausser Queckel²⁾ und R. Owen³⁾ verdanken, giebt folgende Schilderung:

„Die Grundlage wird von einem festen Doppelkegel gebildet, an dessen Aussenseite mächtige periostale Ablagerungen in Form von vier keilförmigen Massen und zwischen denselben vier mit den Bogen zusammenhängende Knorpelzapfen sich befinden. Ein senkrechter Querschnitt durch die Mitte eines Wirbels ergibt daher auch hier im Wesentlichen dasselbe, wie bei den übrigen Lamnoidei; statt jedoch in ihrer ganzen Dicke aus radiär gestellten, d. h. der Längsaxe der Wirbelsäule parallel laufenden Blättern zusammengesetzt zu sein, bestehen dieselben nur aussen im äusseren Drittheile oder Viertheile aus solchen Blättern, weiter innen dagegen aus concentrischen Lamellen, die dem Umkreise des Wirbels gleich laufen.“

„Genauer bezeichnet, so sind die radiären äusseren Blätter sehr zahlreich, mehr als bei irgend einem anderen der Lamnoidei, zugleich aber auch sehr unregelmässig, indem sie nicht selten sich spalten und wieder vereinigen, auch durch stärkere Blätter Verbindungen unter einander eingehen. Ausserdem hängen dieselben auch mehr in der Tiefe durch eine immer grösser werdende Zahl von kleinen seitlichen Zapfen und blattförmigen Fasern zusammen, wobei sie nach und nach in der Richtung der Dicke Lücken erhalten, bis am Ende das Ganze in die inneren concentrischen Lamellen sich auflöst. Diese hängen in den äusseren Lagen noch vielfältig unter einander zusammen und stehen sehr dicht, weiter nach innen dagegen lösen sie sich mehr von einander und werden zu ziemlich selbständigen Blättern, an denen jedoch immer noch eine besondere Bildung auf ihre allmähliche Ent-

1) Abhandlungen der Senckenbergischen Gesellschaft.

2) Histological catalogue.

3) On the comparative anatomy of Vertebrates 1866.

wicklung aus den radiären Blättern hindeutet. Es sind dies eine Menge von länglich runden und rundlichen Lücken, die 1''' kaum überschreiten und ziemlich deutlich in der Längsrichtung der Wirbel in Reihen angeordnet sind."

Was die äussere Form der Wirbel betrifft, so ist mir vor allen Dingen der Unterschied in der Länge der Rumpf- und Schwanzwirbel aufgefallen (Fig. 1, 2), die bei den ersteren nahezu das Doppelte der letzteren beträgt, während der Unterschied in der Höhe durchaus nicht das gewöhnliche Maass übersteigt. Das Verhältniss der Länge zur Höhe ist an den Schwanzwirbeln wie 2:3, während das Umgekehrte bei den Rumpfwirbeln stattfindet.

Die Oeffnung der Wirbelhöhle erscheint kreisrund, und es findet sich eine centrale Durchbohrung von Seiten der Chorda. Im Inneren der Höhlung erscheinen namentlich an den getrockneten Wirbeln in gleichen Abständen concentrische Schichtungsstreifen. Eine deutlich ausgeprägte Randfläche ist nicht vorhanden, dagegen ist der Rand flach übergebogen.

Bei Betrachtung der Wirbel von der Seite erscheinen die Ränder derselben an beiden Körperabschnitten (Fig. 1, 2) aufgeworfen und namentlich am Schwanz un deutlich, aber regelmässig quer gestreift. Die zwischen ihnen befindliche Oberfläche des Wirbelkörpers ist von vorne nach hinten leicht ausgehöhlt und zeigt (Fig. 1, 2) leistenartige Vorsprünge, welche an den Schwanzwirbeln (Fig. 1) regelmässig und im Wesentlichen unter einander parallel und den Streifen der Ränder entsprechend in gleicher Breite verlaufen, während sie an den Rumpfwirbeln in gleicher Breite, aber unregelmässig von vorne nach hinten ziehen und häufig mit einander anastomosiren (Fig. 2). Sie sind an den Rumpfwirbeln in frischem Zustande weniger scharf ausgeprägt, und die Seitenfläche erscheint plan, ja sogar leicht vorgewulstet, dagegen treten sie an dem trockenen Wirbel mit der grössten Klarheit auf. Das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 1) ist, wie bei allen Lamnoidei, und das entspricht ihrer bedeutenden Beweglichkeit, von beträchtlicher Breite. Von Oberflächenverkalkungen ist Nichts zu entdecken, dagegen ist die ganze Oberfläche von einer verhältnissmässig starken, weichen Schicht überlagert, in welcher (Fig. 1, 2) besonders an den aufgeworfenen Rändern und in den Räumen zwischen den Leisten eine Menge feiner Oeffnungen auftreten, welche durchaus den Charakter von Gefässöffnungen tragen. Pavesi hat derselben bereits Erwähnung gethan, schildert dabei aber an den hinteren Schwanzwirbeln eine netzförmige Verkalkung der Oberfläche, sowie eine gleiche an dem Boden der Rückenmarkshöhle, von welcher ich Nichts zu entdecken vermochte.

Die Neurapophysen (Fig. 1, 2 *n*) verhalten sich im Wesentlichen wie bei den übrigen Lamniden. Sie sind zwischen die aufgeworfenen Wirbelränder eingefalzt, erheben sich über diese und über das Zwischenwirbelgewebe und stellen verschoben vierseitige und unregelmässige Platten dar, welche bis an das Dach des Rückenmarkscanals reichend am Rumpfe zuweilen unvollständig und unregelmässig getheilt sind (Fig. 2 *n*). Sie können an ihren oberen Enden mit den entsprechend geformten Schaltknorpeln (Fig. 1, 2 *in*) vollkommen verschmelzen. Von Diplospondylie ist keine Rede, ebenso wenig von Schlussstücken, wenigstens nicht am Rumpfe und an dem vorderen Schwanzabschnitte. Die Nervenöffnungen verhalten sich unregelmässig, und demnach müssen die Nerven, zuweilen in Aeste getheilt, unregelmässig durch die Neurapophysen brechen. Dies ist namentlich am Rumpfe der Fall.

An dem Schwanz fehlen zwischen den Haemapophysen (Fig. 1 *h*), welche nach hinten abgebogene und an den Enden vollkommen mit einander verschmolzene, in derselben Weise wie die Rückenmarksbogen an den Wirbelkörpern sich erhebende, vierseitige Platten darstellen, die Schaltknorpel, dagegen sind solche am Rumpfe (Fig. 2 *in'*) vorhanden und durchaus mit den Haemapophysen, welche regelmässige, dreiseitige Platten darstellen, verwachsen.

Der Aufbau der Wirbelkörper ist von v. Kölliker im Wesentlichen sehr richtig beschrieben worden, allein viele Punkte bedürfen weiterer Untersuchung, und manche Besonderheiten der Selachewirbel verdienen besonders erwähnt zu werden.

Der mittlere Längsschnitt durch zwei Schwanzwirbel (Fig. 4) zeigt, dass die Chorda nicht allein vertebral, sondern auch intervertebral eingeschnürt ist, und dass die Vorwucherung der Aussenzone, wie bei den Otodonten, von vorne herein nicht übermässig stark gewesen sein kann, denn auch bei *Lamna* beruht die Zusammenschnürung der Rückensaite zu einem Strang (Fig. 4 *fc*) wesentlich auf einer Wucherung der Innenzone, welche, aus einem gemischten Knorpel bestehend, sogar wie bei *Ginglymostoma* einen förmlichen Canal für die Chorda bildet. Diese Wucherung der Innenzone muss aber sehr frühzeitig eingetreten sein, denn es zeigt sich, dass, nachdem die Chorda vollkommen von ihr zusammengeschnürt ist, dieselbe in der Mitte des Wirbelkörpers (Fig. 4 *i*) eine Abplattung der Mittelzone bewirkt, und diese muss vor der Verkalkung derselben, also vor der Bildung des centralen Doppelkegels (Fig. 4 *d*) geschehen sein. Dieser erscheint nicht wie gewöhnlich bei den Plagiostomen gegen die Rückensaite, sondern sogar gegen die Oberfläche des Wirbelkörpers vorgewölbt, vorgerieben, und das kann nur durch die Wucherung der Innenzone nach aussen nach vollendeter Abschnürung der Chorda bewirkt worden sein.

Der centrale Doppelkegel (Fig. 4 *d*), welcher wie bei den Lamniden gebaut ist, ist in der Mitte sehr dünn (Fig. 3 *d*), verdickt sich dagegen gegen die Enden hin allmählig und erscheint hier den Wirbelrändern entsprechend gewulstet. Im Uebrigen zeigt er aber Schichtung, und diese Schichten verdanken denselben Ursachen ihre Entstehung, wie bei den übrigen Haien, besonders auch bei den Lamniden.

Die Aussenzone (Fig. 4 *a*), deren Wachstum von der früher beschriebenen Oberflächenschicht (Fig. 4 *o*) übernommen wird und auch bei Selache wie bei den Seylliolamniden und Lamniden nicht in eine Aussen- und Innenschicht zerfallen ist, besteht ebenfalls aus einem gemischten Knorpel und zeigt in den verkalkten Parthien dasselbe Bild eines zierlichen Alveolenwerkes, wie bei den übrigen Angehörigen der Abtheilung (Fig. 5); jedoch findet sich, soweit ich gesehen habe, keine radiäre, sondern eine concentrische Anordnung der runden Einzelzellen. In den unverkalkten Abschnitten zerklüftet, namentlich beim Eintrocknen, die Grundsubstanz (Fig. 5) faserig. Sie ist aber auch hier gemischter Knorpel, allerdings mit überwiegender prochondraler Grundsubstanz, ohne regelmässige Anordnung der Zellelemente, welche nicht einfach rundlich, sondern ohne scharf ausgeprägte Kapseln mit mehr oder minder langen Ausläufern versehen, eckig oder sternförmig erscheinen. Dieselbe wird, soweit ich gesehen habe, einmal von Gefässen, zweitens aber von wirklichen Faserbündeln, welche von der Oberfläche in die Tiefe dringen und somit eine dishomogene Entwicklung des Knorpels anzeigen, durchsetzt. Uebrigens bedürfen gerade diese Punkte noch einer viel eingehenderen Untersuchung.

Auf dem Querschnitt treten zunächst einige Erscheinungen auf, welche von vorne herein auf einen innigen Zusammenhang zwischen *Carcharodon* und Selache hinweisen. Zunächst finden wir zu keiner Zeit das schön ausgeprägte Knorpelkreuz (Fig. 3) verkalkt. Ferner liegt die Durchbohrung der Chorda immer mehr der ventralen Fläche des Wirbels genähert, und schliesslich ist die dorsal zwischen die Bogenbasen eindringende Masse des Wirbelkörpers sowohl am Rumpfe, wie an dem Schwanze stärker, als die ventrale, ein Merkmal, welches ja den *Carcharodonten* eigenthümlich war. Nebenbei erinnert der Querschnitt, namentlich erwachsener Wirbel (Fig. 7, 8), ganz ausserordentlich an die Querschnitte fossiler *Carcharodonten*wirbel, besonders an *Carcharodon selachoides*. Ein Unterschied besteht

aber, und der ist stammesgeschichtlich so wichtig, dass ich ihn an die Spitze stelle, und damit gebe ich zugleich eine Ergänzung der Schilderung der Carcharodontenwirbel. Mag die lamellöse Schichtung an den Wirbeln der Carcharodonten noch so ausgeprägt sein, mag somit die radiäre Richtung nur wenig mehr hervortreten, die Randstrahlen, welche unmittelbar an die Bogenbasen anschliessen und das Knorpelkreuz begrenzen, und welche ja von vorne herein immer stärker waren, verschwinden nie, sondern sind, wenn auch dünner geworden, bis zur Oberfläche zusammenhängend nachweisbar. Bei der lebenden Selache sind sie in keinem der verschiedenen Altersstadien vorhanden, höchstens finden sich nahe an dem centralen Doppelkegel, und das ist ausserordentlich wichtig, Andeutungen davon.

Zunächst dem centralen Doppelkegel findet sich wieder die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone in derselben Zusammensetzung, wie ich sie bei den Lamniden beschrieben habe (Fig. 3 a), höchstens besitzt sie grössere Stärke, und von ihr geht, und ich kann das nicht genug betonen, ein System radiärer Strahlen aus, welche, wenn sie auch kurz sind, eine typische Anordnung zeigen. Es zeigen sich zwei kurze, an den Enden etwas kolbig verdickte, ventrale und dorsale und eine nicht genau bestimmbare Zahl von Seitenstrahlen. Damit schliesst sich Selache einerseits an Lamna, andererseits an Carcharodon an, und es beweist diese Thatsache, dass dieser Hai von Formen stammt, welche zwischen Lamna und Carcharodon mitten inne standen. Die Strahlen zeigen ein Verhalten wie bei dem Lamnaembryo. Die Aussenzone ist anfänglich schwach entwickelt, die bis an die Oberfläche derselben reichenden Strahlen sind demnach kurz, und nun beginnt vom Periost, oder richtiger dem Perichondrium die Bildung an der Oberfläche, welche v. Kölliker als periostales Wachsthum bezeichnet. Dies ist richtig, wenn man nur zugleich daran festhält, dass die daraus entstehenden Bildungen nicht ohne Weiteres mit den periostalen oder besser gesagt perichondralen Keilen zu verwechseln sind. Bei Lamna, Alopias und Carcharodon Rondeletti wachsen wie bei Odontaspis und Oxyrhina die Strahlen und die zwischen ihnen liegenden Massen der Aussenzone durch Ablagerung an der Oberfläche der Verbindungsschicht der getrennten Bogenbasen, des Perichondrium. Der grösste Theil der Strahlen gehört also nicht der ursprünglichen Aussenzone, sondern den secundären Auflagerungen, den perichondralen an, und dabei kann es nicht überraschen, dass dieselben als secundäre Bildungen einen anderen Entwicklungsgang, als die ursprünglichen centralen Theile nehmen können. Das Einfachste ist freilich, dass die ursprüngliche Art der Differenzirung der Aussenzone durch die perichondralen Lagen fortgesetzt wird, allein dieses Verhalten zeigt sich nur bei Lamna rein, weniger rein bei Alopias, am wenigsten bei den übrigen. Der secundäre Theil der Strahlen kann durch rechtwinklig abgehende Nebenstrahlen verbunden sein, aber dieselben sind unterbrochen, wachsen in die Breite und verschmelzen mit einander zu concentrischen Lamellen, wie wir das bei den fossilen Carcharodonten, beziehungsweise im Inneren der Wirbel von Oxyrhina sehen, und das ist bei Selache der Fall. Gleich nachdem sich zu früher Entwicklungszeit in der Aussenzone des Wirbelkörpers die Strahlen gebildet haben, beginnen die Bildungsmassen des Perichondrium, statt die Strahlenbildung fortzusetzen, die Bildung concentrischer Lamellen, welche niemals auf das Knorpelkreuz übergreifend bis zu einem späten Alter die Wirbelkörper ausschliesslich zusammensetzen. Ich finde nämlich noch bei dem 12 Fuss langen Exemplare die concentrischen Lamellen zwischen den Armen des Knorpelkreuzes ausschliesslich herrschend. Die Bildung derselben ist dabei nicht vollkommen gleichmässig, sie sind bald dünner, bald dicker, und dadurch entsteht das streifige Aussehen der Oberfläche der Schwanzwirbel. Die Verdickung ist namentlich auch an den Grenzen des Knorpelkreuzes sichtbar. Bei erwachsenen Thieren zeigt sich an der Oberfläche wieder ein Anklang an die ursprüngliche, vom

Centrum ausgehende Strahlenbildung insofern, als die Bildung zusammenhängender Lamellen allmählig aufhört. Es zeigen sich zuerst unregelmässig unterbrochene Schichten, deren Theilstücke gegen die Oberfläche hin immer mehr aus einander rücken. Die Unterbrechungen wiederholen sich in denselben Lagen immer in derselben Weise, und schliesslich sieht man die Reste der Lamellen als kleine, wie die Elemente der Volta'schen Säule strahlenförmig aufgethürmte Stücke bis an die Oberfläche reichen, ohne dass dieselben mit einander irgend eine Verbindung eingehen. Auf diese Weise muss mit zunehmendem Alter die Leistenbildung an der Oberfläche immer deutlicher werden, und damit tritt dann eine immer grössere Aehnlichkeit im Aeusseren mit Lammidenwirbeln auf, trotzdem der innere Bau so verschieden ist. Uebrigens bleibt es nicht bei der Bildung dieser secundären Lamellen, sondern man sieht immer mehr zunehmend mit dem Alter und der Grösse der Thiere auch in den knorpeligen Interlamellarsubstanzen kleine Verkalkungen in Gestalt isolirter Kalkstrahlen auftreten, welche zunächst die Faserbündel, beziehungsweise die Gefässe in radiärem Verlauf begleiten. Diese bestehen aus einem verkalkten, gemischten Rundzellenknorpel, und zeigt sich der Bau des Gewebes auch besonders schön an fossilen Wirbeln (Fig. 6).

Fossil kenne ich Selache nur aus dem Pliocæn (Crag) von Antwerpen. Es sind freilich zahlreiche Wirbel, allein ich habe keinen Grund anzunehmen, dass sie mehr als einer Gattung angehören. Die Gattung ist aber jedenfalls von der jetzt lebenden Selache maxima verschieden. Es ist eine Stammform, eine Uebergangsform zu *Carcharodon* und *Lamna* nahestehenden Thieren, und so will ich sie denn zu Ehren des verdienstvollen Directors des brüsseler Museum, welchem die Wirbel angehören, Selache Duponti nennen. Es waren Thiere von mindestens 30 Fuss Länge, welche neben zahlreichen Verwandten im Scheldebecken ihr Wesen trieben.

Die Höhlung der Wirbel ist rundlich polygonal, mit etwas mehr ventral gelegener Durchbohrung von Seiten der Chorda (Fig. 7, 8). Der Rand ist leicht übergebogen. An den am Besten erhaltenen Wirbeln treten bei seitlicher Betrachtung die Höhen- und Längenverhältnisse deutlich hervor. Die Ränder sind, wie bei der lebenden Selache, aufgeworfen, die Bogengruben deutlich. Die Seitenfläche ist plan und in ziemlich regelmässigen Abständen von feinen Leisten durchzogen, welche selten Theilung, dafür aber ausserordentlich schmale Unterbrechungen zeigen. Sie bestehen nur aus einzelnen, neben einander gelagerten Plättchen, ein ausserordentlich wichtiges Merkmal. Das Querschnittsbild ist das einer halberwachsenen (Fig. 7) und das einer ausgewachsenen (Fig. 8) lebenden Selache und nicht zu verkennen, nur sind die Verkalkungen in den Interlamellarräumen ausgedehnter. Erst bei genauerm Zusehen tritt das so sehr interessante Gattungs- und Uebergangsmerkmal von den *Carcharodonten*, beziehungsweise Lammiden zur lebenden Selache deutlich hervor. An dem durch Gesteinsmasse ersetzten Knorpelkreuz (Fig. 7, 8) sind die concentrischen Lamellen nicht getrennt, sondern bei allen Wirbeln, jung oder alt, durch einen bis an die Oberfläche reichenden Randstrahl verbunden. Dieser ist das letzte Ueberbleibsel der bei den Lammiden so stark entwickelten Seitenrandstrahlen, welche das Knorpelkreuz und die Bogenbasen begrenzen. Die übrigen ursprünglichen, centralen, radiären Strahlen sind nicht stärker entwickelt, als bei der lebenden Selache.

Fünftes Capitel.

Taf. XXXIII—XXXV.

S c y l l i a.

Diese Gruppe betrachte ich, wie ich bereits im allgemeinen Theile aus einander setzte, als die jüngste von den dreien der Plagiostomi asterospondyli. Die Gründe, welche dafür sprechen, sind vor Allem folgende:

Zunächst bedecken die Bogen einen grösseren Theil der Oberfläche der Wirbelkörper, als es bei den Aerodonten und Otodonten der Fall ist, und das zeigt sich, wie Götte¹⁾ uns lehrt, schon frühzeitig während der Entwicklung. Ferner gewinnen die Oberflächenverkalkungen im Allgemeinen von vorne herein eine viel grössere Ausdehnung, als es bei den beiden anderen Abtheilungen vorkommt, und zwar nicht allein im Bereiche der Bogen, sondern vor Allem auch im Bereiche der Wirbelkörper. Dann fehlen, soweit ich gesehen habe, sowohl am Rumpfe, als am Schwanze die intercalaria haemalia. Was den inneren Bau der Wirbelsäule betrifft, so zeigt sich, dass nicht allein den Vertretern, sondern sämtlichen, aus den Scyllien hervorgegangenen Formen die Bildung der zwischen den Bogenbasen von der Oberfläche in die Tiefe dringenden, perichondralen oder periostalen Keile eigenthümlich ist, Bildungen, welche, wie wir gesehen haben, nicht mit den Strahlen der Aerodonten und Scylliolamiden und deren Nachkommen verwechselt werden dürfen. Diese sind ja Bildungen, welche aus der Mitte, von der Umgebung des centralen Doppelkegels ausgehen und gegen die Oberfläche vorwachsen. Sie stehen somit in einem genetischen Gegensatz zu den perichondralen Keilen, wenn auch ihr weiteres Wachsthum von den Geweben der Oberfläche bedingt sein kann.

Den Scyllien und ihren Nachkommen fehlen aber auch die Strahlen nicht, welche den Aerodonten und Scylliolamiden in so ausgeprägter Weise zukommen. Ist auch die Bildung derselben bei einzelnen Formen vollkommen unterdrückt, so tritt sie doch bei der grössten Mehrzahl auf und bildet die Schrägstrahlen innerhalb des zwischen den periostalen Keilen befindlichen, ebenfalls der jüngsten Abtheilung der asterospondyli als Merkmal zukommenden Knorpelkreuzes. Die Strahlen gehören der Aussenzone des Wirbelkörpers an und gehen, wie bei den beiden anderen Abtheilungen, von einer ringförmigen Verkalkungsschicht derselben an dem centralen Doppelkegel aus, allein, und das ist wichtig, es sind ursprünglich nicht vier primäre, gerade Strahlen vorhanden, sondern entweder von vorne herein acht, oder noch wahrscheinlicher vier primäre Schrägstrahlen, welche gegen die Mitte der Bogenbasen gerichtet sind. Ihnen gesellen sich dann die vier geraden zu. Nimmt man nun

1) l. c.

diese ursprüngliche, reiche, vom Centrum des Wirbelkörpers ausgehende Strahlung, wodurch *Acrodus*, *Otodus* und *Scyllium* verknüpft werden, und welche beweist, dass die Vorläufer der Scyllien, welche den Hybodonten zuzurechnen sind, gleiche Bildungen besessen haben müssen, im Verein mit der Oberflächenverkalkung, welche eine reichere Entwicklung zeigt, wie bei den beiden anderen Abtheilungen der asterospondyli, so meine ich, geht auch aus dem inneren Bau der Wirbel hervor, dass die Scyllien und deren Nachkommen jünger sind, als die anderen und deren Nachkommen. Es geht aber weiter aus dem Strahlenbilde auf das Klarste hervor, dass die Stammformen den Notidaniden und unter ihnen der jüngsten Form, dem *Heptanchus*, nicht allzu ferne standen.

Schwerlich wäre es mir möglich gewesen in die verwickelten, stammesgeschichtlichen Verhältnisse die Klarheit zu bringen, welche sie in meinen Augen jetzt besitzen, wenn ich nicht durch das reiche Material der münchener und leidener zoologischen Sammlung unterstützt worden wäre. Gerade dadurch, dass mein berühmter Colleague v. Siebold mir mit grossem Freisinn *Scyllium maculatum*, *Edwardsi* und *capense* zur Untersuchung darbot, und dass mein Freund Hubrecht mir die Erforschung des Wirbelbaues von *Scyllium marmoratum* ermöglichte, sind eine ganze Menge Schranken der Erkenntniss für mich gefallen, und gerade dieses Material, für welches ich den beiden Herren nicht genug danken kann, ist ein Eckstein in dem Gebäude meiner Beobachtungen gewesen.

Bereits im allgemeinen Theile habe ich hervorgehoben, wesshalb ich *Scyllium maculatum* als die älteste Form betrachte, welcher dann *marmoratum*, *capense* und *Edwardsi* folgt, während *Scyllium catulus*, *canicula* und *Pristiurus* die jüngsten Vertreter der Abtheilung sind. Ich darf hier wohl zunächst auf das dort Gesagte verweisen und beginne dem entsprechend die Schilderung mit

Scyllium maculatum.

Die Höhlung der Schwanzwirbel, welche ich allein zu untersuchen Gelegenheit hatte, ist hinten rundlich, dagegen besitzt dieselbe vorne mehr die Gestalt eines stehenden Rechteckes. Sie ist tief, mit centraler Durchbohrung der Chorda und einem vorragenden *funiculus chordae*. Eine eigentliche Randfläche tritt nicht hervor. Der Rand ist scharf und leicht nach aussen übergebogen. Von Schichtungsstreifen ist Nichts zu entdecken.

Bei seitlicher Betrachtung fällt zunächst, abgesehen von der Schmalheit der Zwischenwirbelgewebe, die grosse Länge der Wirbelkörper in die Augen. Sie verhält sich zur Höhe wie 3:2. Die Wirbelränder treten nur wenig hervor und sind ausserordentlich schmal. Wie die Oberfläche der Bogenstücke, so ist auch (Fig. 1) der Wirbelkörper seitlich dicht mit körnigen Oberflächenverkalkungen bedeckt, doch schimmern in regelmässiger Weise aus der Tiefe ein breiter, dunkler, ovaler Streifen in der Mitte, und an den Bogenbasen oben und unten zwei sichelförmige durch, welche von an ihrem Ende verbreiterten und in der Mitte eingezogenen Leisten begrenzt werden.

Die Basen der Neur- und Haemapophysen (Fig. 1 *n*, *h*) sind deutlich getrennt, gegen die Wirbelkörper vorgebuchtet. Sie erreichen nicht ganz die Wirbelränder und sind somit durch ziemlich breite, mit Bindegewebe ausgefüllte Zwischenräume getrennt, und dadurch wird natürlich der Beweglichkeit der Wirbelsäule Vorschub geleistet und die Schmalheit des Zwischenwirbelgewebes, wenigstens zum Theil, ausgeglichen. Die Neurapophysen (Fig. 1 *n*) sind kolbenförmige, mit dem Stiel der Keule gegen das Dach der Rückenmarkshöhle ragende Fortsätze, zwischen denen sich (Fig. 1 *in*) schmale, dreieckige Sehalknorpel einkeilen. Ob Schlussstücke vorhanden sind, ob ferner Diplospondylie nachzuweisen ist, vermochte ich an dem kleinen Stücke der Wirbelsäule, welches mir zu Gebote stand,

nicht mit Sicherheit festzustellen. Die Haemapophysen (Fig. 1 *h*) sind ebenfalls Kolben, allein an ihren Enden zu vierseitigen Platten verwachsen. Diese stossen, ohne nach hinten abgobogen zu sein, dicht zusammen.

Das Querschnittsbild ist ein ausserordentlich zierliches (Fig. 2) und durch seine Schönheit überraschendes (Fig. 3). Die Rückensaite ist (Fig. 2, 3) sternförmig zu einem funiculus chordae zusammengeschnürt. Die Innenzone (Fig. 2, 3 *i*) ist mässig entwickelt und besteht aus der seltenen Form des gemischten Knorpels, in welchem rings um die runden Zellen, an welchen die Kapseln sehr schwach entwickelt sind, prochondrale Höfe auftreten. Dieselbe kann hie und da im Inneren Verkalkungen in Gestalt isolirter Knollen zeigen, während dagegen an der Oberfläche (Fig. 3), zur Verstärkung des centralen Doppelkegels eine zusammenhängende Verkalkungsschicht (Knollenverkalkung) sich geltend macht. Der centrale Doppelkegel (Fig. 2, 3 *d*) ist nicht blos in der Mitte, sondern auch an den Enden ziemlich schwach und besteht, soweit ich gesehen habe, aus einem verkalkten Vorknorpel mit abgeplatteten, in concentrischen Lagen um die Chorda angeordneten Zellen.

Was nun aber die den grössten Theil des Wirbelkörpers zusammensetzende Aussenzone betrifft, an welcher ich keine Spur einer elastica externa mehr nachzuweisen vermochte, so besteht dieselbe aus einem gemischten Knorpel. Da nun die Bogenstücke von einem hyalinen Knorpel mit rundlichen Zellgruppen gebildet werden, so ist der Mangel einer elastica, oder besser gesagt das Verschwinden derselben für das Bestimmen der Grenze der Aussenzone nicht von erheblicher Bedeutung, da sich ihre Lage durch die Aenderung des Gewebes an der Grenze des Wirbelkörpers ergibt. Dabei zeigt sich dann ohne Weiteres, dass die Bogenbasen dem Körper vollkommen getrennt aufsitzen, wie das schon die Betrachtung der äusseren Formverhältnisse lehrte.

Die Aussenzone stellt einen gemischten Knorpel dar, in welchem namentlich innen die prochondrale Substanz überwiegt, ja sogar an dem centralen Doppelkegel allein herrschen kann. Das ist besonders dort der Fall, wo die centralen Strahlen auftreten. Hier zeigt sich also Vorknorpel und zwar Rundzellenvorknorpel. Der gemischte Knorpel der Aussenzone zeigt meistens die prochondrale Substanz zwischen der hyalinen, jedoch sieht man dieselbe auch vielfach unmittelbar um die Zellen gelagert; immer aber zeigt dieselbe eine typische, radiäre Anordnung (Fig. 2, 3), in radiären Streifen oder Fasern, richtiger gesagt Lamellen. Damit ist eine ganz charakteristische Anordnung gegeben. Die Zellen sind Rundzellen und liegen säulenartig gereiht, meistens einzeln, zuweilen auch in Gruppen beisammen.

Unmittelbar an dem centralen Doppelkegel verkalkt der Vorknorpel der Aussenzone zu einer dünnen, den centralen Doppelkegel verstärkenden Schicht (Fig. 2, 3 *a*), in welcher die runden Zellen in Gruppen zusammen liegen, und von dieser aus erstrecken sich ebenfalls aus verkalktem Knorpel, in derselben Zusammensetzung bestehend acht Strahlen, von denen vier schräg gegen die Bogenbasen gerichtete, lange und vier zwischen ihnen sich erstreckende, kurze, unregelmässige und gerade. Von ersteren (Fig. 2) sind die dorsalen Strahlen am längsten und an ihrem Ende kolbenförmig verdickt, die ventralen laufen spitz aus und sind am kürzesten. Von den geraden Strahlen sind wieder die seitlichen am stärksten, der dorsale und ventrale Strahl erscheint dagegen schwach (Fig. 2, 3). Mit diesen sind nun vier keilförmige, zwischen die Bogenbasen bis an die Oberfläche ragende Massen verbunden, welche zum Theil verkalkt als perichondrale oder periostale Keile zu bezeichnen sind, obgleich dieselben unzweifelhaft der Aussenzone des Wirbelkörpers angehören und auch (Fig. 3) im wesentlichen und in den verkalkten Abschnitten durchaus dieselbe Zusammensetzung haben, wie die Aussenzone. Sie begrenzen das Knorpelkreuz, welches demnach nicht einfach ist, sondern in dessen Inneres

die centralen Schrägstrahlen ragen. Nenne ich dieselben perichondrale oder periostale Keile, so geschieht das deshalb, weil ich mich überzeugt halte und zwar trotz mangelnder, entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen an diesem Thiere, lediglich fassend auf die Vorkommnisse bei den übrigen Scyllien, dass die Verkalkung dieser der Aussenzone angehörenden Massen nicht wie bei den Cestraionten und Otodonten in der Fortsetzung der centralen Strahlen, also excentrisch gegen die Oberfläche vor sich geht. Wäre es der Fall, dann müssten sie die gleiche Zusammensetzung wie diese haben. Die Verkalkung schreitet von der Oberfläche des Perichondrium gegen die Tiefe vor, bis sie mit den centralen Strahlen verschmilzt. Die Verkalkung der zwischen den Bogenbasen gelegenen Massen der Aussenzone geschieht in der Weise, dass dorsal, ventral und seitlich je zwei Verkalkungen an der Seite der Bogenbasen strahlenförmig in die Tiefe dringen, um sich hier einerseits unter einander (Fig. 3), andererseits mit den geraden, centralen Strahlen zu verbinden und somit deren Weiterbildung zu hindern. Dabei ist nun freilich zu merken, dass die beiden dorsalen und namentlich die ventralen (Fig. 3) so nahe beisammen eindringen, dass sich dieselben an ihren Enden in grösserer Ausdehnung vereinigen und sich auch gegen die Oberfläche hin (Fig. 3) in querer Richtung und in regelmässigen Abständen Verbindungsstrahlen entgegenschicken, welche (Fig. 2) an den seitlichen kaum angedeutet sind, jedenfalls nicht zur Verbindung der beiden führen. Immer aber entsteht, wenn die Oberflächenverkalkungen der Bogen sich geltend machen, wenn somit das Wachsthum der Wirbelsäule so gut wie abgeschlossen ist, an der Oberfläche zwischen diesen perichondralen oder periostalen Strahlen eine Art Schlussplatte. Dies ist die Oberflächenverkalkung der Wirbelkörper, durch welche die beiden Strahlen als Leisten durchschimmern. Dieselbe schliesst die zwischen den Strahlen gelegene, unverkalkte, prismatische Knorpelmasse nach aussen ab (Fig. 2, 3). Der Bau dieser perichondralen Strahlen ist ein anderer, als der der centralen. Es ist allerdings gemischter Knorpel, allein die Zellen sind rundlich, liegen einzeln, vollkommen regelmässig, und demnach bildet die verkalkte, prochondrale Substanz ein regelmässiges, rundliches Lückensystem, gleich dem der Scylliolamniden (Fig. 3). Von den an der Oberfläche verkalkten Bogenstücken, welche ja aus Hyalinknorpel bestehen, will ich nur bemerken, dass an einzelnen Stellen, namentlich nahe der Basis, Gefässlücken zu beobachten sind.

In meinem paläontologischen Materiale habe ich kein *Scyllium maculatum* entdecken können, ebenso wenig wie mir die nächstfolgende Form fossil aufgestossen ist, allein ich will bei dieser Gelegenheit nicht unterlassen auf die Abbildung von Agassiz¹⁾ eines Stückes einer Haiwirbelsäule aus der Kreide von Lewes (England) und der Sammlung Mantell angehörig aufmerksam zu machen. Er beschreibt das Stück als *Spinax major*, allein an den mittleren Wirbeln zeigt sich ein Bild, wie bei seitlicher Betrachtung der Wirbelsäule von *Scyllium maculatum* und *marmoratum*. Zudem stimmen auch die äusseren Formverhältnisse in einem so auffällenden Grade überein, dass ich glaube, eine nähere Untersuchung wird meine Vermuthung bestätigen, dass wir es mit einem alten Vertreter der Scyllien, welcher dem *maculatum* und *marmoratum* nahe stand, zu thun haben.

An *Scyllium maculatum* schliesst sich unmittelbar

***Scyllium marmoratum*,**

unterscheidet sich aber von demselben durch das wesentliche Merkmal des vollkommenen Mangels, des Unterdrücktseins der centralen, seitlichen Strahlen sowohl, wie des dorsalen und ventralen, also

1) Agassiz, Recherches sur les poissons fossiles. Vol. III, Taf. 40a, Fig. 6.

Hasse, Das natürliche System der Elasmobranchier.

der geraden Strahlen. Dieselben waren ja auch schon bei *maculatum*, nur in einem sehr geringen Maasse ausgebildet. Im Uebrigen zeigt die gewebliche Zusammensetzung des Wirbelkörpers eine niedrigere Stufe der Bildung und bekundet, dass wir es mit einem sehr alten Thiere zu thun haben.

Die Wirbelhöhlung verhält sich genau in derselben Weise wie bei *maculatum*, und auch bei seitlicher Betrachtung bieten sich so viel Uebereinstimmungen (Fig. 4), dass man leicht versucht sein könnte die beiden Formen für identisch zu halten. Dennoch treten auf dem Querschnitt auffallende Verschiedenheiten hervor, welche *marmoratum* sogar mehr an *Edwardsi* und *capense* binden, als an *maculatum*. Sie stellt eine Zwischenform zwischen diesen und *maculatum* dar. Die Länge der Wirbelkörper (Fig. 4), die Breite der Zwischenwirbelräume, die Wirbelränder, die Wirbelseitenfläche, das Verhältniss der Höhe zur Länge, Alles gleicht den Verhältnissen bei *Seyllium maculatum*, ebenso wie die Form der Neurapophysen und Haemapophysen, sowie das Fehlen der Schlusstücke, allein auffallend ist, und es ist das wahrscheinlich bei gleicher Grösse der untersuchten Thiere keine auf Altersverschiedenheiten beruhende Erscheinung, es fehlen an der Seitenfläche der Wirbelkörper die Oberflächenverkalkungen, welche an den Bogenstücken (Fig. 4 *n, h, in*) vorhanden sind.

Auf dem Wirbelquerschnitt (Fig. 5, 6) erscheint die Chorda regelmässiger sternförmig eingeschnürt, als bei *maculatum*. Die Innenzone (Fig. 5, 6 *i*) besitzt die gleiche Stärke und Zusammensetzung, und dasselbe gilt für den centralen Doppelkegel (Fig. 5, 6 *d*), nur dass derselbe in der Mitte des Wirbelkörpers noch schwächer, als bei *maculatum* entwickelt ist.

Die wesentlichsten Unterschiede bietet die Aussenzone (Fig. 5, 6). Die ringförmige Verkalkung an dem centralen Doppelkegel ist allerdings von derselben Zusammensetzung, wie bei *maculatum*, allein überaus dünn, an einzelnen Stellen, namentlich seitlich unterbrochen, und die davon ausgehenden, geraden Strahlen fehlen, wie bereits erwähnt, durchaus (Fig. 5, 6); dagegen sind die Schrägstrahlen (Fig. 5, 6) länger, schlanker und ventral mehr entwickelt als dorsal (Fig. 5). Sie enden dorsal mehr spitz, ventral dagegen abgerundet. Im Uebrigen wüsste ich bezüglich der Zusammensetzung gegenüber *maculatum* keine Unterschiede zu melden. Dafür bietet aber der unverkalkte Theil der Aussenzone, an dem keine *elastica externa* und ebenso wenig, wie bei *maculatum*, ein Zerfall in eine Innen- und Aussenschicht zu erkennen ist, Besonderheiten insofern, als die *prochondrale Substanz* (Fig. 6) bedeutend überwiegt, ja sogar in den *perichondralen Keilen* ausschliesslich vertreten ist. Auch die Anordnung ist eine andere, als die vorhin beschriebene. Abgesehen von den *periostalen Keilen* sind die Massen, welche theils um die Zellen, theils zwischen ihnen breite Streifen (Fig. 6) bilden, radiär angeordnet, allein unter der Oberfläche zeigen sie (Fig. 5) zierliche, netzförmige Vereinigungen mit polygonalen, von hyalinem Knorpel ausgefüllten Lücken. Zudem treten hier und da zu elastischen Fasern umgewandelte Zellausläufer auf, und diese besitzen zuweilen ein Aussehen wie die Bruchstücke der *elastica externa* der *Holocephalen*. Auch die *Bogenstücke*, welche mit Oberflächenverkalkungen versehen sind, zeigen eine niedrigere Stufe der Gewebsentwicklung. Einmal können hier auch elastische Elemente vorkommen, dann tritt aber statt des hyalinen Knorpels der gemischte mit dem zierlichen, polygonalen, *prochondralen Alveolenwerk* auf. Die *periostalen Keile* (Fig. 5, 6) sind in derselben Anordnung, wie bei *maculatum* vorhanden, jedoch sind sie dorsal und ventral noch ausgeprägter keilförmig, wie bei *maculatum* (Fig. 5). Das Merkwürdige ist nun aber, dass sie sich nicht mit den centralen, an dem Doppelkegel gelagerten, verkalkten Theilen verbinden, und das ist namentlich wichtig für die Beurtheilung der Stellung von *Cheiloscyllium*. Zudem bestehen sie durchaus aus *Vorknorpel* (Fig. 6) mit Einzelzellen in regelmässiger Anordnung, namentlich seitlich und ventral (Fig. 6). Im Inneren herrscht eine concentrische Anordnung der Zellen und der *prochondralen Massen*, an den Rändern, an der Wand

des Knorpelkreuzes erscheint dagegen eine radiäre Anordnung mit strahlig gestellten, prochondralen Lamellen, welche auf dem Querschnitt wiederum als Streifen oder Fasern imponiren. Der centrale Theil der periostalen Keile der Aussenzone verkalkt ebenso wenig, wie bei *maculatum* und dorsal und ventral noch weniger, als bei diesem Thiere, so dass die von der Oberfläche in die Tiefe sich entwickelnden, an das Knorpelkreuz der Aussenzone anstossenden Strahlen (Fig. 5, 6) ohne Nebenzacken (Fig. 6) überall schlank, gleichmässig radiär eindringend und an dem inneren Ende verbunden (Fig. 6) erscheinen. Die die Basis der Keile bei *maculatum* schliessende Oberflächenverkalkung fehlt, und dies Verhältniss steht im schönsten Einklang mit der niederen, geweblichen Stufe der Aussenzone des Wirbelkörpers.

Wie ich bereits vorhin erwähnte, habe ich kein fossiles *Scyllium marmoratum* gefunden, wenn nicht das Stück der Wirbelsäule aus der Kreide von Lewes dahin gehört.

Mit

Scyllium Edwardsi

hebt nun eine Form an, welche in vielen Dingen für viele folgende typisch ist. Die Wirbellöhrlung verhält sich genau wie bei den vorigen, allein die Seitenansicht der Wirbelsäule bietet ein ganz anderes Bild dar. Freilich ist das Verhältniss der Länge der Wirbel zur Höhe ziemlich dasselbe, wie bei den beiden anderen *Scyllien*, allein die Wirbelränder, und das ist ein Zeichen der stärkeren Entwicklung des centralen Doppelkegels (Fig. 7), treten deutlich hervor. Zudem ist eine ausgedehnte Oberflächenverkalkung nicht allein an den Bogenstücken, sondern auch an der Seitenfläche der Wirbelkörper vorhanden. Durch diese schimmern aber nicht wie bei *maculatum* und *marmoratum* zwei Leisten durch, sondern es zeigt sich nur ein breiter Streifen, welcher zwei den Bogenbasen entsprechende, sichelförmige, dunkle Abschnitte trennt. Die Form und das Verhalten der Neurapophysen, der Schaltsücke und der Haemapophysen (Fig. 7 *n, in, h*) ist so ziemlich das gleiche, wie bei den vorigen Arten, nur sind die intercalaria rautenförmig und die Haemapophysen nicht an ihrem Ende zu vierseitigen Platten verbreitert, sondern sie laufen graförmig aus und sind etwas nach hinten abgebogen. Diplospondylie habe ich nicht nachzuweisen vermocht.

Der *funiculus chordae*, die Stärke der Innenzone, die Zusammensetzung des centralen Doppelkegels (Fig. 8, 9 *i, d*) ist dieselbe, wie bei *maculatum* und *marmoratum*, allein die Innenzone (Fig. 9 *i*) zeigt eine niedrigere Zusammensetzung ihres Gewebes. Sie besteht aus Rundzellenvorknorpel.

Die Aussenzone ist zunächst dadurch merkwürdig und interessant, weil sie wie bei *Aerodus* und bei den *Cyclo-* und *Tectospondyli* einen deutlichen Zerfall in eine durch eine Grenzlage (Fig. 8, 9 *g*) getrennte Aussen- und Innenschicht (Fig. 8, 9 *a, a'*) zeigt. Die Grenzlage bietet ein Bild ähnlich dem bei *Pristiophorus* und vielen anderen. Sie ist auf dem Querschnitt vierseitig, mit Einbuchtungen, welche den Zwischenräumen der Bogenbasen entsprechen. Dagegen kehren sie den Bogenbasen Ausbuchtungen zu (Fig. 8), ein Verhältniss, welches bezüglich des Wachsthumes von besonderem Interesse ist. Die Grenzschicht stellt einen gemischten Knorpel dar, in welchem die Rundzellen und die prochondralen Substanzen, wie überall, mehr oder minder concentrisch um die Chorda ziehen. Dieselbe Anordnung zeigen auch die Elemente der Aussenlage (Fig. 9 *a'*), nur dass dieselbe undeutlicher hervortritt, und dass die Zellen nicht einzeln, sondern ausgeprägt in Gruppen beisammen liegen. In der Innenschicht (Fig. 9 *a*) zeigt dagegen der gemischte Knorpel eine deutliche Strahlenanordnung der prochondralen Substanzen, und biegen dieselben an der Oberfläche (Fig. 9) in die Grenzlage eigenthümlich bogenförmig ein. Sie täuschen wiederum ein strahlig angeordnetes Fasersystem vor.

Die Innenschicht (Fig. 9 a) zeigt wie bei *maculatum* und in gleichem Bau eine zusammenhängende, an dem centralen Doppelkegel gelagerte Verkalkungsschicht, und von dieser gehen vier kurze, knospenartige und an den Enden dicke, abgerundete (Fig. 8, 9) Strahlen aus, welche deutlich geschichtet sind und dieselbe Zusammensetzung wie die Strahlen bei *Cestracion* zeigen. Von geraden Strahlen ist nicht die Spur zu sehen, dagegen zeigt sich klar, wie von der Oberfläche her zwischen die getrennten Bogenbasen zusammenhängende, perichondrale, verkalkte Knorpelkeile eindringen (Fig. 8 p), welche seitlich von gleicher Stärke sind, dorsal und ventral jedoch ungleiche Dicke besitzen. Dorsal zeigt sich ein breiter, ventral ein schmaler Keil (Fig. 8, 9). Diese Keile erreichen namentlich in der Mitte die centralen Verkalkungen nicht, sie dringen nur bis zum halben Wege in die Tiefe und bewirken gleichsam vier Einbuchtungen der Aussenschicht der Aussenzone der Wirbelkörper. Diese verhindern das Wachsthum der Innenschicht zwischen die Bogenbasen, lassen sie dagegen sich ungehindert gegen die Basen der Blut- und Rückenmarksbogen entfalten. Daher die sonderbare Form der Grenzlage auf dem Querschnitt, daher auch die sonderbare Anordnung der prochondralen, radiären Lamellen in der Innenlage (Fig. 9 a). Es sind wirkliche, durchaus verkalkte, perichondrale Keile, welche das Knorpelkreuz und die Bogenbasen begrenzend das Bild der Seitenfläche des Wirbelkörpers, an der Seitenwand die breite Mittelleiste bedingen. Im Uebrigen sind dieselben nicht gleichmässig, sondern ungleichmässig zusammengesetzt. In ihrer Hauptmasse aus dem schönen, regelmässigen, verkalkten, gemischten Knorpel mit gleich grossen, runden Einzelzellen und rundlichem, verkalktem Maschenwerk bestehend, welches einem so häufig entgegnetritt, ohne dass dabei besondere radiäre Streifungen, also ausgedehnte, verkalkte, prochondrale Lamellen auftreten, zeigt sich an der inneren Fläche, als Zeichen des Wachsthumes und des Fortschreitens der Verkalkung in die Tiefe (Fig. 8, 9 p) eine einfache Krümelverkalkung, welche den periostalen Keilen ein eigenthümliches und verwirrendes Aussehen verleiht. Die Bogenstücke bestehen aus einem hyalinen Knorpel mit Gruppenanordnung der Zellen, allein als Zeichen dishomogener Entwicklung (Fig. 8) treten in demselben deutlich die charakteristischen, prochondralen Lamellen der *Pristiophoriden* und anderer Wirbel auf. Das sind alles Zeichen eines hohen Alters der Thiere.

Ich kenne nur einen einzigen fossilen Wirbel oder richtiger gesagt eine Wirbelkörperhälfte (Fig. 10), welche einem Thiere angehört haben muss, welches *Scyllium Edwardsi* und *capense* nahe stand. Es stammt aus der Sammlung Probst und gehört der Molasse von Baltringen an. Die vierseitige Wirbelhöhlung, welche grossentheils von Gestein erfüllt ist, bietet ebenso wie die weite, centrale Durchbohrung, welche der Ausdehnung der Chorda und der unverkalkten Innenzone entspricht, nichts besonders Erwähnenswerthes, allein das Loch zeigt, dass um den centralen Doppelkegel (Fig. 10 d) eine nicht unbeträchtlich starke, ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone gelagert ist, von welcher wie bei *Edwardsi* oder *capense* vier kurze, dicke Schrägstrahlen ausgehen. Diese bieten sogar bei Betrachtung mit blossem Auge sichtbare Andeutungen lamellöser Schichtung dar. Auch die periostalen Keile (Fig. 10 p) zeigen sich in ihrer charakteristischen Anordnung, Stärke und in ihrer gleichmässigen Ausbildung, zeigen aber zugleich, dass in der Mitte des Wirbelkörpers die Verbindung mit den centralen Massen noch nicht vorhanden ist. Es existirt, wie bei *Edwardsi*, ein breiter, im Leben von Knorpel erfüllter Zwischenraum. Ich zweifle nicht daran, dass diesem merkwürdigen, so vereinzelt Funde noch weitere folgen werden, denn die Geschichte der Thiere greift unzweifelhaft weit in frühere Erdperioden zurück. Der Fund war mir um so wichtiger, weil Probst¹⁾

1) l. c.

aus der Molasse von Baltringen drei verschiedene Zahnformen, welche Scyllien angehören, beschreibt.

Was

Scyllium capense

betrifft, so hätte ich als Unterschied gegenüber *Edwardsi* von den äusseren Formverhältnissen nur zu erwähnen, dass die breite Mittelleiste an der Seitenfläche des Wirbelkörpers schmaler erscheint, und dass ferner die Haemapophysen (Fig. 11 *b*) nicht nach hinten abgebogen, auch nicht an den Enden vereinigt sind. Sie laufen spitz aus und sind vollkommen getrennt. Zudem greifen, ein Zeichen jüngeren Alters, die Bogenbasen weiter seitlich um den Wirbelkörper herum, als es bei den anderen Scyllien der Fall war.

Das Durchschnittsbild zeigt bezüglich der Stärke und Zusammensetzung der Innenzone des centralen Wirbelkörpers und der Aussenzone (Fig. 12 *i, d, a*) dieselben Verhältnisse, wie bei *Edwardsi*, und wenn auch die Grenzlage innerhalb der Aussenzone (Fig. 12 *g*) auf dem Querschnitte nicht genau die Form wie bei *Edwardsi* bildet, so sind die Abweichungen nicht besonders bemerkenswerth, wie auch die Anordnung und die Form der Elemente der Aussenzone nicht hervorgehoben zu werden verdient. Die Strahlen sind höchstens noch kürzer, als bei *Edwardsi*, und dass von geraden Strahlen keine Rede ist, lehrt der erste Blick auf die Zeichnung. Dafür sind aber die periostalen Keile bemerkenswerth. Erstlich fehlt ihnen die innere Kalkkrümmelage. Die Verkalkung geht gleichmässig gegen das Centrum vor. Dabei dringen sie viel tiefer ein, als bei der vorigen Form und bewirken, dass sich an der Oberfläche der Aussenschicht zwischen den Bogenbasen eine neue Grenzlage gemischten Knorpels mit gebogenen, prochondralen Lamellen (Fig. 12 *g'*) ausbildet, welche offenbar unter dem Wachstumsdruck der vorwachsenden, periostalen Keile und des Gegendruckes der excentrisch wachsenden Aussenzone des Wirbelkörpers entstanden ist.

Mit *Scyllium capense*, mit dessen verkümmerten, centralen Schrägstrahlen und den ausgedehnteren, in die Tiefe dringenden, periostalen Keilen haben wir nun den schönsten Uebergang zu *Scyllium catulus*, *canicula* und *Pristiurus*, mit denen ich mich jetzt beschäftigen will.

Scyllium catulus.

Die Wirbel von *Scyllium catulus* sind von allgemeinen Gesichtspunkten aus zuerst von v. Kölliker¹⁾ berücksichtigt worden, und sagt er, dass die Wirbelkörper aus der theilweise ossificirten Chordascheide und den rings herum verschmolzenen Bogen, die mit vier keilförmigen Stücken rechts und links, oben und unten ossificiren, zum Theil mit den aus der Chordascheide entstandenen Doppelkegeln verschmolzen, entstehen. In einem Zusatze hebt er dann noch hervor, dass die vier keilförmigen, äusseren Knochenstücke der Wirbelsäule je aus zwei Theilen bestehen, einer inneren, dünnen Lage von Knorpelknochen, die in die der Bogen sich fortsetzt, und einer äusseren, stärkeren Lage von Faserknochen von Keilform, die vom Perioste abstammt. *Scyllium* bietet somit ein Beispiel einer Ablagerung von einem Faserknochen, einer Periostablagerung auf einen Knorpelknochen. Bezüglich der letzteren Bemerkung ist nur zu bedauern, dass v. Kölliker nicht die Gattung *Scyllium*, welche er untersuchte, angegeben hat, da, wie man sieht, diese letztere Beschreibung vollkommen auf die Ver-

1) Verhandlungen der phys.-med. Gesellschaft zu Würzburg.

hältnisse bei *Scyllium Edwardsi* passt. Später hat namentlich Götte¹⁾ die Untersuchung von *Scyllium catulus* und *canicula* wieder aufgenommen und vor allen Dingen die späteren Entwicklungsstufen untersucht. Untersuchungen, welche in schöner Weise mit meinen eigenen Erfahrungen übereinstimmen.

Zunächst möchte ich ganz besonders betonen, dass ein vollständiges Herumgreifen der Bogen ebensowenig bei *Scyllium catulus* und *canicula*, wie bei den übrigen Scyllien vorhanden ist. Das geht schon aus den Zeichnungen Götte's klar hervor. Freilich ist nicht zu läugnen, dass bei erwachsenen Thieren (Fig. 17) namentlich hinten am Schwanze ein solches Herumgreifen stattzufinden scheint, allein bei näherem Zusehen lassen sich, wenn auch nur in unbedeutenden Resten, immer noch Ueberbleibsel der *elastica externa* (Fig. 17 *ee*) nachweisen, deren Richtung von dem Boden des Rückenmarks- und Gefässcanales gegen die Seitenfläche des Wirbelkörpers klar und deutlich auf vollkommene Trennung der Bogenbasen auch im erwachsenen Zustande hinweist.

Dass *Scyllium catulus*, *canicula* und *Pristiurus* die jüngeren Formen unter den Katzenhaien darstellen, das beweist mir das vollständige Fehlen der centralen Strahlen, die fortschreitende Ausbildung der gleichmässigen periostalen Keile, sowie die höhere Stufe der Gewebsbildung, wodurch sich die Wirbel dieser Scyllien gegenüber denen der vorhergehenden auszeichnen. Ob nun aber wieder *Pristiurus* als jünger anzusehen ist oder die ältere Form darstellt, wofür manche Thatsachen sprechen, das will ich dahin gestellt sein lassen, und das mag weiteren Untersuchungen, namentlich auch auf paläontologischem Gebiete zu entscheiden vorbehalten bleiben. Jedenfalls bilden *Scyllium catulus*, *canicula* und *Pristiurus* eine ebenso innig zusammenhängende Verwandtschaftsgruppe unter den Vertretern der Scyllien, als *Scyllium maculatum* und *marmoratum*. Zwischen beiden steht dann *Edwardsi* und *capense* als dritte Gruppe und als Bindeglied mitten inne. Interessant ist es nun aber wiederum zu beobachten, wie *Scyllium canicula* *Pristiurus* näher steht, als *catulus*. Darauf werde ich noch besonders aufmerksam zu machen haben.

Die Wirbelhöhlung von *Scyllium catulus* besitzt nicht überall die gleiche Form. An den hinteren Schwanzwirbeln mehr rundlich, mit schwachen Anklängen an die viereckige Form (Fig. 13), erscheint dieselbe an den vorderen ausgeprägter rechteckig, und zwar bildet sie ein stehendes Rechteck, während dagegen am Uebergange zum Rumpfe (Fig. 20) und an diesem selbst die querovale Form herrscht. Immerhin nähert sich aber hier die Gestalt der Kartenherzform mit dorsaler, abgestumpfter Spitze. Die breite, ventrale Umgrenzung ist horizontal, abgeplattet. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt central. Die Höhlung ist tief und zeigt (Fig. 13, 20) eine ausgebildete, schmale Randfläche.

Bei Untersuchung der Wirbelsäule von der Seite zeigt sich auf der einen Seite ein Fortschritt gegenüber *maculatum*, *marmoratum* und *Edwardsi*, andererseits aber finden sich Merkmale von Stammformen übernommen, welche beweisen, wie sehr frühzeitig diese Verwandtschaftsgruppe sich abgetrennt hat, und damit stimmen denn auch die paläontologischen Befunde vollkommen überein. Einerseits (Fig. 14, 15) greifen die Bogenbasen weit über die Seitenfläche des Wirbelkörpers und sind somit durch schmälere Zwischenräume getrennt, andererseits treten hier an den Rückenmarksbogen deutliche und ausgeprägte Schlussstücke (Fig. 14, 15 *s*) auf. Die Wirbelkörper sind an dem Schwanze beinahe quadratisch, während dagegen am Rumpfe das Verhältniss der Höhe zur Länge wie 2 : 3 (Fig. 14, 15) beträgt. Allerdings hat es an der vollkommen erhaltenen Wirbelsäule den Anschein, als sei die Länge weit beträchtlicher, allein das wichtige, für die Bestimmung der fossilen Wirbel bedeut-

1) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bd. XV.

same Merkmal tritt in dem Augenblicke deutlich hervor, wo man die Bogen von den Körpern trennt. Die Ränder sind wie bei Edwardsi schwach aufgeworfen, und die zwischen ihnen gelegene Wirbeloberfläche erscheint, und das ist ausserordentlich wichtig für das Erkennen fossiler Wirbel, überall stark eingezogen und gleichmässig verkalkt. Diese gleichmässige Verkalkung erstreckt sich auch über sämtliche Bogenstücke. Das ist wiederum paläontologisch wichtig, weil diese damit innig mit dem Wirbelkörper verbunden werden.

Die Neurapophysen (Fig. 15 *n*), welche sich zwischen den Wirbelrändern vorbuchten, sind am Schwanze (Fig. 14 *n*) hohe, am Rumpfe (Fig. 15 *n*) dagegen niedrige, dreieckige Knorpel, welche das Dach des Rückgratekanales nicht erreichen. Die intercalaria besitzen entsprechende Formen, stellen hohe, dreieckige (Fig. 14 *m*) Platten am Schwanze, am Rumpfe (Fig. 15 *m*) dagegen niedrigere dar. Diplospondylie habe ich nirgends gefunden. Die Schlussstücke sind am Schwanze (Fig. 14 *s*) niedrige, regelmässige, am Rumpfe (Fig. 15 *s*) dagegen dachförmig gestaltete Plättchen. Die Haemapophysen des Schwanzes (Fig. 14 *h*) schliessen an ihrem Ende zusammen, sind wie bei Edwardsi gerade gestreckt, im Uebrigen aber durch ovale, mit Bindegewebe gefüllte Zwischenräume getrennt. Schaltknorpel fehlen sowohl hier, wie am Rumpfe, wo die Blutbogen (Fig. 15 *h*) nach hinten abgebogene, dreieckige, mit kleinen Rippen versehene Knorpelplatten darstellen.

Ein Längsschnitt durch ein Stück der Schwanzwirbelsäule (Fig. 16) zeigt nicht allein in der Mitte der Wirbelkörper einen funiculus chordae, sondern auch im Zwischenwirbelraume, und das beweist meiner Ansicht nach, dass derselbe nicht allein sehr frühzeitig durch den concentrischen Druck des wachsenden Wirbelkörpers, sondern auch des sich entwickelnden Zwischenwirbelgewebes entstanden ist. Uebrigens ist er in der Wirbelkörpermitte derber, und das rührt daher, dass die Innenzone (Fig. 16 *i*) nachträglich an dieser Stelle vorwucherte und eine weitere Einschnürung bedingte. Der centrale Doppelkegel (Fig. 16 *d*) ist flach, in der Mitte so stark wie bei Edwardsi und nimmt gegen die Enden hin verhältnissmässig wenig an Dicke zu. Das Ende ist den vorspringenden Wirbelrändern entsprechend kolbenförmig verdickt und abgerundet. Die in der Wirbelmitte starke, an den Enden dagegen schwächer entwickelte Innenzone, welche der Mitte der Wirbelhöhlung entsprechend an der elastica interna eine wie bei vielen Elasmobranchiern zu beobachtende, zellfreie Grundsubstanz zeigt und dann in dem Spindelzellknorpel des Zwischenwirbelgewebes sich auflöst (Fig. 16 *w*), besteht aus hyalinem Knorpel mit mehr eckigen Zellen. An der Oberfläche besteht sie aus gemischtem Knorpel und verkalkt in dünner Lage zur Verstärkung des centralen Doppelkegels (Fig. 17, 18, 19 *i*). Der centrale Doppelkegel (Fig. 17, 18, 19 *d*) zeigt dieselbe Zusammensetzung, wie bei den bisher beschriebenen Scylliden.

Die Aussenzone (Fig. 17, 18, 19 *a*) zeigt insofern innigen Anschluss an die älteren Scyllien, maculatum und marmoratum, als von einer Spaltung in eine Innen- und Aussenschicht keine Rede ist. Sie ist durchaus gleichmässig zusammengesetzt und zeigt mit Ausnahme der an dem centralen Doppelkegel gelagerten und etwas stärker wie bei den übrigen Scyllien entwickelten Ringzone, welche aus verkalktem, gemischtem Knorpel besteht, überall einfachen Hyalinknorpel, dessen runde Zellen, wenn auch undeutlich, radiäre Anordnung zeigen. Die Zellen liegen dabei meistens einzeln, seltener, namentlich dorsal und ventral, in Gruppen beisammen, und in der verkalkten Ringzone zeigt sich überwiegend die Isolation der Zellen. Von Strahlen oder Andeutungen derselben ist an keinem Abschnitte des Körpers etwas zu merken (Fig. 17, 18, 19). Die radiäre Anordnung der Zellen wird erst an der Oberfläche von der elastica externa, deren letzte Reste (Fig. 17 *ee*) an den hinteren Schwanzwirbeln unter den Bogenbasen nachweisbar sind, von der unregelmässigen Gruppierung der runden

Zellen des Hyalinknorpels der Bogenstücke abgelöst, deren homogene Oberflächenverkalkung, wie wir wissen, continuirlich in die gleichmässigen, periostalen Keile übergeht (Fig. 18, 19 *p*).

Diese dringen aus dem regelmässigen, verkalkten, gemischten Knorpel bestehend von der Oberfläche in die Tiefe der Aussenzone. Sie stellen, namentlich aber dorsal und ventral, keilförmige Massen dar, während sie seitlich eingebogene (Fig. 18, 19, 21), auf dem Querschnitt halbmondförmige Platten bilden. In der Mitte des Wirbelkörpers erreichen sie selbst bei erwachsenen Thieren die centrale Verkalkung niemals, und so zeigt sich, wenn man den unverkalkten Knorpel ausfaulen lässt, auf einem mittleren Querschnitt (Fig. 21) ein ausserordentlich charakteristisches Bild, welches für die Bestimmung von Bruchstücken fossiler Wirbel überaus werthvoll ist. Bogen und Körperverkalkung hängen, wie wir wissen, unter einander zusammen und umschliessen einen Raum, in dessen Lücken der centrale Doppelkegel mit der verkalkten Ringschicht der Aussenzone zum Vorschein kommt, und welche ein getreues Bild der unverkalkten Theile der Bogen und des Wirbelkörpers geben. Die prochondrale oder periostale Verkalkung der Aussenzone muss bei *catulus* sehr frühzeitig eintreten, weil die Wirbelkörperränder gleichsam über die periostalen Keile (Fig. 21) vorgequollen sind und dadurch die tiefen Einziehungen an den Seiten der Körper entstehen lassen, durch welche sich die Wirbel von *catulus* auszeichnen. Es ist das abermals ein Zeichen, dass *catulus* ein jüngeres Geschlecht darstellt.

Fossil ist mir *Scyllium catulus* von drei Stellen und aus drei verschiedenen Erdepochen bekannt, aus dem Jura von Kehlheim, aus der Kreide (Greensand), vom Baumberge und aus der Würtemberger Molasse (Baltringen). Ueber die Zugehörigkeit zu *catulus* kann kaum ein Zweifel obwalten.

Das Fossil (Fig. 27), welches dem oberen Jura entstammt und dem münchener Museum angehört, stellt das äusserste Schwanzende eines *Scyllium catulus* dar. Die Wirbelchen sind gut erhalten und zeigen die langgestreckte Stundenglasform, wie wir sie bei erhaltenen Bogen bei *catulus* auftreten sehen. Schon die Diphyccerie des Schwanzes weist auf *Scyllium* hin. Diese Diagnose wird auch durch den Wirbelquerschnitt und durch die Untersuchung der Placoidschuppen bestätigt. Ersterer (Fig. 28) zeigt, dass von einer Strahlenbildung keine Rede ist, und untersucht man mikroskopisch (Fig. 29), so sieht man einmal den verkalkten Theil der Innenzone (Fig. 29 *i*), dann den centralen Doppelkegel (Fig. 29 *d*) und die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 29 *a*) in der Zusammensetzung, wie sie *catulus* eigenthümlich ist. Auch die periostalen Keile lassen sich in ihrer eigenartigen Zusammensetzung erkennen. Dass diese unmittelbar den centralen Theilen anliegen rührt von dem Drucke her, unter dem die Wirbelsäule bei dem Einbetten gestanden hat. Dass es sich wirklich nur um eine Anlagerung der Keile (Fig. 29 *p*) handelt, geht aus der deutlich nachweisbaren Trennungsspalte hervor. Den Keilen haften nebenbei vereinzelt Placoidschuppen an (Fig. 29).

Das zweite *Scyllium catulus* vom Baumberge ist ein vollständiges, in der münchener Sammlung befindliches Thier, welches Graf Münster als *Thyellina angusta* beschrieben hat, und welches seit der Zeit von den Paläontologen den Scyllien zugezählt wird. Wie so Vieles verdanke ich auch meinem Herrn Collegen Zittel die Möglichkeit der Untersuchung dieses Fossils, und ist bei genauer Untersuchung der an bestimmten Stellen gut erhaltenen Wirbelabschnitte (Fig. 30) kein Zweifel, dass wir es mit einem *Scyllium* und zwar mit *catulus* zu thun haben. Die Wirbelkörper, die Neurapophysen, die Schaltstücke (Fig. 30) haben genau die Gestalt wie bei dem lebenden *catulus*. Die Placoidschuppen (Fig. 31, 32) sind entweder einfach myrtenblattförmig, mit einem Längskiele (primäre Form), oder dreispitzig, mit wenig vortretenden Nebenzacken, wie sie den Scyllien zukommen.

Der Wirbel aus der Molasse von Baltringen, welcher der Sammlung Probst entstammt, ist in

der Mitte quer durchbrochen. Seine Höhlung zeigt, dass wir es mit einem Rumpfwirbel zu thun haben. Dieselbe ist kartenherzförmig, die centrale Durchbohrung ist wegen des Verschwindens der Innenzone weit, und eine Randfläche ist deutlich ausgeprägt (Fig. 33); dass wir es mit einem *Seyllium catulus* zu thun haben, zeigt aber vor Allem die Bruchfläche. Der centrale Doppelkegel (Fig. 34 *d*), die ringförmige Verkalkung der Aussenzone (Fig. 34 *a*) verhält sich genau so wie bei *catulus*, ebenso die periostalen Keile, welche in den an den Wirbelrändern haftenden Theilen (Fig. 34) auch in der Stärke, Form und Anordnung, wie sie *catulus* zukommt, vortrefflich erhalten sind.

Seyllium canicula

habe ich nur mit Rücksicht auf die äusseren Formverhältnisse der Wirbelsäule und der Placoidschuppen zu untersuchen Gelegenheit gehabt.

Die Höhlung ist an den Schwanzwirbeln ein stehendes Oval, an dem Rumpfe dagegen ist dieselbe kartenherzförmig umgrenzt. Im Uebrigen ist wie bei *catulus* eine Randfläche vorhanden, und die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt central.

Bei seitlicher Betrachtung ist das Bild ein etwas anderes, wie bei *Seyllium catulus* und erinnert vielmehr an das von *Pristiurus*. An beiden Körperabschnitten (Fig. 22, 23) ist das Verhältniss der Länge der Wirbelkörper zur Höhe wie 2:3. Die Wirbelränder sind aufgeworfen, allein die zwischen ihnen befindliche Fläche ist nicht eingezogen, sondern plan, ja sogar leicht vorgewölbt, im Uebrigen überall mit Oberflächenverkalkungen versehen, welche vollkommen innig mit den Verkalkungen der Haem- und Neurapophysen zusammenhängen.

Diese letzteren (Fig. 22, 23 *n*) zeigen eine von der bei *catulus* vorkommenden abweichende Form. Sie sind kolbenförmig und sitzen mit breitem Ende den Wirbelkörpern auf. Sie reichen bis an die Decke des Rückenmarkskanals, enden aber hier schmal. Die Schaltstücke (Fig. 22, 23 *m*), welche ebenfalls bis an die Decke des Rückgratkanals reichen, sind am Schwanze elliptisch, am Rumpfe mehr vierseitig. Sie sind durch weite Abstände von den eigentlichen Rückenmarksbogen getrennt, und es schieben sich zwischen die Enden Schlussstücke (Fig. 22, 23 *s*) ein. Das Verhalten erinnert weit mehr an *Edwardsi* als an *catulus*. Die Haemapophysen (Fig. 22 *h*) sind am Schwanze kolbenförmige, an ihren Enden vierseitig verbreiterte und mit einander eng verbundene Platten, welche dagegen am Rumpfe (Fig. 23 *h*) wie bei *catulus* dreiseitig und nach hinten abgebogen erscheinen.

Die Placoidschuppen sind plumper wie bei *catulus*, erheben sich entweder auf dreiseitiger, oder viereckiger Basis (Fig. 24, 25, 26) steil. Die einfache Myrtenblattform ist nicht zu erkennen, dagegen ist der Schuppenstachel (Fig. 24) dreispitzig, aber nicht einfach mit drei Kielen versehen, sondern es finden sich deren fünf. Dieses Verhalten (Fig. 25, 26) stellt jedenfalls eine sekundäre Erscheinung dar.

Pristiurus melanostomus

schliesst sich in dem Bau und in der Form der Wirbelkörper an *Seyllium canicula*, in der der Bogenstücke und der Placoidschuppen an *catulus* an. Der gewebliche Aufbau erinnert an *Edwardsi* und *capense*, weniger an *Seyllium maculatum* und *marmoratum*. Die Aussenzone der Wirbelkörper ist nicht wie bei diesen Thieren und bei *catulus* ungetheilt, sondern in zwei Schichten getrennt, und das ist ein Zeichen, dass *Pristiurus* einstweilen als eine jüngere Form angesehen werden muss, trotzdem das Gewebe vielfach eine niedrigere Stufe einnimmt, als bei *catulus*. Bezüglich der von mir angenommenen Stellung von *Pristiurus* ist mir aber ein gewichtiges Bedenken aufgestossen, und das ist darin begründet, dass man an den hinteren Schwanzwirbeln (Fig. 38) Andeutungen einer Strahlen-

bildung stelit. Es wäre somit nicht unwahrscheinlich, dass künftige Untersuchungen *Pristiurus* eine Stellung zwischen *Scyllium Edwardsi* und *capense* einerseits, andererseits *catulus* als jüngster Form anweisen werden. Hinter *Pristiurus* und vor *catulus* würde dann auch *canicula* zu setzen sein.

Die Höhlung der Schwanzwirbel zeigt centrale Durchbohrung, eine schmale Randfläche und die Form eines stehenden Ovals, zudem ist sie ziemlich tief und aus dem Inneren ragt der *funiculus chordae* hervor. Die Höhlung der Rumpfwirbel ist wie bei *Scyllium canicula* kreisrund. Am Schwanze (Fig. 36) glaube ich Diplospondylie gefunden zu haben, bin aber nicht vollkommen sicher.

Bei Betrachtung von der Seite erscheint das Verhältniss der Höhe zur Länge der Wirbelkörper dasselbe, wie bei *Scyllium canicula*. Auch die sonstigen Formverhältnisse der Körper stimmen vollkommen überein. Nur ein Unterschied macht sich bemerkbar, und das ist die Ausdehnung des Zwischenwirbelgewebes, welches entschieden beträchtlich breiter ist, als bei den übrigen *Scyllien* (Fig. 36, 37). Damit ist natürlich der Wirbelsäule eine grössere Beweglichkeit gestattet.

Die Neurapophysen (Fig. 36, 37 *n*) reichen nicht bis an die Decke des Rückenmarkskanals, ebenso wenig wie die Schaltstücke (Fig. 36, 37 *m*), und besitzen abgesehen von dem Breitenunterschiede am Schwanze und am Rumpfe dieselbe Gestalt. Sie sind kolbenförmig, und die Oberflächenverkalkungen gehen zusammenhängend in die Wirbelkörperoberfläche über. Die Schaltknorpel stellen Rauten dar. Der Rückenmarkskanal wird durchaus durch die keilförmigen, jedoch ziemlich dicht gelagerten Schlusstücke (Fig. 36, 37 *s*) geschlossen. Die Haemapophysen sind am Schwanze nur an den Enden geschlossen (Fig. 36 *h*), im Uebrigen aber kolbenförmig und nach hinten abgelenkt. Am Rumpfe (Fig. 37 *h*) sind sie wie bei den übrigen *Scyllien* gestaltet, ragen aber stärker seitwärts.

Das Querschnittsbild ist ein überaus wichtiges. Die Innenzone ist selbst in der Mitte der Wirbelkörper (Fig. 38, 39, 40 *i*) verhältnissmässig schwach entwickelt. In Folge dessen ist der *funiculus chordae* dick und seine Fasern sind locker. An der Oberfläche in dünner Lage verkalkt, besteht sie aus einem Knorpel von derselben Zusammensetzung wie die des centralen Doppelkegels der *Scyllien* überhaupt, mit abgeplatteten, concentrisch um die Chorda angeordneten Zellen. Der centrale Doppelkegel (Fig. 38, 39 *d*) ist in der Mitte verhältnissmässig dünn, bietet aber in seiner Zusammensetzung nichts Besonderes.

Die Aussenzone zeigt wieder die ringförmige Verkalkung an dem centralen Doppelkegel, allein während dieselbe am Rumpfe (Fig. 40) ohne Spur von Strahlen erscheint, zeigt sie am Uebergange zum Schwanze (Fig. 39 *a*) und am Schwanze selber (Fig. 38 *a*) Andeutungen derselben. Hinten ist sie auf dem Durchschnitt immer mehr viereckig, und es treten vier schräge, gegen die Mitte der Bogenbasen ragende Ecken auf, welche den Schrägstrahlen von *Scyllium Edwardsi* und *capense* homolog, nur noch weniger entwickelt sind, am Rumpfe aber wie bei *catulus* und *canicula* vollkommen verschwinden. Dieser niederen Stufe der Schwanzwirbelsäule entspricht auch das gewebliche Verhalten und die Zusammensetzung der Aussenzone.

Während an dem Rumpfe und an der Schwanzbasis (Fig. 40 *g*) kaum eine Andeutung einer Grenzzone und somit einer Trennung in eine Aussen- und Innenlage (Fig. 40 *a'*, *a*) vorhanden ist, ist diese an den Schwanzwirbeln (Fig. 38 *g*) sehr deutlich und es zeigt sich, dass die Innenschicht (Fig. 38 *a*) hier den grössten Theil des Wirbelkörpers zusammensetzt, während sie am Rumpfe (Fig. 40 *a*) nur einen kleinen Theil bildet. Ueberall zeigt sich in ihr eine radiäre Anordnung der Zellen (Fig. 40 *a*), während dagegen in der Aussenschicht wie in den Bogenstücken die Regellosigkeit im Aufbau herrscht. An dem Rumpfe werden die unverkalkten Abschnitte der beiden Schichten der Aussenzone aus hyalinem Knorpel zusammengesetzt; je mehr man sich aber dem Schwanze nähert, desto mehr tritt ge-

mischer Knorpel auf, und zwar mit radiärer Anordnung prochondraler Lamellen innen und netzförmiger Verbindung derselben in der Aussenlage bis an die Grenze der Bogenbasen. Diese sind durch schwach angedeutete Reste der *elastica externa* abgetrennt und sitzen vollkommen getrennt dem Wirbelkörper auf. Die Bogenstücke selbst zeigen sich an dem Schwanze aus gemischtem Knorpel zusammengesetzt, zeigen dagegen am Rumpfe hyalinen Knorpel von demselben Bau, wie bei *Scyllium catulus*. Die Oberflächenverkalkungen, und auch das spricht für ein hohes Alter des *Pristiurus*, sind am Wirbelkörper sowohl, wie an den Bogen verhältnissmässig schwach, aber zusammenhängend. Eigentliche perichondrale oder periostale Keile treten nicht auf. Kaum erkennt man dorsal, ventral und seitlich (Fig. 38, 39, 40 *p*) an dem Körper die sichelförmig gegen das Innere vorspringenden Platten. So ist es auch kein Wunder, wenn die Wirbelseitenfläche plan oder sogar leicht vorgewölbt ist, anstatt wie bei *catulus* tief, stundenglasförmig eingezogen zu sein.

Die Placoidschuppen haben eine schöne, dreispitzige Gestalt, mit deutlich vortretendem Mittelkiel, ähnlich dem anderer *Scyllien* (Fig. 40) und mit schönen Epithelgrübchen auf der Oberfläche des Knies.

Fossil kenne ich *Pristiurus* nur in zwei wunderschönen, kleinen, dem münchener Museum angehörenden Exemplaren aus dem Oberen Jura von Solenhofen, welche von Wagner als *Notidanus eximius* beschrieben worden sind (Fig. 45). Sie unterscheiden sich in Nichts von *Pristiurus melanostomus* und ihre Natur fällt ohne Weiteres in die Augen, weil hinter der Rückenflosse die zwei Reihen (Fig. 46) der myrtenblattförmigen Schuppen (Fig. 42, 44) auftreten, durch welche *Pristiurus* allein ausgezeichnet ist. Die übrigen Schüppchen (Fig. 43, 46) zeigen die charakteristische Form, wie ich sie vorhin beschrieb. Das Merkmal fiel mir bei der ersten Betrachtung der beiden Thiere sofort in die Augen und ist durch spätere, durch Prof. Zittel vermittelte Untersuchungen zweifellos hingestellt worden.

Sechstes Capitel.

Taf. XXXVI u. XXXVII.

H e m i g a l e u s.

Soweit mir bekannt, ist der Wirbelbau der Familie Hemigaleus bisher bei keinem Vertreter derselben genauer untersucht worden. Zu meiner grossen Freude hatte ich ausreichend Gelegenheit entsprechende Beobachtungen anstellen zu können. Mein Freund Dr. Hubrecht sandte mir Schwanzwirbel von Hemigaleus macrostoma und Galeocерdo tigrinus. Von einem jungen Thiere der letzteren Gattung wurden mir solche von meinem Herrn Collegen v. Siebold zur Untersuchung übergeben. Ausserdem schenkte mir mein Herr College Dr. Lütken mehrere prachtvolle Wirbelkörper eines grossen, ausgewachsenen Thieres. Auch von Galeocерdo arcticus konnte ich den Wirbelbau erforschen, und verdanke ich die Möglichkeit dazu meinem verehrten Herrn Collegen van Beneden in Löwen.

Ich habe bereits im allgemeinen Theile hervorgehoben, warum ich Hemigaleus als die älteste der den Scyllien entstammenden Familien betrachte. Es geschieht das deshalb, weil ein Wirbelbau zu Grunde liegt, welcher sich unmittelbar an jenen des Scyllium maculatum anschliesst. Habe ich nun auch nicht Dirlizodon untersucht, so liegt doch nach den mir freundlichst von Dr. Klunzinger mitgetheilten Zeichnungen des Gesammthabitus sowohl, wie der Zähne keine Veranlassung vor anzunehmen, dass sich dieses Thier weit von Hemigaleus, welcher der älteste Vertreter der Familie ist, entfernt. Aus dem Zahnbau geht hervor, dass Galeocерdo jünger ist. Von diesen ist dann, da der Wirbelbau dem des Hemigaleus näher steht, tigrinus älter, arcticus dagegen eine jüngere Form, welche zu Galeus, beziehungsweise zu den Carchariden überleitet.

Es ist mir nicht ganz leicht geworden, die charakteristischen Merkmale der Familie aufzufinden und dieselbe sicher von der folgenden zu unterscheiden, allein schliesslich hat sich mir doch immer wieder eines aufgedrängt, und glaube ich, dass es mit Hülfe desselben ziemlich gut gelingen wird Hemigaleus, namentlich auch fossil, zu erkennen. Es ist die geringe Ausbildung der centralen Strahlen, welche sich nur wenig an dem centralen Doppelkegel erheben. Somit zeigt ein Wirbel von Hemigaleus bei Betrachtung von aussen ein Knorpelkreuz oder Knorpelkreuzgruben und -höhlen, in welchen man nur ganz in der Tiefe feine Leisten als Enden der centralen Strahlen erkennt. Aehnliches zeigt sich freilich auch bei den erwachsenen Galeiden, allein bei diesen ist die Länge und mehr stundenglasähnliche Form des Wirbelkörpers, welche den Galeuswirbel so besonders auszeichnet, ausschlaggebend. Immerhin wird es oftmals nöthig sein, namentlich den älteren Vertretern der Familie Mustelus gegenüber, die Querschnittsmethode anzuwenden.

Hemigaleus macrostoma.

Von diesem Thiere konnte ich sowohl ein Stück der Wirbelsäule eines jungen Thieres, als einzelne isolirte Wirbel eines ausgewachsenen Exemplares untersuchen, und letztere sind mir in paläontologischer Beziehung überaus werthvoll gewesen.

Die Höhlung (Fig. 1) in der Entwicklung begriffener Schwanzwirbel ist vollkommen rundlich, mit centraler Durchbohrung, undeutlich ausgeprägten, sparsamen Schichtungsstreifen und schmaler, aber deutlicher Randfläche. Die Tiefe ist eine mässige. Seitlich betrachtet zeigen die Wirbel (Fig. 2) eine vollkommen glatte und gleichmässige Oberfläche, ohne Krümelverkalkung. Die Bogenbasen sitzen den Wirbelkörpern weit getrennt, mit breiter Fläche auf. Die Wirbelränder sind mässig aufgeworfen. Das Zwischenwirbelgewebe ist schmal. Die Wirbelseitenfläche ist mässig vertieft. Auffallend ist, dass die Länge der Wirbelkörper (Fig. 2) eine recht ungleiche ist. Bald sind sie langgezogen, bald mehr quadratisch.

Die Rückenmarksbogen und Schaltstücke (Fig. 2 *n, in*) bieten ein eigenthümliches Bild. Eine genaue Grenze lässt sich zwischen den beiden nicht feststellen. Beide reichen aber bis an die Decke des Rückenmarkskanals und zeigen in regelmässiger Weise in der Umgebung der Nervendurchtrittsstellen unregelmässige, durchgehende Verkalkungen. Es entstehen mannichfach zusammengesetzte Bilder, denen man bei den jüngsten Plagiostomen vielfach begegnet. Die Haemapophysen (Fig. 2 *h*) sind sowohl an den Basen, wie an den Enden dicht zusammengeschlossen, soust durch breite, viereckige Lücken von einander getrennt, ohne Spur von Schaltknorpeln.

Die Wirbel eines Erwachsenen zeigen eine querovale Höhlung (Fig. 3) mit leichter, schmaler, dorsaler und etwas breiterer, ventraler Abplattung. Die Schichtungsstreifen sind sparsam, die Tiefe ist mässig, und es zeigt sich eine ausgeprägte, schmale Randfläche. Die Bogenansatzflächen (Fig. 3) springen, namentlich dorsal, ein klein wenig vor. Bei seitlicher Betrachtung tritt der Unterschied in der Länge der Wirbelkörper deutlich hervor, sie erscheinen aber überwiegend quadratisch (Fig. 3), mit schwach aufgeworfenen Rändern und entweder mässig eingezogener, oder planer Oberfläche. Da die Wirbel mir in trockenem Zustande gesandt wurden, so ist es wohl sehr wahrscheinlich, dass im Leben die Oberfläche derselben entweder plan, oder, was mir noch wahrscheinlicher, unbedeutend und gleichmässig zwischen den Wirbelrändern vorgebuchtet ist. Die Bogenansatzfelder treten ober- und unterhalb der breiten, platten Seitenfläche deutlich als sichelförmige Gruben auf. Dorsal (Fig. 5) schliessen sie ein breiteres, ventral ein schmaleres Feld in der Mitte ein und am trockenen Wirbel dringen sie schräg gegen das Centrum in die Tiefe. Sie sind vollkommen glattwandig, und ganz am Boden sieht man mit grosser Mühe ein kleines Kalkleistchen vorragen. Im frischen Zustande sind diese tiefen Gruben von dem unverkalkten Knorpel des Knorpelkreuzes ausgefüllt.

Der Querschnitt bietet ein etwas verschiedenes Aussehen, und das ist für fossile Wirbel wichtig, je nachdem man einen genau der Mitte entnommenen (Fig. 6), oder einen mehr peripheren (Fig. 7) betrachtet, an welchem die Chordadurchbohrung natürlich einen grösseren Durchmesser besitzen muss. Die Innenzone, welche aus einem gewöhnlichen, gemischtem Knorpel, mit eckigen Zellen besteht und in den oberflächlichen Lagen dünn verkalkt (Fig. 6, 7 *i*) verhält sich wie der bei den Seyllien gebaute, centrale Doppelkegel (Fig. 6, 7 *d*) nicht wesentlich verschieden, höchstens, dass der letztere im peripheren Schmitte etwas dicker ist.

Die aus gemischtem Rundzellenknorpel bestehende, verkalkte Ringschicht der Aussenzone verhält sich aber durchaus verschieden (Fig. 6, 7 *a*). Dieselbe zeigt an dem mittleren Schmitte deutlich

vier breite, gerade und vier schräge, zartere, aber längere Strahlen. Durch Hülfe der ersteren ist die Ringzone mit den mächtig entwickelten periostalen Keilen (Fig. 6, 7 p) verwachsen, während letztere in das Knorpelkreuz hineindringend in der Tiefe der vorhin erwähnten Gruben (Fig. 5) die kleinen Leisten darstellen. An den peripheren Schnitten sieht man dagegen die periostalen Keile ohne Vermittlung gerader, centraler Strahlen mit der Ringzone verwachsen, und die vier Schrägstrahlen bleiben somit allein übrig. Wir haben also in der Mitte, dem ältesten Theile des Wirbelkörpers, welcher in der Bildung am weitesten vorgeschritten ist, den achtstrahligen Stern des *Seyllium maculatum*, und das ist gewiss stammesgeschichtlich von hohem Interesse. Im Uebrigen zieht die Aussenzone die Aufmerksamkeit dadurch besonders auf sich, weil, wenn auch undeutlich, eine Grenzzone (Fig. 6, 7 g), wie bei den jüngeren *Seyllien* *Edwardsi*, *capense* und *Pristurus* auftritt, durch welche die dem Perichondrium angehörenden Verkalkungen ohne Weiteres bis zum centralen Doppelkegel dringen. Dieselbe zeichnet sich in der Wirbelhöhle als ein besonders deutlicher Schichtungsstreif aus (Fig. 3). Es ist das ein Zeichen, dass *Hemigaleus* nicht direkt von Thieren, wie *Seyllium maculatum* herstammt, sondern von solchen, welche Zwischenglieder zu ihnen ähnlichen Thieren bilden. Abgesehen von den periostalen Keilen besteht der Knorpel der Aussenzone, des Knorpelkreuzes aus gemischtem Knorpel, in welchem man nur undeutlich eine radiäre Anordnung der prochondralen Grundsubstanzen erkennen kann. Von einer *elastica externa* habe ich Nichts zu entdecken vermocht.

Die von der Oberfläche in die Tiefe gedrunghenen Verkalkungen der Aussenzone, die periostalen Keile, sind durchaus gleichmässig und zeigen nur an der Oberfläche Schichtungen von abwechselnd ausgedehnteren, verkalkten, prochondralen Grundsubstanzen herrührend. Sie zeigen das regelmässige, zierliche Kalknetz, in dessen Lücken vollkommen gleichmässig rundliche Zellen gelagert sind. Von Faserung, Streifung, Gefässbildung ist keine Spur wahrzunehmen. Die seitlichen Keile (Fig. 6, 7) sind die stärksten, und der dorsale ist etwas stärker, als der ventrale. Auf dem Querschnitt erscheinen die Arme des Knorpelkreuzes geschweift und zwar die unteren nach aussen convex, die oberen dagegen, wenn auch nicht so ausgeprägt, nach innen concav. Dabei finden sich, und auch das ist für die Bestimmung fossiler Wirbel wichtig, leicht wellig gebogene Wände (Fig. 6, 7). Auch die oberflächliche Begrenzung der periostalen Keile ist nicht gleichmässig. Sie sind dorsal und ventral grubenförmig vertieft, seitlich dagegen S förmig gebogen.

Fossil kenne ich *Hemigaleus* oder *Hemipristis* aus der Molasse von Baltringen, und gehören diese wunderschönen Wirbel der Sammlung Probst an, und dann aus dem Crag von Antwerpen. Diese entstammen dem brüsseler Museum. Die Träger der ersten Wirbel waren etwa dreimal so gross, als unsere jetzt lebenden *Hemigalei*, die der letzteren waren aber gewaltige Thiere und unterscheiden sich in Nichts von unserem jetzt lebenden *Hemigaleus macrostoma*, während erstere eine besondere Gattung ausmachen, dadurch vor allem ausgezeichnet, dass die Schweifung des Knorpelkreuzes sowohl, wie an der Oberfläche die Schweifung der periostalen Keile fehlte. Da die Betrachtung der baltringer Wirbel allgemeine Formverhältnisse ergab, welche in jeder Beziehung die des *Hemigaleus macrostoma* waren (Fig. 4, 5), so habe ich eine besondere Zeichnung unterlassen, und beziehe ich mich auf die entsprechenden Figuren. Nur die Wirbelhöhlung ist insofern abweichend, als eine deutliche Randfläche fehlt, als die Schichtungsstreifen zahlreich sind und die querovale Form noch deutlicher ausgeprägt ist, wie bei *macrostoma*. Vielleicht ist diese Gattung mit den aus dem gleichen Fundorte von Probst beschriebenen und dabei allgemein verbreiteten *Hemipristis serra*, identisch.

Vollkommen übereinstimmend mit *macrostoma*, nur in allen Verhältnissen gigantisch, sind die Wirbel aus dem Crag. Die Höhlung zeigt das Queroval (Fig. 9), jedoch ausgeprägter, die schmale

dorsale, die breite ventrale Abflachung, sowie die Ueberwallung der Seitenfläche und der Bogenansatzfelder. Die Randfläche ist schwach ausgeprägt, die Schichtungsstreifen sind zahlreich, im Centrum breit, an der Peripherie enger. Das Verhältniss der Höhe zur Länge, die quadratische Form erscheint bei seitlicher Betrachtung ähnlich der des *macrostoma*, nur überwiegt die Höhe etwas. Die Ränder sind schwach aufgeworfen, die ovalen Bogengruben mit den schwachen Leisten in der Tiefe treten deutlich hervor. Die Fläche zwischen den Rändern ist plan oder leicht vorgewölbt, im grossen Ganzen glatt, aber namentlich gegen die Ränder hin mit rundlichen oder länglichen Grübchen versehen (Fig. 10). Der Querschliff, welcher nicht ganz genau die Mitte getroffen hat (Fig. 11), zeigt deutlich an dem centralen Doppelkegel (Fig. 11 *d*) den achtstrahligen Stern, wie bei *Hemigaleus macrostoma* und auch in derselben Zusammensetzung. Das Gleiche gilt für die periostalen Keile (Fig. 11 *p*), welche in ihrer Form, in ihrer Begrenzung an der Höhle des Knorpelkreuzes genau dasselbe zeigen, wie *macrostoma* (Fig. 7). Nur zeigen sich in den Keilen Lücken, Spalten, kurz Bildungen (Fig. 11 *p*), welche darauf hindeuten, dass Gefässe in dieselben hineindringen.

Galeocerdo tigrinus.

Von *Galeocerdo tigrinus* habe ich sowohl ein Stück der Schwanzwirbelsäule eines sehr jungen Thieres, als auch mächtige Rumpf- und Schwanzwirbel eines erwachsenen Exemplares untersucht.

Die Wirbelhöhlung des jungen Thieres hat die Gestalt eines stehenden Ovals und ist im Uebrigen nicht bemerkenswerth. Die Verhältnisse sind noch nicht deutlich ausgeprägt. Die Schwanzwirbel des erwachsenen Thieres zeigen das stehende Oval der Höhlung zu einem stehenden Rechteck umgewandelt (Fig. 12), während die der Rumpfwirbel mehr rundlich, mit leisem Anklinge an eine quadratische Umgrenzung erscheint. Die Chorda und die Innenzone sind vollkommen verkalkt. Der funiculus chordae (Fig. 12) ragt als ein rundliches Knöpfchen in der Mitte der Höhlung vor. Die Randfläche ist schmal, aber deutlich wie bei *Hemigaleus*, und es zeigen sich im Inneren deutliche, zahlreiche Schichtungsstreifen, desto zahlreicher, je mehr man sich der Peripherie nähert.

Die Betrachtung der Wirbelsäule von der Seite zeigt (Fig. 13), und das ist paläontologisch ein sehr wichtiger Unterschied, dass die Wirbelkörper viel höher, als lang sind. Das Verhältniss ist an dem Rumpfe wie 3 : 2, an dem Schwanze wie 2 : 1. Das bedingt auch eine Verschiedenheit von *Galeocerdo arcticus*. Die Ränder (Fig. 13, 14) sind mässig aufgeworfen, die zwischen ihnen liegende Fläche ist glatt, eingezogen, und an den trockenen, erwachsenen Wirbeln (Fig. 14) überall mit rundlichen Löchern versehen. Die Ansatzflächen der Bogen, die Gruben des Knorpelkreuzes, welche vierseitig pyramidal sind, bieten dieselben Verhältnisse wie bei *Hemigaleus*. Auch bei diesem Thiere zeigen sich in der Tiefe der Gruben kleine Leisten.

An der jugendlichen Wirbelsäule sind die Neurapophysen (Fig. 13 *n*) bis an die Decke des Rückenmarkscanals reichende, kolbenförmige Knorpel, zwischen denen sich ebenfalls den Wirbelcanal schliessende, keilförmige Schaltstücke (Fig. 13 *m*) einschieben. Diplospondylie findet sich ebensowenig, wie eine Spur von Schlussstücken. Die Haemapophysen (Fig. 13 *h*), zwischen welchen Schaltstücke fehlen, sind ebenfalls Kolben und schliessen gerade gestreckt an ihren Enden zusammen. Sie umgrenzen ovale, mit Bindegewebe gefüllte und von Gefässen durchsetzte Lücken. Dass die Bogen vollkommen getrennt sind, braucht wohl nicht erst besonders hervorgehoben zu werden.

Das Querschnittsbild eines jugendlichen Schwanzwirbels (Fig. 15) zeichnet sich gegenüber dem eines erwachsenen (Fig. 16) durch folgende Eigenthümlichkeiten aus: der centrale Doppelkegel und

die Innenzone unterscheiden sich auch in ihrem Bau nicht von denen des Hemigaleus; die Aussenzone, welche ebenfalls aus gemischtem Knorpel mit radiärer Zellanordnung in den unverkalkten Parthien besteht, zeigt keine Trennung in Aussen- und Innenschicht. Unmittelbar an dem centralen Doppelkegel findet sich kaum eine Spur einer ringförmigen Verkalkung, dagegen treten nahe an demselben selbständig vier schräge Kalkstrahlen auf. Die geraden Strahlen fehlen. Die perichondralen oder periostalen Keile sind im Beginn der Bildung und dringen, wie die Krümelverkalkung auf ihrer Innenseite (Fig. 15 p) beweist, von der Oberfläche in die Tiefe. Sie sind zunächst nur seitlich und ventral entwickelt, dorsal findet sich von ihnen keine Spur. Die erwachsenen Wirbel (Fig. 16) zeigen dagegen mit grosser Klarheit in der Mitte nicht allein deutlich an dem centralen Doppelkegel (Fig. 16 a, d) die ringförmige Verkalkungszone, sondern auch die acht Strahlen der Hemigaleiden. Die geraden müssen also in der Aussenzone nachträglich entstehen. Zudem zeigt sich klar eine Verschmelzung derselben mit den Enden der periostalen Keile, ähnlich wie bei Hemigaleus. Die Keile sind wie bei der vorigen Form gebaut, zeigen dieselbe Form, dieselben S-förmigen Biegungen seitlich an der Oberfläche, die dorsalen und ventralen Gruben, die gebogenen Wände des Knorpelkreuzes (Fig. 16). Dafür treten aber den Löchern an der Oberfläche entsprechend deutlich (Fig. 16) radiäre Streifen auf. Ich glaube, dieselben rühren von eindringenden Gefässen her.

Fossil kenne ich *Galeocerdo tigrinus* aus der Molasse von Baltringen, und entstammen diese Wirbel wiederum der Sammlung Probst, und dann aus dem Crag von Antwerpen. Letztere, welche dem brüsseler Museum entnommen sind, zeigen in klarster Weise die Oberflächenmerkmale. Es handelt sich dabei um Rumpfwirbel. Die Höhlung ist rundlich, quadratisch (Fig. 17). Der funiculus chordae und die Innenzone sind verkalkt. Die Randfläche und die Schichtungsstreifen sind deutlich ausgesprochen. Seitlich betrachtet (Fig. 18) ist das Verhältniss der Höhe zur Länge wie 3:2. Die Ränder springen vor, und die zwischen ihnen liegende Fläche ist mässig vertieft (Fig. 18). An dem Baltringer Wirbel treten die Gefässlöcher, welche den Wirbeln von *tigrinus* (Fig. 14) so eigenthümlich sind, weniger deutlich, an dem Wirbel aus dem Crag (Fig. 18) dagegen sehr klar hervor. Bei der Kostbarkeit des Materiales habe ich das Durchschneiden unterlassen, um so mehr, weil die ausgebrochene Höhlung an dem Baltringer Wirbel zeigte, dass der innere Bau genau derselbe ist, wie bei *Galeocerdo tigrinus*. Ob dieser *Galeocerdo* dem *aduncus* oder *latidens* zuzuzählen ist, von welchen Probst Zähne beschreibt, ist fraglich, ich glaube letzteres, weil der Baltringer Wirbel, welcher dem *Galeocerdo arcticus* nahe steht, häufiger erscheint.

Galeocerdo arcticus.

Von diesem Thiere habe ich nur die isolirten Schwanzwirbelkörper eines jungen und erwachsenen Exemplares untersuchen können und vermag somit über das Verhalten der Bogen keine Angaben zu machen. Der Mangel ist aber nicht schwerwiegend, weil das Verhalten der Körper die Stellung des Thieres als jüngste Form klar und deutlich bestimmt. Die Wirbelhöhlung ist vollkommen rund, mit zahlreichen Schichtungsstreifen und nicht vollkommen centraler, sondern etwas mehr dorsal gelegener Durchbohrung von Seiten des funiculus chordae (Fig. 19). Die Oberfläche der Wirbelkörper, sowie namentlich die Umgrenzung der Ansatzfelder der Bogen ist etwas vorgebuchtet (Fig. 19), während dagegen die Randfläche nur sehr undeutlich ausgeprägt ist. Die Tiefe der Höhlung ist gering, ein nicht unwichtiges Unterscheidungsmerkmal gegenüber den übrigen Hemigalei.

Bei Betrachtung von der Seite (Fig. 20) fällt zunächst die Kürze oder Schmalheit der Wirbel-

körper in die Augen. Das Verhältniss der Höhe zur Länge beträgt 5 : 2, beziehungsweise 2 : 1. Das ist wichtig, denn bei aller Uebereinstimmung ist dies ein Moment, welches die dem *arcticus* angehörenden Wirbel von denen des *tigrinus* trennt. Das ist für die Bestimmung der Zugehörigkeit fossiler Wirbel nicht unwichtig, wenn man zugleich die Form der Wirbelhöhlung in Betracht zieht. Die Ränder sind mässig aufgeworfen (Fig. 20, 21, 22). Die zwischen ihnen liegende Fläche mit den vierseitigen Ansatzfeldern der Bogen (Fig. 20, 21, 22) ist plan oder leicht vorgebuchtet, mit zahlreichen, feinen Löchern, gerade wie bei *tigrinus*, sonst aber glatt. Die dorsale (Fig. 21) und ventrale Fläche (Fig. 22) zeigt an den vier vorliegenden, trockenen Wirbeln, dass die Höhlen des Knorpelkreuzes vierseitige, bis an das Centrum schräg vordringende Pyramiden sind, in deren Tiefe deutlicher, als bei den anderen Hemigalei (Fig. 21) niedrige Leisten, die Enden der Schrägstrahlen der Wirbelmitte, auftreten.

Auf eine mikroskopische Analyse der Gewebe der Wirbelkörper der lebenden Thiere habe ich verzichten müssen, weil die Weichtheile durch das Eintrocknen entweder verschwunden oder so verändert waren, dass ein klares Bild nicht mehr zu erlangen war, allein ich glaube, auch diese Unterlassung rächt sich nicht, weil auf einem mittleren Querschnitt (Fig. 23, 24) der allgemeine Bau deutlich hervortritt und zeigt, was auch die Untersuchung fossiler Wirbel vollkommen bestätigt, dass in dem geweblichen Aufbau ein Unterschied gegenüber den übrigen Hemigalei nicht vorhanden ist. Die Innenzone (Fig. 23, 24 *i*), der centrale Doppelkegel (Fig. 23, 24 *d*) verhalten sich mikroskopisch ganz so, wie bei *tigrinus*, ebenso die verkalkte, um den centralen Doppelkegel gelagerte Schicht der Aussenzone (Fig. 23, 24 *a*). Nur das Strahlenbild ist verändert. Es findet sich weder bei dem jungen Thiere, noch bei dem erwachsenen irgend eine Andeutung der geraden Strahlen. Die Bildung derselben ist unterdrückt. Ebenso wenig ist es möglich eine Andeutung der Trennung der Aussenzone in eine Innen- und Aussenlage nachzuweisen. Dagegen treten die Schrägstrahlen als etwas längere, tiefer in das Knorpelkreuz hineinragende, schlanke, zarte und an den Enden kolbig verdickte Fortsätze in stärkerer Entwicklung auf (Fig. 23, 24). Die Höhlungen des Knorpelkreuzes erinnern in ihren Formverhältnissen, namentlich an den jugendlichen Wirbeln (Fig. 24), an die des *Galeocerdo tigrinus*. Sie sind dorsal sowohl, wie ventral eingebogen, am erwachsenen Wirbel (Fig. 23) dagegen mehr gerade gestreckt. Sie werden auch hier wieder von den massiven, perichondralen oder periostalen Keilen der Aussenzone begrenzt, welche wie bei *tigrinus* Schichtung und Streifung (Gefässstreifung) zeigen (Fig. 23, 24) und gleichmässig in die Tiefe dringend an den jugendlichen Wirbeln die centralen Verkalkungen noch nicht erreichen, während sie (Fig. 23) am erwachsenen vollkommen mit ihnen verschmolzen sind. Der dorsale Keil ist etwas stärker, als der ventrale Keil, die seitlichen sind aber auch hier wieder am Meisten entwickelt, jedoch an ihrer Oberfläche nicht S förmig, sondern kreisförmig umgrenzt, während sich dorsal und ventral, wie bei *tigrinus*, eine Einziehung zeigt. Ist das Bild des jugendlichen Wirbelkörpers (Fig. 24) ein etwas anderes, so rührt das offenbar von dem stärkeren Eintrocknen der Gewebe her.

Fossil ist das Vorkommen von *Galeocerdo arcticus* nicht selten. Damit soll nun nicht gesagt sein, dass alle Funde dieser einzigen Gattung zuzuschreiben sind, allein ich führe sie hier auf, weil es sich um Formen handelt, welche die allgemeinen Merkmale des *arcticus* mehr oder minder ausgeprägt tragen, mehr als die des *tigrinus*. Es sind schmale, hohe Wirbel, und es mangeln ihnen die centralen, geraden Strahlen vollkommen. Nur die Schrägstrahlen sind vorhanden. Im Uebrigen zeigen sich die schönsten Uebergänge zu *tigrinus*, beziehungsweise *Hemigaleus*.

Ein in dieser Beziehung ausgezeichnetes Wirbel, welcher der münchener Sammlung entstammt

und offenbar der Molasse angehört, wenn auch der Fundort nicht angegeben ist, ist der in Fig. 27, 28, 29 abgebildete Wirbel. Er zeigt, was seine Höhlung (Fig. 27) betrifft, die excentrische Durchbohrung des *arcticus*, allein eine mehr ovale Begrenzung, dann im Centrum breite, an der Peripherie schmälere Schichtungsstreifen. In seiner Schmalheit entspricht er dem *Galeocerdo arcticus*. Die Umgrenzung der periostalen Keile, welche seitlich an der Oberfläche Sförmig gebogen sind (Fig. 29), erinnern dagegen an *tigrinus*. Von dem Mangel der geraden Strahlen habe ich bereits gesprochen.

Eine zweite Gattung, welche dem *arcticus* noch näher stand, ist der Träger des Wirbels, welcher der münchener Sammlung entnommen aus dem Oligocäen des Thalberggraben bei Siegsdorf stammt. Freilich handelt es sich nur um ein Bruchstück (Fig. 31, 32), allein soviel geht deutlich aus der Betrachtung der Höhlung hervor, dass dieselbe wie bei *arcticus* kreisrund umgrenzt war. Ebenso stimmt die Schmalheit des Körpers im Verhältniss zur Höhe (Fig. 30) mit *arcticus* überein, während dagegen auf dem Querschnitt dasselbe Bild der oberflächlichen Begrenzung der seitlichen, periostalen Keile wie bei dem vorigen Wirbel (Fig. 32) und wie bei *tigrinus* zum Vorschein kommt. Das Strahlenbild ist dasselbe wie bei *arcticus*, ebenso die gleichmässige Schichtung der periostalen Keile.

Vollkommen in Form und Bau übereinstimmend mit *arcticus* sind Wirbel, welche der Molasse von Würenlos (Schweiz) entstammen und dem züricher Museum angehören, sowie gleiche aus der Molasse von Baltringen, welche ich der Sammlung Probst verdanke, und welche wahrscheinlich den Zähnen, welche er als *aduncus* beschreibt, entsprechen, ferner dem berliner Museum entstammende Wirbel aus dem Miocäen (Sct. Medard en Galles (Gironde)).

Ich habe nur den Würenloser Wirbel abgebildet (Fig. 25, 26), weil an den übrigen keine wesentlichen Abweichungen zu entdecken sind. Ich glaube die Vergleichung, namentlich der Figuren 26 und 23, spricht klar für die Uebereinstimmung dieser Form mit *Galeocerdo arcticus*. Immerhin mag dieselbe aber als besondere Gattung bestehen bleiben, weil an dem dorsalen und ventralen Keile die Einsenkung fehlt, während sie dagegen bei den Wirbeln aus der Baltringer Molasse angedeutet und bei den aus dem Miocäen gerade so, wie bei *arcticus* vorhanden ist. Man sieht, denjenigen, welche mit Interesse Gattungsmerkmalen nachgehen und Gattungsübergänge zu suchen trachten, eröffnet sich hier bei grossem paläontologischen Materiale ein reiches Feld der Beobachtung.

Siebentes Capitel.

Taf. XXXVIII.

G a l e u s.

Die Unterfamilie Galeus zeigt trotz des innigen Anschlusses, welchen dieselbe, wie es auch ganz natürlich ist, an Galeocerdo arcticus hat, dennoch in der Wirbelform mancherlei Merkmale, welche an Hemigaleus und Galeocerdo tigrinus erinnern. Sind auch, wie bei arcticus, nur vier centrale Schrägstrahlen entwickelt, so erinnert doch die Länge der Wirbelkörper wiederum an Hemigaleus und die Form der Wirbelhöhlung an Galeocerdo tigrinus. Es beweist dieser Umstand, dass Galeus nicht von den lebenden Hemigaleiden abstammt, sondern von älteren Formen, welche älter als Galeocerdo arcticus den beiden anderen mehr genähert waren. Ich habe sowohl jüngere Thiere, als auch Rumpfwirbel eines anscheinend vollkommen erwachsenen Exemplares zu untersuchen vermocht, und stimmen meine Befunde im Wesentlichen mit denen v. Kölliker's¹⁾ überein, welcher die Wirbelsäule des Galeus canis am genauesten untersucht hat. Er liefert folgende Beschreibung:

„Ein Wirbel zeigt auf dem Querschnitt durch die Mitte Folgendes“:

„Zu innerst einen kleinen Chordarest, dann Knorpel, drittens einen Knochenring mit vier gegen die Bogen gerichteten Strahlen, dem Querschnitt des inneren Doppelkegels. Hierauf folgt eine zusammenhängende Knorpellage, die gegen die knorpeligen und aussen ossificirten Bogen, mit denen sie direct zusammenhängt, in vier keillörmige Stücke ausläuft, und endlich vier äusseren Knochenzapfen zwischen den Knorpelstrahlen, die den inneren Ring nicht erreichen. Jenseits der Mitte ist das jedoch der Fall, und zeigt dann der Querschnitt einen centralen Knochenring, von dem 4 stärkere und 4 schwächere und etwas längere Strahlen abgehen, so dass mithin auch der Knorpel in acht Massen zerfällt, von denen je zwei zusammenhängen und zu einem Bogen gehören.“

Vor ihm hat bereits J. Müller²⁾ die allgemeinen Formverhältnisse der Wirbel geschildert und abgebildet. Er sagt Folgendes:

„In der Mitte des Körpers sind die Wirbelkörper beträchtlich viel länger, als hoch. In der vorderen und hinteren Abtheilung der Wirbelsäule sind sie kürzer, so dass die Höhe der Wirbelkörper dieselbe ist wie die Länge. Am Schwanz sind sie sogar höher, als lang, überall sind sie cylindrisch und in der Mitte schwach zusammengedrückt. Die Bogen und Zwischenbogenknorpel zeigen eine unregelmässige, sternförmige Verkalkung; die Schaltknorpel sind zuweilen mehrfach, das will sagen,

1) Verhandlungen der würzburger phys.-med. Gesellschaft.

2) Agassiz etc.

es sind oft zwei bis drei Schaltknorpel zwischen den Bogenknorpeln. Das beobachtet man zwischen der ersten Rückenflosse und den Bauchflossen. Es sind unpaare obere Stücke vorhanden.“

Diese Beobachtung J. Müller's, welche ich nicht wiederholen konnte, da mir keine ganze Wirbelsäule zu Gebote stand, wird unzweifelhaft, dafür bürgt der Name des Autors, richtig sein. Sie ist von hohem Interesse, weil wir gerade bei *Hemigaleus* sogar auf kurze Strecken Unterschiede in der Länge der Wirbelkörper nachweisen können.

Die Höhlung der Rumpfwirbel ist kartenherzförmig (Fig. 1) mit abgerundeter Spitze. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt nicht genau central, sondern unbedeutend der ventralen Fläche genähert. Die Tiefe ist beträchtlich, und es zeigt sich eine deutlich ausgeprägte, schmale Randfläche. Bei seitlicher Betrachtung (Fig. 2) zeigt sich, dass die Länge der Wirbelkörper bedeutender ist, als die Höhe, und dass die Körper eine stundenglasförmige Gestalt, eine deutliche Sanduhrform besitzen, welche namentlich dann klar hervortritt, wenn die Bogen dem Wirbelkörper aufsitzen. Die Wirbelränder sind schwach aufgeworfen, die zwischenliegende Fläche ist durchaus glatt und eingezogen. Die Neurapophysen (Fig. 1 u. 2 *n*) sind, soweit ich gesehen habe, vierseitige, das Dach des Rückenmarkscanals schliessende, an der Oberfläche verkalkte Platten, zwischen denen sich schmale, elliptische Schaltstücke einkeilen, welche ebenfalls bis an die Decke des Wirbelcanals reichen. Von Schlussstücken habe ich an den mir zu Gebote stehenden Wirbeln Nichts sehen können, ebenso wenig mir die Vermehrung der Schaltstücke wieder aufgestossen. Die Haemapophysen (Fig. 1, 2 *h*) sind am Rumpfe kurze, seitwärts gerichtete, dreieckige Knorpelchen.

Um den Aufbau der Wirbelkörper genau kennen zu lernen, habe ich aus verschiedenen Altersstufen Querschnitte gemacht und bin dabei zu nicht uninteressanten Beobachtungen gelangt, welche an den Wirbeln erwachsener Thiere sich nicht mehr anstellen lassen. Die Innenzone (Fig. 3 *i*), welche in der Mitte von einem seitlich abgeplatteten funiculus chordae durchzogen wird, ist ziemlich beträchtlich entwickelt, ein Zeichen, wofür auch die gesammte Form der Wirbelkörper spricht, dass der centrale Doppelkegel ausserordentlich flach ist, dass also nicht die starke Wucherung der Aussenzone die starke Einschnürung der Rückensaite bedingen kann, sondern dass dieselbe wie bei vielen Plagiostomi asterospondyli so auch hier nachträglich durch das centrale Vorwachsen der Innenzone bedingt ist. Sie besteht in diesen Entwicklungsstadien aus einem gewöhnlichen, gemischten Knorpel, welcher wiederum an der Oberfläche in dünner Lage eine Verkalkung zeigt. Der centrale Doppelkegel hat dieselbe Zusammensetzung (Fig. 3 *d*), wie bei den Hemigalei und verdickt sich gegen das Wirbelende hin nur mässig. Die an dem centralen Doppelkegel etwa die Hälfte des Wirbelkörpers zusammensetzende Aussenzone (Fig. 3 *a*), welche ebenfalls aus gemischtem Knorpel besteht, zeigt die dünne, ringförmige, an dem centralen Doppelkegel gelagerte Verkalkungszone, welcher wir so oft begegnen, und diese zeigt keine abgeplatteten, concentrisch gelagerten Zellen wie in dem centralen Doppelkegel, sondern die Zellen sind rundlich. Interessant ist sie mir aber dadurch geworden, weil sie zu dieser Zeit eine Trennung in eine stärkere Aussenschicht und eine dünnere Innenlage zeigt, beide durch eine Grenzzone getrennt, deren Verlauf (Fig. 3 *g*) ähnlich der bei den Acrodonten auf dem Querschnitt deutlich die Wachstumsverhältnisse der centralen Theile der Aussenzone zeigt. Dieselbe (Fig. 3 *g*) ist dorsal, ventral und seitlich ziemlich dicht an den centralen Doppelkegel gerückt, und dem entsprechend ist die Innenlage hier dünn, dagegen wird sie entsprechend den gegen die Mitte der Bogenbasen vorspringenden, langen, verkalkten Schrägstrahlen durch die Wucherung der Innenlage bis in die Nähe der Bogenbasen vorgebuchtet, womit natürlich ein Zurückbleiben des Wachsthumes der Aussenschicht an diesen Stellen Hand in Hand gehen muss. Die Vorbuchtung geschieht so weit, dass sie nahezu

die Reste der *elastica externa* (Fig. 3 *ee*) erreicht. Bleibt nun die Innenlage zwischen den Bogenbasen in ihrem Wachsthum zurück, so findet das Umgekehrte an der Aussenschicht statt. Diese wuchert namentlich in der Mittellinie dorsal und ventral vor und verkalkt zu gleicher Zeit von der Oberfläche in die Tiefe in Gestalt der periostalen Keile (Fig. 3 *p*), hindert an diesen Stellen das Wachsen der Innenlage und buchtet die Grenzzone ein. Gleichzeitig sieht man aber mitten in der Oberflächenschicht, an der Grenze der perichondralen Keile (Fig. 3 *g'*) eine zweite Grenzzone entstehen, welche unter dem Einflusse des besonderen Wachsthumes der periostalen Keile in dem gemischten Knorpel der Aussenschicht sich gebildet hat. Diese verschmilzt peripher, an den Rändern der Bogenbasen mit der Hauptgrenzschicht.

Die perichondralen Keile zeigen, ohne dass zu dieser Zeit sich Gefässe oder besondere prochondrale Lamellen in ihnen bilden, das schöne, regelmässige, verkalkte Alveolenwerk mit den eingeschlossenen, runden Einzelzellen, wie es den asterospondyli so vielfach zukommt. Das Gewebe der Bogenstücke ist hyaliner Knorpel. Die Bogenbasen sind, wie die Reste der *elastica externa* zeigen, vollkommen getrennt und von Oberflächenverkalkungen ist noch keine Spur vorhanden, ebenso erreichen die periostalen Keile den Doppelkegel noch lange nicht. Das ist erst bei weiter vorschreitender Entwicklung der Fall, und eine solche Stufe hat gewiss v. Kölliker vorgelegen. Immerhin findet in der Wirbelmitte (Fig. 4) keine vollständige Verschmelzung zwischen den perichondralen Keilen und den centralen Verkalkungen statt, sie sind durch eine dünne Knorpelschicht von einander geschieden. Die Oberflächenverkalkungen der Bogen treten zuerst an den Basen auf.

Die Innenzone (Fig. 4 *i*) entwickelt sich in ihrem unverkalkten Abschnitt allmählig zu hyalinem Knorpel. Der centrale Doppelkegel (Fig. 4 *d*) und die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenschicht zeigen gegenüber den früheren Entwicklungsstufen keine Unterschiede, wohl aber erscheint, ganz abgesehen von dem tieferen Hineinragen der periostalen Keile, ein anderes Bild der Hauptmasse der Aussenschicht. Durch das Vorwachsen der Keile, ist die zweite Grenzschicht vollkommen verschwunden, ebenso die *elastica externa*, und nur die ursprüngliche Grenzlage bleibt unmittelbar an den Strahlen, deren Enden sie kappenartig bedeckt, unter den Bogenbasen bestehen (Fig. 4 *g*). Hier imponirt sie als eine *elastica externa*, ist aber nicht mit derselben zu verwechseln, denn diese ist elastische Substanz, während die Grenzlage aus einem gemischten Knorpel besteht, in welchem die prochondralen Elemente und Zellen eine concentrische Anordnung zeigen, während sonst die Anordnung in der Aussenschicht eine mehr strahlige ist. In den unverkalkten Theilen der Aussenschicht tritt dabei gegenüber den früheren Stadien der gemischte Knorpel zurück und der hyaline beginnt die Herrschaft. Die prochondrale Substanz bildet verhältnissmässig sparsame Züge, welche wiederum auf dem Querschnitt als Fasern und Streifen erscheinen. Die centralen Schrägstrahlen erreichen die Bogenbasen und die Oberfläche des Zwischenraumes zwischen den periostalen Keilen. Dem entsprechend springen sie bei Flächenbetrachtung an der Oberfläche des Wirbelkörpers als Leisten vor. Die Wände des Knorpelkreuzes erscheinen der Gestalt der periostalen Keile entsprechend etwas gebogen. Das zeigt sich noch deutlicher an dem Querschnitt eines erwachsenen Wirbels (Fig. 5). Die dorsalen Arme sind einwärts, die ventralen wenigstens an den Rumpfwirbeln auswärts gebogen. Demnach erscheint an diesem Körperabschnitte, während das Umgekehrte am Schwanzende der Fall ist (Fig. 4), der dorsale periostale Keil schmaler, der ventrale breiter. Letzterer ist an seiner Oberfläche vorgebuchtet, ersterer grubenförmig eingezogen. Die seitlichen Keile sind an der Oberfläche S-förmig gebogen. Auffallend erscheint es, dass die Innenzone in der Mitte der Wirbel verhältnissmässig rückgebildet ist. Es beruht das darauf, dass dieselbe von der Oberfläche aus stark verkalkt und damit den centralen Doppelkegel (Fig. 5 *d*)

ausserordentlich verstärkt. Vor Allem aber ist der erwachsene Wirbel dadurch ausgezeichnet, dass die ventralen Schrägstrahlen, welche, wie bei Hemigaleus, nur wenig in das Knorpelkreuz hineinragen, bedeutend zurückgewichen sind. Sie müssen bis zum erwachsenen Alter allmählig einer Auflösung unterworfen sein, und das ist ein für die Bestimmung fossiler Wirbel ausserordentlich verwirrender Umstand. Dabei können die periostalen Keile (Fig. 5 p) zum Theil vollkommen mit dem centralen Doppelkegel verschmelzen.

Die Form der Placoidschuppen, welche ich untersuchte (Fig. 6, 7), ist eine einfach myrtenblattförmige, jedoch mit leisen Anklängen (Fig. 6) an die Kleeblattform. Die Schuppenplatte ist auf die vierseitige Basalplatte niedrig aufgesetzt. Sie ist dabei steil aufgerichtet, mit einem starken Mittelkiel und schwachen Nebenkien.

Der Thatsache, dass im Aufbau der Wirbelkörper sehr Vieles an die ältesten Hemigalei erinnert, entspricht der paläontologische Befund.

Fossil finde ich Galeus zuerst in der oberen Kreide von Maestricht, und gehören die Wirbel zum Theil dem leidener, zum Theil dem berliner Museum an. Das Geschlecht Corax ist wohl mit dieser Gattung zusammen zu bringen. Dafür spricht auch der Umstand, dass ich bei den Wirbeln des berliner Museum, wenn auch noch andere Elasmobranchierwirbel beigemischt waren, Zähne von Corax fand, welche nirgend anderswo unterzubringen waren. Uebrigens ist ja der Zusammenhang zwischen Corax und Galeus den Paläontologen nichts Neues. Es sind zum grossen Theile Rumpfwirbel, deren Kürze nicht überraschen kann, weil wir es einmal mit einer besonderen Gattung zu thun haben, und dann, weil wir seit J. Müller wissen, dass die Länge der Wirbelkörper an den verschiedenen Körperabschnitten wechselnd ist.

Die Höhlung der Maestrichter Wirbel (Fig. 8) ist dieselbe, wie bei Galeus canis, allein die Randfläche ist nicht klar ausgeprägt. Seitlich betrachtet (Fig. 9) übertrifft die Höhe die Länge nur wenig. Im Uebrigen ist das äussere Aussehen übereinstimmend mit dem von Galeus, stundenglasförmig. Bei der Betrachtung von der dorsalen (Fig. 11) und ventralen Fläche (Fig. 10) erscheinen in den Höhlen des Knorpelkreuzes Leisten, welche ventral bis an die Oberfläche, dorsal bis nahe an dieselbe reichen. Jedenfalls treten sie deutlicher hervor, wie bei den Hemigaleiden. Das mittlere Feld ist oben und unten gleich breit. Auf dem Querschnitt (Fig. 12) sieht man die Wände des Knorpelkreuzes wie bei Galeus gebogen, allein die Oberfläche der periostalen Keile ist gleichmässig kreisförmig (Fig. 12). Die seitlichen Keile sind in der Mitte nicht mit dem centralen Doppelkegel verwachsen, dagegen sind die wie bei jugendlichen Galei ausgedehnten Schrägstrahlen an ihrem Ende stark kolbenförmig verdickt, dorsal kürzer, ventral länger. In den Keilen zeigt sich deutliche, gleichmässige Schichtung.

Sonst kenne ich Galeus fossil nur in zahlreichen Wirbeln aus dem Crag von Antwerpen, welche dem brüsseler Museum entstammen. Ich will es dahin gestellt sein lassen, ob dieselben verschiedenen Gattungen angehören, oder ob es aus verschiedenen Körperabschnitten einer einzigen Gattung stammende Wirbel sind. Ausgedehntere Untersuchungen werden darüber Klarheit bringen, so viel ist aber sicher, dass diese Formen den lebenden Galei sehr nahe standen, wenn es auch ganz gewaltige Thiere waren.

Ein Theil der Wirbel zeigt eine kreisrunde Höhlung (Fig. 13), ein anderer eine querovale, polyedrische (Fig. 16) Umgrenzung, mit zahlreichen Schichtungsstreifen und zwar stärkeren in der Mitte, schwächeren an der Peripherie. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt etwas excentrisch. Die Randfläche ist kaum angedeutet (Fig. 13). Bei seitlicher Betrachtung stellen sich die

kleinen Wirbel mit runder Höhlung als fast so lang, wie hoch dar. Die grossen sind dagegen sehr lang, alle zeichnen sich aber dadurch aus, dass sie ausgeprägte Stundenglasform und gleichmässige, zwischen den Bogenansatzfeldern eingezogene Flächen (Fig. 14) besitzen. Die Ansatzflächen, die Enden der Gruben des Knorpelkreuzes sind halbmondförmig gestaltet (Fig. 15, 17). Die Wirbelränder sind mässig aufgeworfen. Aus den halbkegelförmigen Höhlen des Knorpelkreuzes ragen kleine Leisten, als Ausdruck centraler Strahlen, vor. Der mittlere Querschnitt lehrt, dass die periostalen Keile, welche deutlich geschichtet und radiär gestreift sind (Fig. 18), entweder gar nicht, oder zum Theil oder auch ganz mit dem centralen Doppelkegel verwachsen können, dass die vier Schrägstrahlen wie bei dem erwachsenen *Galeus canis* kaum hervorragen, dass die Wände des Knorpelkreuzes auch wie bei diesem Thiere gebogen sind, sowie, dass die Oberfläche der seitlichen periostalen Keile (Fig. 18) nicht wie bei den maestrichter Wirbeln gleichmässig, sondern wie bei dem gewöhnlichen Hundshai gebogen erscheint. Die gewebliche Zusammensetzung der verkalkten Theile unterscheidet sich nicht von der bei *Galeus*.

Achtes Capitel.

Taf. XXXIX.

C a r c h a r i a s.

Die nahe Verwandtschaft der Carchariden mit Galeus ist sowohl dem Paläontologen, wie dem Zoologen vollkommen geläufig und hat sogar dazu geführt, dass Günther dieselben mit Galeus und Hemigaleus zu seinen Carcharina vereinigte, denen er dann als selbständige Gruppe die Zygaenina und Mustelina zugesellte. So sehr ich nun auch in voller Uebereinstimmung mit allen neueren Forschern die selbständige Stellung von Mustelus betonen möchte, so wenig vermag ich im Bau der Wirbelsäule und in den übrigen Verhältnissen genügende Gründe zu finden, Zygaena von Hemigaleus, Galeus und Carcharias zu trennen. Sie ordnen sich ohne Schwierigkeiten letzteren ein und zwar meiner Ansicht nach als jüngste Form, worauf ja auch die sonderbare Form des Kopfes hinweist. Galeus und Carcharias schliessen sich so eng an einander, dass, wenn man lediglich den Bau der Wirbelsäule ins Auge fasst, so feine Unterschiede, so leise Uebergänge zu Tage treten, dass man keine Veranlassung haben würde, sie in Systeme zu trennen. Morphologisch und im Lichte der Descendenzlehre betrachtet, kann man ihnen keine andere Stellung einräumen als die, welche ich ihnen im Stammbaume gegeben habe.

Leider ward mir keine Gelegenheit Aprion und Physodon zu untersuchen und so vermag ich mich nur über die Scoliodon, Hypopriion und Prionodon zu äussern, und da zeigt der gewebliche Aufbau der Wirbelsäule, dass die ersteren beiden älter sind, als letztere, und dass man gut thut, an der alten Unterscheidung von Müller und Henle auch hier festzuhalten. Das thut ja auch Günther, welcher auf Grund des Baues der Zähne dieselbe Reihenfolge wie ich aufstellt.

Scoliodon.

Mein Freund Dr. Hubrecht in Leiden hat mich in den Stand gesetzt, sowohl Scoliodon Lalandi, als acutus untersuchen zu können und habe ich Folgendes gefunden:

Von Lalandi standen mir nur einige Rumpfwirbel, von acutus dagegen Schwanzwirbel zu Gebote. Die Wirbelhöhlung der ersteren ist kreisrund, (Fig. 1) tief, in der Mitte von der Chorda durchbohrt, und sie besitzt eine schmale, aber deutliche Randfläche. Annäherungsweise dieselbe Form besitzen die Schwanzwirbelhöhlungen von acutus, nur dass sich hier eine ventrale Verbreiterung findet. Die Gestalt wird dadurch eine mehr kartenherzförmige. Bei seitlicher Betrachtung (Fig. 2) erscheinen die Rumpfwirbelkörper bei Lalandi lang, stundenglasförmig, die Körper der Schwanzwirbel bei acutus

dagegen mehr rechteckig, allein immerhin mit überwiegender Länge. Die Wirbelränder sind mässig aufgeworfen, die Seitenfläche ist glatt und schwach eingezogen. Das Zwischenwirbelgewebe ist sehr schmal. Die oberen Bogenstücke zeigen bei beiden Geschlechtern dieselben Formen. Die Neurapophysen (Fig. 2 *n*) sind bis an die Decke des Rückgratkanales reichende, vierseitige, schwach an der Oberfläche verkalkte Platten, welche mit verbreiteter Basis der Seitenfläche der Wirbelkörper ansitzen. Die intercalaria (Fig. 2 *in*) sind in ihrer Form entsprechende, zwischen ihnen eingekeilte Stücke. Von Schlussstücken ist Nichts nachzuweisen, wohl aber findet sich wie bei allen Elasmobranchiern, denen Schlussstücke fehlen, ein oberes elastisches Längsband, auf welches namentlich auch Götte die Aufmerksamkeit gelenkt hat. Die Haemapophysen des Schwanzes (Fig. 2 *h*) sind nach hinten gerichtete, an den Enden dicht zusammenschliessende, zarte Knorpel von ähnlicher Form, wie bei Hypoprion, am Rumpfe dagegen seit- und abwärts gerichtete, nach hinten gebogene, dreieckige Knorpelchen, wie bei allen jüngeren Elasmobranchiern, ohne Schaltstücke.

Der Längsschnitt durch die Wirbelsäule stimmt in den allgemeinen Merkmalen durchaus mit denen aller Carchariden überein und ist deswegen interessant, weil er zeigt (Fig. 3), dass die vertebrale Einschnürung weniger durch die Wucherung der Innenzone (Fig. 3 *i*), als durch die der Aussenzone bedingt ist. Dadurch erscheinen die Wände des centralen Doppelkegels (Fig. 3 *d*) steil ansteigend. Der Doppelkegel ist nicht flach, sondern scharf gekantet und das Zwischenwirbelgewebe (Fig. 3 *w*) hat nur eine geringe Dicke. Das Querschnittsbild durch die Mitte eines Rumpfwirbels von *Scoliodon Lalandi* ist ausserordentlich belehrend. Bei beiden *Scoliodonten* ist der gemischte Knorpel in ausgedehnter Weise vertreten, und das zeugt für das Alter der Thiere. Die prochondrale Grundsubstanz überwiegt die hyaline namentlich in der Aussenzone. Die mässig entwickelte Innenzone (Fig. 4 *i*) hat die Rückenseite von der Seite her zu einem *funiculus chordae* zusammengedrückt und besteht aus gemischtem Knorpel. Der centrale Doppelkegel (Fig. 3, 4 *d*) ist in der Mitte ziemlich dünn, verdickt sich aber allmählig gegen die Enden hin, zeigt lamellöse Schichtung und eine Zusammensetzung, wie bei den Hemigalei und bei Galeus.

Die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone (Fig. 2, 4 *a*) ist dünn, besteht aus gemischtem Knorpel, und von ihr gehen in das Knorpelkreuz der Aussenzone vier Schrägstrahlen aus, von welchen die beiden dorsalen kurz und spitz enden, während die beiden ventralen an ihren Enden abgerundet sich weiter erstrecken, allein die Oberfläche des Wirbelkörpers nicht ganz erreichen. An die ringförmige Verkalkung treten die das Knorpelkreuz begrenzenden, perichondralen Keile (Fig. 4 *p*). Dieselben sind ebenso gleichmässig wie bei Galeus zusammengesetzt und an einem erwachsenen Thiere unzweifelhaft auch in der Mitte mit den centralen Verkalkungen verschmolzen. Die Wände, mit denen sie das Knorpelkreuz begrenzen, sind wie bei den Galei, beziehungsweise wie bei Hemigaleus gekrümmt und auch die Oberfläche der seitlichen, periostalen Keile, wie bei diesen, S-förmig gebogen (Fig. 4). Der unverkalkte Theil des Knorpelkreuzes ist ein prachtvoller, gemischter Knorpel, in welchem die prochondrale Grundsubstanz ein zierliches Maschenwerk (Fig. 4) mit radiärer Streckung der Maschen bildet, um unter der *elastica externa* in eine concentrische Grenzzone überzugehen (Fig. 4 *g*), welche anzeigt, dass bei *Scoliodon* ein Zerfall der Aussenzone in eine Aussen- und Innenschicht vorhanden war, wobei allerdings erstere die letztere bedeutend an Dicke übertraf. Auch die Bogenstücke bestehen aus einem schönen, gemischtem Knorpel mit ringförmiger Anordnung der prochondralen Grundsubstanzen. Nur an den Enden treten Lamellensysteme auf, welche an das Verhalten bei *Cestracion*, *Pristiophorus* etc. erinnern.

Der ganze gewebliche Aufbau zeigt, dass *Scoliodon* nicht von lebenden Galei, sondern von

ausgestorbenen, zu diesen gehörenden Geschlechtern herkommt, sich frühzeitig von Coraxarten abzweigte. Es wäre wohl wichtig in der Entwicklungsgeschichte der Thiere weiter nachzuforschen, ob nicht die Bestandtheile der periostalen Keile ungleichzeitig entstehen und somit einen Anschluss an die Seyllien darbieten. Die Ränder der periostalen Keile (Fig. 4 *p*) bieten nämlich einen Anblick, als seien sie ursprünglich als getrennte Strahlen entstanden, und als sei das Gewebe zwischen ihnen erst nachträglich verkalkt. Ist das der Fall, so ist damit wieder ein Beweis der Abstammung der Carchariden, damit auch der Galei und Hemigalei von *Seyllium marmoratum* ähnlichen Thieren gegeben.

Scoliodon nahestehende Thiere, welche vielleicht auch *Aprion* angehören, was eine Untersuchung des lebenden Geschlechtes entscheiden wird, kenne ich ziemlich viele. Habe ich nur den Querschnitt des einen abgebildet, so geschieht das um deswillen, weil die anderen nur wenig Abweichungen von der *Scoliodon*form darbieten. Der Wirbel, welcher der älteste wäre, wenn dessen Fundort (Zone der *avicula contorta*, Ilminster, England) richtig angegeben wäre, was nun aber nicht der Fall zu sein scheint, da er meiner Ansicht nach aus der Molasse stammt und vielleicht zufällig verwechselt ist, wurde mir aus dem münchener Museum geschickt. Derselbe zeigt bezüglich der Wirbelhöhlung, des Querschnittes und der allgemeinen Form genau die Verhältnisse des Würenloser Wirbels. Bei diesem ist die Höhlung, welche allein aus dem Gestein vorragt, kreisförmig umgrenzt, mit zahlreichen Schichtungsstreifen, centraler Durchbohrung der Chorda und Fehlen der Randfläche. Der mittlere Querschliff zeigt die allgemeine Form (Fig. 5) der *Scoliodon*wirbel, sowie längere dorsale, bis in die Mitte des Knorpelkreuzes ragende ventrale Strahlen, zudem buchtige Begrenzung des Kreuzes. Da aber die Wirbelseitenfläche gleichmässig eben ist, so sind die periostalen, seitlichen Keile an der Oberfläche gleichmässig gerundet und nicht S-förmig gebogen. Ganz gleiche Wirbel sogar bezüglich der Grösse kenne ich aus dem Claiborne (Alabama) und gehören dieselben der berliner Sammlung an.

Der Baltringer Molasse und der Sammlung Probst entstammen dagegen zwei Wirbelformen, von welchen die eine vollkommen mit den bisher beschriebenen *Scoliodonten* übereinstimmt, und das ist um so interessanter, weil Probst Zähne eines einzigen *Scoliodon* als *Scoliodon Kraussi* von gleichem Fundorte beschreibt. Auch die Länge des Wirbelkörpers stimmt mit der des *Scoliodon Lalandi* überein. Die andere Form ist mir dagegen zweifelhaft und kann über denselben nicht früher ein endgültiges Urtheil gefällt werden, als bis *Physodon* und vor allen Dingen *Aprion* untersucht worden ist. Einige Merkmale sprechen auch für *Hypoprion*, so die etwas ovale Gestalt der Höhlung, die grosse Länge der centralen Schrägstrahlen. Die ganze Sache ist aber so unsicher, dass ich auch die Abbildung unterlassen habe.

Hypoprion.

Auch die Untersuchung von *Hypoprion Macloti*, von welchem mir Schwanzwirbel zu Gebote standen, verdanke ich meinem Freunde Hubrecht. Die Höhlung, mit schmaler, aber ausgeprägter Randfläche und centraler Durchbohrung von Seiten der Chorda, ist nicht vollkommen kreisrund, sondern mehr oval, mit senkrecht gerichteter, längerer Axe (Fig. 6). Bei seitlicher Betrachtung erscheinen die Wirbelkörper quadratisch, mit schwachen Randwülsten, schmalen Zwischenwirbelgewebe, leicht vertiefter, glatter Seitenfläche und mit getrennten Bogenbasen.

Die *Neurapophysen* (Fig. 7 *n*) sind im Wesentlichen so gestaltet, wie bei *Scoliodon*, allein nicht so regelmässig und hoch. Sie sind kolbenförmig, erreichen das Dach des Rückenmarkskanals, sind aber durch weite Zwischenräume getrennt, und diese werden auch nicht durch die elliptischen Schalt-

knorpel (Fig. 7 *m*) vollständig ausgefüllt. Das elastische Längsband ist vorhanden. Die nach hinten abgebogenen Haemapophysen (Fig. 7 *h*) schliessen nicht allein an ihren Enden, sondern auch unter der kolbigen Basis, mit welcher sie den Körpern aufsitzen, zusammen. Dadurch entsteht ein doppeltes, oben dreieckiges, unten vierseitiges, durch Bindegewebe geschlossenes Lückensystem, welches zum Durchtritte von Gefässen dient. Bei *Hypoprion* habe ich ebensowenig wie bei *Scoliodon* *Diplospondylie* nachweisen können.

Die wie bei *Scoliodon* entwickelte Innenzone (Fig. 8 *i*) besteht, soweit ich gesehen habe, ebenso wie die Bogenstücke, aus hyalinem Knorpel, dagegen ist der centrale Doppelkegel, ebenso wie die ringförmige Verkalkung der Aussenzone (Fig. 8 *d, a*) so gebaut, wie bei der vorigen Form. Die Aussenzone zeigt im Uebrigen eine ähnliche Theilung wie bei *Scoliodon*, so dass die Grenzzone (Fig. 8 *g*) dieselbe Lage hat, jedoch ist ein weiterer Fortschritt darin gegeben, dass der unverkalkte Theil des Knorpelkreuzes sich aus hyalinem Knorpel zusammensetzt, in welchen die Strahlen sowohl dorsal wie ventral an den Enden kolbig verdickt bis an die Oberfläche ragen. Die periostalen Keile erreichen ähnlich wie bei *Galeus*, und auch das scheint mir interessant, den centralen Doppelkegel nicht. Möglich, dass dies im älteren Zustande der Fall ist. Sie begrenzen das Knorpelkreuz geradwandig (Fig. 8), und wenn dieselben auch sonst in ihrer Zusammensetzung mit denen von *Scoliodon* übereinstimmen, so zeigt sich doch ein radiäres Hineindringen von Gefässen und Bindegewebsfasern, so dass wir es mit einem wirklichen, verkalkten Faserknorpel zu thun haben. Die Oberfläche der seitlichen, periostalen Keile ist nicht Sförmig, sondern gleichmässig umgrenzt (Fig. 8).

Prionodon.

Diese Form ist ja zur Jetztzeit am zahlreichsten vertreten, und habe ich verschiedene Altersstadien von *Prionodon melanopterus* untersucht. *Prionodonten* sind es auch wohl immer, welche die Forscher bezüglich des Wirbelbaues untersucht haben.

J. Müller¹⁾ beschreibt den vorderen Theil der Wirbelsäule eines *Prionodon* folgendermaassen:

„Die Wirbelkörper sind beinahe cylindrisch, nur wenig seitlich zusammengedrückt und höher als lang. Die Bogen und Zwischenbogenknorpel sind verlängert, mit gewölbten Rändern und verkalkt. Die queren Fortsätze (Haemapophysen) besitzen eine verkalkte Oberfläche. Die Rippenknorpel sind zwischen ihnen eingelenkt. Es existiren kleine, aber unpaare Knorpelchen (Schlussstücke).

v. Kölliker²⁾ hat *Carcharias glaucus* untersucht und hebt hervor, „dass dieselben wie bei *Zygaena* gebaut sind und in der Mitte einen ganz kleinen, von der Chorda erfüllten Kanal enthalten, während die Rückensaite zwischen den Wirbeln ganz geschwunden ist und einer hellen Flüssigkeit Platz gemacht hat. Um den Chordarest folgt dann etwas Knorpel und dann der knöcherne Doppelkegel, der hier mehr Knorpelknochen ist, und an seiner Aussenseite vier kurze Kanten trägt, welche auf dem mittleren Querschnitte als vier kurze in die Knorpelzapfen hineinragende Keile erscheinen.“

Götte³⁾ hat dann einige wenige Beobachtungen über die Entwicklung der Wirbel von *Carcharias lamia* angestellt, allein es handelt sich dabei nicht um die ersten Stadien, sondern um ziemlich späte, in welchen die Verkalkung schon weit vorgeschritten ist.

An den verschiedenen Abschnitten des Körpers ist die Gestalt der Wirbelhöhlung verschieden.

1) Agassiz etc.

2) Würzburger Verhandlungen.

3) Archiv für mikroskopische Anatomie Bd. XV.

An den hinteren Schwanzwirbeln hat sie die Gestalt eines stehenden Ovals, ist also, wie J. Müller beschreibt, seitlich abgeplattet. An den vorderen Abschnitten ist sie mehr kreisrund und am Rumpfe kartenherzförmig mit abgerundeter, dorsaler Spitze und ventraler Verbreiterung (Fig. 9). Die Tiefe ist überall eine mässige. Die Durchbohrung von Seiten der Chorda liegt central und ist bei erwachsenen Thieren vollkommen verkalkt. An den Rumpfwirbeln sieht man (Fig. 9) die centralen Strahlen des Knorpelkreuzes in der Umgebung des funiculus chordae, welcher knopfartig vorragt, undentlich durchschimmern.

Seitlich betrachtet zeichnen sich die Wirbelkörper durch grosse Höhe und beträchtliche Kürze aus. Das Verhältniss ist überall wie 2:1. Das Zwischenwirbelgewebe ist ziemlich breit, die Ränder sind am Schwanze wenig, am Rumpfe (Fig. 10) dagegen stark aufgeworfen. Die zwischen ihnen liegende Wirbelfläche ist am Rumpfe stark eingezogen, am Schwanze dagegen vollkommen eben, ja sogar an einzelnen Stellen leicht vorgewölbt. Charakteristisch sind an den Rumpfwirbeln die zwischen den Rändern über die Seitenfläche verlaufenden, queren, unregelmässigen Leisten und Vertiefungen, welche namentlich bei trockenen Wirbeln deutlich werden und darauf hinweisen, dass der Bau der perichondralen oder periostalen Keile kein gleichmässiger, sondern, wie das auch der Querschnitt (Fig. 11 u. 12) lehrt, ein zusammengesetzter ist. Es müssen sich in ihnen Weichtheile geltend machen, welche beim Eintrocknen stärker schrumpfen. Ueber den oberen Bogenstücken habe ich keine Schlussplatten zu entdecken vermocht, dagegen findet sich wohl ein elastisches Längsband. Die Neurapophysen (Fig. 10 *n*) und die Schaltknorpel (Fig. 10 *m*) reichen bis an die Decke des Rückgratkanales, wie bei den übrigen Carchariden, sind aber bei erwachsenen Thieren theilweise mit einander verschmolzen und in der Mitte (Fig. 10) unregelmässig verkalkt. Die Verkalkung beschränkt sich aber nicht auf die Oberfläche, sondern geht durch die ganze Dicke der Bogenstücke. Die Haemapophysen (Fig. 10 *h*) sind am Rumpfe seitwärts gerichtete, dreieckige Knorpel, welche am Schwanze eine Gestalt wie bei den übrigen Carchariden besitzen und niemals Schaltstücke aufweisen.

Der Längsschnitt, welchen Götte¹⁾ durch einige Wirbel von *Carcharias lamia* gemacht hat, zeigt deutlich, dass ein wesentlicher Unterschied gegenüber *Scoliodon* nicht vorhanden ist, und dass die Aussenzone den wesentlichsten Bestandtheil des Wirbelkörpers bildet. Die mässig entwickelte Innenzone (Fig. 11, 12 *i*), sowie der funiculus chordae sind vollkommen verkalkt. Der centrale Doppelkegel (Fig. 11, 12 *d*) ist in der Mitte stärker entwickelt, wie bei *Scoliodon* und *Hypoprion* und verdickt sich gegen die Enden hin nicht unbeträchtlich. Im Uebrigen ist aber der Bau derselbe, wie bei den anderen Carchariden. Ebenso wäre von der ringförmigen Verkalkungsschicht der Aussenzone an dem centralen Doppelkegel nichts Besonderes zu melden. Die von dieser ausgehenden Strahlen ragen an dem Schwanze als breite und an den Enden stark kolbig verdickte (Fig. 12) Fortsätze bis an die Oberfläche des Wirbelkörpers in das Knorpelkreuz hinein. Die Arme des Kreuzes (Fig. 11, 12) erscheinen sowohl am Rumpfe, wie am Schwanze, der Form der periostalen Keile entsprechend, leicht einwärts gebogen. Diese (Fig. 11 *p*) zeigen an der Oberfläche weitläufigere, im Inneren dichtere Schichtung und sind im grossen Ganzen wie bei den übrigen Carchariden, *Galei* und *Hemigalei* zusammengesetzt, allein überall durch zahlreiche feinere und gröbere, radiäre Streifen ausgezeichnet. Dieselben rühren, soweit ich gesehen habe, von eindringenden Gefässen, dann aber auch von einzelnen Faserzügen und vor allem von der Entwicklung starker, prochondraler Verkalkungslamellen her. Während die periostalen Keile am Schwanze in der Wirbelmitte die centralen Verkalkungen nicht erreichen, ist dies

1) l. c.

dagegen (Fig. 11) am Rumpfe der Fall, allein hier zeigt sich das eigenthümliche Verhältniss, dass wie bei den erwachsenen Galei die Schrägstrahlen des Knorpelkreuzes ausserordentlich rückgebildet sind und nur wenig vorragen, dorsal aber immer mehr, wie ventral. Es ist nicht unmöglich, dass dieselben bei zunehmendem Alter vollkommen verschwinden, ein Verhalten, welches die Bestimmung fossiler Wirbel ganz ausserordentlich erschwert.

Die Placoidschuppen, welche sich auf viereckiger Basis erheben, zeigen je nach den Körperregionen bald mehr, bald minder nur leichte Anklänge an die dreispitzige Form (Fig. 13). Es treten starke Pigmentanhäufungen in ihrem Inneren auf. Sie besitzen ausser einem mittleren Längskiele zwei geschwungene Nebenkiele.

Fossile Prionodontenwirbel kenne ich aus dem Eocæn (Système bruxellien) von Etterbeck und Voluwe Set. Lambert, und gehören dieselben dem brüsseler Museum an. Ferner kenne ich sie, der Sammlung Probst entstammend, aus der Molasse von Baltringen und aus dem Crag von Antwerpen. Bezüglich aller dieser Wirbel, glaube ich, kann kein Zweifel obwalten.

Die Wirbel von Etterbeck und die ihnen gleichenden der Molasse von Baltringen zeigen die Formverhältnisse der Schwanzwirbel von Prionodon (Fig. 14, 15, 16), die mehr ovale Höhlung (Fig. 14), die Schmalheit der Wirbelkörper (Fig. 15), die glatte Seitenfläche, die bis nahe an die Oberfläche reichenden, centralen Strahlen (Fig. 16). Der Querschnitt liefert ein Bild, wie das der Wirbel von Voluwe Set. Lambert (Fig. 20). Diese zeigen nur darin eine Abweichung, dass der Wirbelkörper (Fig. 18) nicht so schmal ist, allein im Uebrigen erscheint die Form der Höhlung, der Räume des Knorpelkreuzes (Fig. 17, 19) ebenso wie bei den anderen. Auf dem Querschnitt (Fig. 20) zeigt sich, dass die periostalen Keile nicht mit den verkalkten, centralen Massen verschmolzen sind, dass der funiculus chordae und die Innenzone vollkommen verkalken, und dass die Strahlen an ihrem Ende kolbig verdickt bis an die Oberfläche reichen. Die Zusammensetzung der Keile ist dieselbe wie bei Prionodon melanopterus.

Zygaena.

Zygaena malleus ist in den allgemeinen Formverhältnissen von J. Müller¹⁾, in mikroskopischer Beziehung dagegen ausführlich von v. Kölliker²⁾ behandelt worden.

Die Schilderung des Ersteren lautet folgendermaassen:

„Die Wirbelkörper am hinteren Abschnitte des Rumpfes sind ein wenig kürzer, als hoch und cylindrisch. Die Gelenkhöhlen sind kaum höher als breit, die Bogen und Zwischenbogenknorpel sind höher, als breit, unregelmässig vierseitig und am Rande gezähnt. Es existiren zuweilen intercalaria accessoria, so dass selbst zwei oder drei Schaltknorpel zwischen den Bogenknorpeln vorhanden sind. Die queren Fortsätze (Haemapophysen) sind ausserordentlich zart und klein. Es existiren unpaare Schlussstücke, welche verkalkt sind, von quadratischer oder rhomboidaler Form. Hie und da sind sie auf eine gewisse Strecke schief.“

v. Kölliker beschreibt den Bau in folgender Weise:

„Es bestehen die aus der Chordasehede hervorgegangenen Doppelkegel nicht aus dem gewöhnlichen Knorpelknochen der Plagiostomen, sondern mehr aus Faserknochen und zeigen in der faserigen Grundsubstanz langgezogene Zellen. Die Fasern messen 0,005—0,01“, verlaufen concentrisch

1) Agassiz etc.

2) Würzburger Verhandlungen.

parallel der Oberfläche der Wirbelkörper, hängen vielfach unter einander zusammen und enthalten in schmalen, spaltenförmigen Lücken die Zellen, an denen kaum verkalkte Kapseln gesehen werden. Dass diese Knochensubstanz wirklich Fasern enthält, geht am Besten aus senkrechten Längsschnitten hervor, in denen die Querschnitte der Fasern eine Mosaik rundlicheckiger Stücke bilden, zwischen denen die Zellen wie ein Netz von Kanälen mit stellenweisen Erweiterungen sich zeigen.“

„In gewisser Beziehung übereinstimmend, aber doch wieder anders ist die Zusammensetzung der vier keilförmigen Stücke. Dieselben bestehen aus einem schönen, verknöcherten Zellengewebe, von dem nicht leicht zu sagen ist, ob dasselbe nur aus dickwandigen Zellen (Knorpelkapseln) oder aus Zellen und Fasern besteht. Aus dem Umstande jedoch, dass in den Maschen dieses Gewebes von 0,01—0,015“ Grösse helle Zellen mit kleiner Höhle und Zellkern enthalten sind, die ganz wie dickwandige Knorpelzellen aus Netzknorpel aussehen, scheint entnommen werden zu dürfen, dass die verknöcherten Theile eine Zwischensubstanz sind, so dass das Ganze mithin ebenfalls als eine Art Faserknochen angesprochen werden darf. Der Verlauf der Fasern ist im Allgemeinen ebenfalls concentrisch um den inneren Doppelkegel herum, doch ist derselbe lange nicht so deutlich wie in dem inneren Doppelkegel, und erscheint die sichtbare, concentrische Streifung mehr als der Ausdruck einer schichtweisen Bildung dieser Knochenmassen.“

„Eine merkwürdige Bildung sind Fasern, die von dem Perioste des Wirbelkörpers, der Bindegewebe mit feineren, elastischen Elementen ist, allerwärts in den beschriebenen Faserknochen radiär von aussen nach innen dringen und denselben durchsetzen. Diese Fasern messen 0,002—0,005—0,01“, an der Oberfläche selbst bis 0,02“, sehen faserig aus und auf dem Querschnitt rundlich und sind verkalkt. Aussen hängen sie mit weichen Bindegewebsbündeln ähnlichen Strängen im Perioste zusammen, die meist wie leicht kolbig angeschwollen enden, und nach innen dringen sie bis in die innerste Schicht der keilförmigen Stücke. Von zelligen Elementen sah ich auch nach dem Ausziehen der Kalksalze in diesen besonderen Radialfasern Nichts, dagegen erscheinen sie auf dem Querschnitte oft wie hohl, doch blieb ich schliesslich bei der Ueberzeugung stehen, dass der Anschein einer Höhlung nur durch die grössere Helligkeit der Mitte derselben erzeugt wird.“

Ich finde die Wirbelhöhlung von *Zygaena* am hinteren Theile des Schwanzes (Fig. 21) kreisförmig umgrenzt, dagegen bildet sie an der Basis und am Rumpfe ein stehendes Oval. Die Randfläche ist schmal, aber deutlich ausgeprägt, die Vertiefung ist mässig, dagegen findet sich wiederum an der centralen Durchbohrung eine Verkalkung sowohl des funiculus, als der Innenzone, und zugleich schimmert in der Umgebung das Strahlenbild des Inneren durch (Fig. 21).

Die Wirbelkörper sind seitlich betrachtet (Fig. 22, 23) durch schmales Zwischenwirbelgewebe verbunden, zeigen namentlich in der Mitte stark aufgeworfene Ränder, eine glatte, leicht eingezogene Seitenfläche und rechtwinklige Gestalt. Das Verhältniss der Länge zur Höhe ist überall wie 4 : 5.

Die Neurapophysen des Schwanzes sind kolbig gestaltete Platten (Fig. 22 *n*) und zeigen an ihren Enden Zweitheilungen. Sie erstrecken sich ebenso wenig wie die zwischen ihnen gelegenen, entsprechend geförmten Schaltknorpel (Fig. 22 *m*) bis an die Decke des Rückenmarkskanals, ob aber hier Schlussstücke vorhanden sind und von welcher Form, vermochte ich nicht zu entscheiden. Die Schlussstücke (Fig. 23 *s*) treten erst deutlich am Rumpfe auf und stellen hier keilförmige, regelmässige Knorpelchen dar, während die Neurapophysen (Fig. 23 *n*) entweder regelmässige, kolbige Platten, oder wie am Schwanze zweigetheilte Knorpel darstellen. Es ist wohl möglich, dass, wie J. Müller bemerkt, mehrere Schaltknorpel vorkommen. Jedenfalls zeigt das Verhalten der Bogenstücke, dass *Zygaena* von keinem der lebenden *Carchariden*, sondern von einer älteren, ausgestorbenen Gattung abstammen

muss. Die Haemapophysen sind an Schwanze (Fig. 22 *h*) an den Wirbelkörpern kolbig verdickt, werden dann zarte, nach hinten gebogene Spangen und verbreitern sich am Ende zu dicht schliessenden, vierseitigen Platten. Am Rumpfe (Fig. 23 *h*) sind sie ab- und seitwärts gebogen und schliessen ebenfalls an ihrem Ende zusammen. Von unteren Schaltknorpeln ist auch bei *Zygaena* Nichts wahrzunehmen.

Den Bau der Innenzone (Fig. 21 *i*), sowie den des centralen Doppelkegels (Fig. 24 *d*) finde ich in Nichts von dem der übrigen *Carchariden* verschieden, nur die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone bietet in sofern abweichende Verhältnisse, als dieselbe stärker entwickelt ist, wie bei den übrigen *Carchariden*, und dass die in das hyaline Knorpelkreuz ragenden, dicken Schrägstrahlen (Fig. 24) an ihrem Ende kolbig verdickt bis an die Oberfläche des Wirbelkörpers reichen. Dagegen ist die Schilderung der Zusammensetzung der perichondralen oder periostalen Keile, welche v. Kölliker gegeben hat, vollkommen richtig. Fasermassen sowohl, wie Gefässe dringen reichlich ein und verleihen dem schönen, verkalkten Maschenwerke des gemischten Knorpels ein radiär gestreiftes Aussehen (Fig. 24 *p*). An den von mir untersuchten Wirbeln, welche allerdings einem sehr jungen Thiere angehörten, erreichten die periostalen Keile die centrale Verkalkung noch nicht, so dass sich die Gefässe vielleicht erst bei Erwachsenen bis an die ringförmige Verkalkungsschicht der Aussenzone begeben. Sie begrenzen das Knorpelkreuz mit geraden Wänden, und somit werden die Höhlungen desselben einfache, vierseitige Pyramiden sein. Die Form der seitlichen, periostalen Keile ist einfach die eines Kegelsegmentes.

Die Form der Placoidschuppen zeigt deutlich, dass wir es mit der jüngsten *Carcharidenform* zu thun haben. Dieselben besitzen allerdings im grossen Ganzen die myrthenblattförmige Gestalt, allein ausser der Mittelspitze mit ihrem Längskiel finden sich noch (Fig. 23) zwei Nebenspitzen mit entsprechenden Kielen auf jeder Seite. Diese nehmen allmählig nach aussen an Höhe ab. Dabei ist die Schuppenplatte ausserordentlich steil und fast unmittelbar der vierseitigen Basalplatte aufgesetzt.

Obgleich bereits aus dem Pläner Zähne von *Zygaena* beschrieben werden, sind mir unzweifelhaft Hammerhaien angehörige Wirbel nur ausserordentlich wenige aufgestossen, und diese stammen aus der schweizer Molasse von Würenlos und gehören dem züricher Museum an. Da es einer der ersten Wirbel war, welche mir zur Untersuchung übergeben wurden, so unterliess ich es der mikroskopischen Analyse halber, die allgemeinen Formverhältnisse, welche übrigens, soweit ich mich erinnere, denen der *Zygaena* entsprechen, aufzuzeichnen und begnügte mich mit Quer- und Längsschliffen. Ersteren entnehme ich, dass es sich um eine *Zygaena* handelt (Fig. 26). Dafür spricht die Rundung der periostalen Keile, die gerade Endfläche des dorsalen und ventralen Keiles, dafür vor allem das reichliche Hineindringen von Gefässen und Fasern (Fig. 26) und endlich die Derbheit der schrägen, centralen, in das Knorpelkreuz ragenden Strahlen, welche kolbig verdickt bis an die Oberfläche reichen. Weitere Forschungen werden jedenfalls noch viel sicherere paläontologische Funde von *Zygaena* zu Tage fördern.

Neuntes Capitel.

Taf. XL.

Cheiloscyllium.

Bereits im allgemeinen Theile habe ich mit wenigen Worten auseinander gesetzt, warum ich diese Familie von den Scyllien trenne, warum ich sie ferner als jünger betrachte, wie die der Scylliolamnidae und Hemigalei. Sie schliessen an die jüngeren Formen der Katzenhaie, namentlich an *Scyllium Edwardsi* an, weil bei ihnen die Bildung centraler Strahlen unterdrückt ist und die perichondralen Bildungen sich denen dieser Thiere nähern. Sie sind jünger als die Scylliolamniden oder Otodonten, weil bei ihnen überhaupt periostale Bildungen vorhanden sind, jünger aber als die Hemigalei, weil ihnen die centralen Strahlen vollkommen fehlen, wenn auch die periostalen Bildungen statt als solide Keile aufzutreten, gesonderte, von der Oberfläche in die Tiefe dringende Strahlen sind, welche in der Wirbelkörpermitte noch nicht mit den centralen Verkalkungen verschmelzen. Wegen dieses Verhaltens sind sie aber älter wie die Musteli, bei denen die periostalen Keile wirklich als solche, wie bei *Hemigaleus* und bei den Carchariden, auftreten. Für ihre directe Ableitung aus den Scyllien sprechen ja auch die bisherigen Annahmen, welche sie im Systeme stets mit den Scyllien zusammen nannten.

Meines Wissens sind über den Bau der Wirbelsäule von *Cheiloscyllium* bisher keine Untersuchungen angestellt worden. Zu solchen hatte ich aber bezüglich sämtlicher Abschnitte des Körpers reichlich Gelegenheit. Ich untersuchte nicht allein *Cheiloscyllium punctatum*, welches ich meinem Freunde Dr. Hubrecht verdanke, und welches ich wegen der geringen Abweichungen anderer allein abgebildet habe, sondern auch *Cheiloscyllium plagiosum* und *tuberculatum*, welche mir mein Herr College Dr. Lütken in Kopenhagen in freundlichster Weise zur Verfügung stellte.

An den Schwanzwirbeln aller von mir untersuchten Arten ist die Form der Höhlung ausgesprochen die eines stehenden Rechteckes, an den Rumpfwirbeln des *punctatum* dagegen die eines Kreises mit schmaler, aber deutlich ausgeprägter Randfläche (Fig. 1). Die Höhlung ist tief und in der Mitte von der Rückensaite durchbrochen. An den kleineren Wirbeln schimmert deutlich ein regelmässiger, achtstrahliger Stern durch.

Seitlich betrachtet (Fig. 2, 3) zeichnen sich die Wirbelkörper aller drei *Cheiloscyllia*, des *punctatum* sowohl am Schwanze wie am Rumpfe, durch die grosse Länge aus, welche an dem Rumpfe die der Höhe um das Doppelte übertrifft, während das Verhältniss am Schwanze wie 3:2 ist. Es ist das für die Bestimmung zugehöriger fossiler Wirbel ein ganz ausserordentlich wichtiges Merkmal, neben dem, dass sich an der Seitenfläche am Schwanze (Fig. 2) unregelmässig, am Rumpfe (Fig. 3) regelmässig quere, an den Enden verbreiterte Leisten befinden, von welchen die beiden mittleren in weiteren

Abständen von einander gelegen (Fig. 2, 3) ein breites dunkles Feld, welches sich beim Ausfaulen der Knorpelmassen als tiefe Höhlung zeigt, begrenzen, während die an die getrennten Bogenbasen stossenden Leisten schmaler erscheinen. Bei vollkommener Isolation der Wirbelkörper werden dieselben jedoch von derselben Breite wie die mittleren sein, und so wird sich die Seitenfläche isolirter Wirbelkörper durch die regelmässige Vertheilung von Leisten und Gruben auszeichnen. Die dorsalen und ventralen Leisten (Fig. 2) sind oftmals getheilt. Die Oberfläche der Wirbelkörper ist dabei leicht eingezogen, namentlich am Rumpfe (Fig. 3) stundenglasförmig. Die Wirbelränder sind nicht aufgeworfen, ein Zeichen der Zartheit des centralen Doppelkegels, wie es allen älteren Plagiostomen eigenthümlich ist.

Was die Bogenstücke betrifft, so ist zunächst der gänzliche Mangel der *intercalaria haemalia* und dann das Vorhandensein oberer Schlussstücke hervorzuheben, von welchen ersteres ein Zeichen jüngeren, letzteres ein Zeichen höheren Alters ist. Die Neurapophysen (Fig. 2, 3 *n*) unterscheiden sich am Rumpfe und am Schwanze nur wenig. Sie erreichen kaum die Decke des Rückgratcanales und sind mehr kolbenförmig, mit breiter, dem Wirbelkörper aufsitzender Basis, am Schwanze dagegen mehr dreiseitig, an dem Rumpfe höher. Zwischen ihnen keilen sich an beiden Körperabschnitten elliptische Schaltknorpel (Fig. 2, 3 *in*) ein, und der Schluss des Rückenmarkseanales wird durch regelmässige, halbrunde Schlussstücke bewirkt (Fig. 2, 3 *s*). Die Haemapophysen waren bei allen Thieren am Schwanze nur theilweise erhalten, und vermag ich somit nichts über die allgemeine Form derselben auszusagen. Am Rumpfe (Fig. 3 *h*) sind es aber nach hinten abgebogene, seitwärts gerichtete und an den Enden hakenförmig gekrümmte, dreiseitige Knorpelchen. Die oberen Bogenstücke (Fig. 4) sind theilweise sehr stark verkalkt.

Das Bild des mittleren Querschnittes (Fig. 4, 5) ist eines der zierlichsten, welches mir überhaupt bei den Plagiostomen zu Gesicht gekommen ist. Die mässig stark entwickelte Innenzone (Fig. 4, 5 *i*) drängt die Chorda seitlich zu einem straffen Strang zusammen und besteht innen aus einem gemischten Knorpel der seltenen Form, in welcher die prochondrale Substanz (Fig. 5 *i*) rings um die Zellen, die hyaline als Alveolenwerk zwischen ihnen liegt. An der Oberfläche besteht sie dagegen aus gewöhnlichem gemischtem Knorpel, welcher in dünner Lage verkalkt. Die Zellen liegen dabei immer einzeln und sind namentlich im Inneren eckig, sternförmig und ohne scharf ausgeprägte Kapseln. Der centrale Doppelkegel (Fig. 4, 5 *d*) zeigt dieselbe Zusammensetzung, wie bei der vorhergehenden Familie. Es ist ein gemischter Knorpel mit concentrisch angeordneten, abgeplatteten Einzelzellen.

Die mächtig entwickelte Aussenzone ist es, welche dem Wirbelkörper das eigenthümliche Aussehen giebt. Ganz abgesehen von einer unbedeutenden, kaum zu unterscheidenden und an dem centralen Doppelkegel liegenden Verkalkung, welche aus gemischtem Rundzellenknorpel besteht, zerfällt sie in eine durch eine deutlich ausgeprägte Grenzzone (Fig. 4, 5 *g*) geschiedene, schwächere Innenlage und eine stärkere Aussenschicht. Beide bestehen aus einem gewöhnlichen gemischten Knorpel (Fig. 4, 5) mit radiärer Anordnung der mehr spindel- oder sternförmig gestalteten, einzeln liegenden Zellen, deren Knorpelkapseln nur schwach ausgebildet sind. Die prochondrale Grundsubstanz ist den Zellen entsprechend ebenfalls radiär angeordnet.

Das Eigenthümliche ist nun aber, dass hier in der Aussenschicht Nester, Inseln, richtiger gesagt Stränge von hyaliner Grundsubstanz auftreten, welche auf dem Querschnitte viereckig, bisquitförmig, sternförmig und von dicker, prochondraler Substanz umgeben sich darstellen, so dass man auf den ersten Blick (Fig. 5) Gefässe vor sich zu haben glaubt. Es sind ganz merkwürdige, eigenthümliche

Bilder, welche wohl eines näheren Studiums werth sind, da sie die Struktur des Knorpels bedeutend compliciren. Ich habe niemals Zellen in ihnen gesehen.

Die Grenzzone (Fig. 5 *g*) stellt eine concentrisch angeordnete Masse von gemischtem Knorpel dar mit überwiegender prochondraler Grundsubstanz, welche auf dem Querschnitt wieder als ein ausstrahlendes Fasersystem erscheint. Dieselbe zeigt abhängig von dem Vordringen der perichondralen Strahlen, welche das Wachstum der Innenlage hindern und Einbuchtungen derselben und somit der Grenzlage bedingen, eine Rosettenform. In der Aussenschicht macht sich, und zwar den Bogenbasen entsprechend (Fig. 4 *g'*), eine zweite Grenzschicht von demselben Bau, wie die erste geltend, und ist deren Entstehen davon abhängig, dass die Bogenbasen vorwuchernd das Wachstum der Oberflächenschicht der Aussenzone des Wirbelkörpers an den entsprechenden Stellen beschränken, einen Wachstumsdruck auf die Elemente derselben ausüben. Sie erscheint in Gestalt einer äusseren Rosette, deren Einbuchtungen aber, und das giebt ein ausserordentlich zierliches Bild, den Ausbuchtungen der inneren entsprechen (Fig. 4). In den zwischen den Bogenbasen sowohl aussen, wie innen vorgebauchten Abschnitten der Aussenschicht treten dann die zierlichen, gebogenen Strahlen auf, welche in der Mitte des Wirbelkörpers den centralen Doppelkegel nicht erreichen, sondern erst etwas weiter peripher mit demselben verschmelzen und dann leicht das Bild des Wirbels eines Otodonten vortäuschen. Dieselben bestehen aus einem verkalkten Knorpel, wie er den perichondralen Keilen durchaus eigenthümlich ist. Es sind von hyalinen Höfen umgebene Einzelzellen, eingebettet in ein regelmässiges Alveolenwerk verkalkter, prochondraler Grundsubstanz (Fig. 5 *p*), welche manchmal in radiärer Richtung stärker entwickelte Lamellen bildet, die auf dem Querschnitt (Fig. 3) als Streifen oder Fasern imponiren. Diese Struktur unterscheidet die Strahlen von denen der Otodonten, und das ist für die Erkenntniss fossiler Wirbel sehr wichtig. Im Zweifelsfall wird es, wie man sieht, immer nöthig sein die mikroskopische Analyse vorzunehmen. Die Strahlen können an ihrem Ende getheilt sein, und sie entsprechen selbstverständlich den bei den älteren Scyllien nur zur Seite der Bogenbasen auftretenden, perichondralen Strahlen. Von Verkalkungen zwischen den Strahlen, an der Oberfläche der Wirbelkörper ist keine Rede, dieselben treten erst an den Bogenstücken (Fig. 4) in Gestalt von Krümelverkalkungen auf. Die Bogenstücke bestehen aus einem gemischtem Knorpel mit gruppenweise zusammenliegenden Zellen (Fig. 5 bei *g'*) und werden in querer Richtung von prochondralen Lamellen, wie bei allen älteren Plagiostomen durchsetzt.

Wie ich bereits im allgemeinen Theile erwähnte, habe ich Cheiloscyllium fossil nirgends gefunden. Ich glaube aber bestimmt, dass weiteres Nachforschen und namentlich ausgedehnte Anwendung der Schnittmethode bei zweifelhaften Wirbeln (regelmässige Leisten und Höhlen auf der Oberfläche der langen Wirbelkörper) dergleichen selbst aus der Kreide zu Tage fördern wird. Namentlich wird auch bei der Untersuchung durch den Schnitt auf eine genaue Halbiring zu achten sein, um die Trennung der Strahlen von dem centralen Doppelkegel nachweisen zu können. Zeigt sie sich nicht und ist man zweifelhaft, ob Otodus oder Cheiloscyllium, dann giebt einzig und allein die mikroskopische Analyse sicheren Aufschluss.

Zehntes Capitel.

Taf. XL.

M u s t e l u s.

Die Familie Mustelus ist die jüngste unter den Nachkommen der Scyllien, denn wenn auch, ganz abgesehen von den Verhältnissen, welche ich bereits im allgemeinen Theile aus einander setzte, die centralen Schrägstrahlen der Aussenzone des Wirbelkörpers vorhanden sind, so treten dennoch nicht wie bei Cheiloscyllium gesonderte, perichondrale Strahlen, welche den centralen Doppelkegel nicht erreichen, auf, sondern, wie bei Hemigaleus, wirkliche perichondrale oder periostale Keile. Man könnte nun versucht sein, weil sie in dem Bau ihrer Wirbelsäule Verhältnisse wie Galeocерdo arcticus darbietet, sie wie Galeus von den Hemigaleiden abzuleiten, allein ich glaube, bis zwingende Gründe für einen solchen Zusammenhang vorgebracht werden, namentlich auch auf Grund des Baues der Zähne, welcher viel mehr auf Scyllium als auf die Verwandtschaftsgruppe Hemigaleus hinweist, an der von mir aufgestellten Trennung und der directen Ableitung von den Scyllien festhalten zu müssen.

Ich habe Dank der Güte meines Freundes Hubrecht in Leiden die drei Gattungen Triacis, Mustelus und Triaenodon untersuchen können. Wie sich schon aus den Aufstellungen von Günther und aus dem Vorhandensein oder Fehlen der Spritzlöcher ergibt, ist Triacis die älteste, Mustelus die jüngere und Triaenodon die jüngste Form. Die Zähne von Triacis sind die typischen, welche sich an die der Scyllien anschliessen, die der Musteli sind dagegen abgeändert, weil ihnen die Nebenzacken fehlen, und dass der Mangel des Spritzloches Triaenodon als jünger kennzeichnet, braucht auch nicht besonders hervorgehoben zu werden. Die Stellung von Triacis und Mustelus ergibt sich aus dem ganzen Aufbau der Wirbelsäule, welcher bei ersterer Gattung, namentlich auch in Bezug auf die Gewebe, eine viel niedrigere Entwicklungsstufe zeigt. Hier überwiegt der gemischte Knorpel und in ihm die prochondrale Substanz, bei den anderen dagegen die jüngste und höchste Form des Gewebes, der hyaline Knorpel.

Triacis.

Ich habe von Triacis semifasciata nur Schwanzwirbel untersuchen können und waren auch diese nicht einmal vollkommen erhalten, da das Ende der Haemapophysen fehlte. Die Höhlung derselben ist vollkommen kreisrund, mit centraler Durchbohrung von Seiten der Chorda und ausgeprägter Randfläche. Wie die Wirbelkörper des Galeus zeichnen sich auch die des Triacis, wie die der Musteli durch besondere Länge und stundenglasförmige Einschnürung aus, ein Verhalten, auf welches bei der Bestimmung fossiler Wirbel wohl Werth zu legen ist, doch tritt auch hier die eigenthümliche Erschei-

nung auf (Fig. 2), dass die Länge der Körper eine durchaus ungleiche ist, so dass sie manchmal vollkommen vierseitig sind. Das Zwischenwirbelgewebe ist sehr schmal, die Wirbelränder sind mässig breit, schwach aufgeworfen und die zwischenliegende Fläche vollkommen glatt und eingezogen. Von Diplospondylie ist bei keinem *Mustelus* die Rede, und auch das zeigt das jüngere Alter derselben an. Die Grenzen zwischen Neurapophysen und intercalaria (Fig. 2 *n*, *m*) vermochte ich nicht genau zu bestimmen, allein es geht so viel aus der Betrachtung hervor, dass die Form der ersteren ähnlich der bei den Carchariden ist. Es sind keulenförmige Platten mit mehreren Fortsätzen, oder wie J. Müller sich ausdrücken würde, sie sind gesägt oder gezähnt. Sie reichen nicht bis an die Decke der Rückenmarkshöhle, sondern diese wird durch kleine, dreieckige Schlussstücke (Fig. 2 *s*) geschlossen, zu denen sich dann noch ein elastisches Längsband gesellt. Die Haemapophysen sitzen zwischen den Wirbelrändern direct den Körpern auf, haben keine Schaltknorpel und sind in ihrer Mitte wahrscheinlich stark eingeschnürt und an den Enden geschlossene, gerade gestreckte Platten.

Der mittlere Querschnitt durch einen Schwanzwirbelkörper zeigt, worauf auch die wenig ausgedehnte Verkalkung der Bogenstücke hinweist, dass wir es mit einem jungen Thiere zu thun haben. Ich zweifle nicht daran, dass, wie bei allen *Musteli*, so auch bei erwachsenen *Triacis* die periostalen Keile den centralen Doppelkegel erreichen und mit ihm verwachsen.

Die Innenzone (Fig. 3 *i*) besteht aus einem schönen gemischten Knorpel in der gewöhnlichen Zusammensetzung. Die hyaline und die prochondrale Grundsubstanz sind in derselben gleichmässig entwickelt. Die Zellen liegen einzeln, sie sind nicht rund, sondern eckig mit kurzen, mannichfaltig gestalteten Ausläufern versehen, ähnlich wie bei *Mustelus*. Dabei kann es nicht überraschen, wenn die Knorpelkapseln fehlen. Das Aussehen des Knorpels ist etwa das der gleichen Bildung bei *Spinax* niger und anderen älteren Elasmobranchiern. Der centrale Doppelkegel ist flach (Fig. 3 *d*) und namentlich in der Mitte ausserordentlich zart. Sonst zeigt er dieselbe Zusammensetzung wie bei den bisher betrachteten, von den Scyllien abzuleitenden Familien. Innen und aussen wird er von einem verkalkten, gemischten Rundzellenknorpel in ausserordentlich dünner Lage verstärkt, also sowohl von der Innen- wie von der Aussenzone. Die von der äusseren Verstärkungsschicht auch hier ausgehenden, schräg gegen die Bogenbasen gerichteten Strahlen zeigen den gewöhnlichen Bau, ragen ventral bis an die Oberfläche der Wirbelkörper in das auch hier vorhandene Knorpelkreuz hinein, während sie dagegen dorsal (Fig. 3) nur wenig entwickelt erscheinen. Es sind gerade und an den Enden verdickte Strahlen.

Die Aussenzone des Wirbelkörpers besteht aus einem mit stark entwickelter, prochondraler Substanz versehenen, gemischten Knorpel, welcher durch eine in der Mitte befindliche Grenzzone (Fig. 3 *g*) in eine innere und äussere Lage getheilt wird. Beide werden von den centralen Schrägstrahlen durchsetzt, ohne dass durch diese eine wesentliche Aenderung im Verlaufe der ringförmig angeordneten Elemente der Grenzzone bedingt wird, ein Zeichen, wie mir scheint, dass die Trennung der Aussenzone erst nach dem Auftreten der centralen Schrägstrahlen entstanden ist. Der gemischte Knorpel der Innenlage zeigt mehr eine concentrische, der der Aussenzone mehr eine radiäre Anordnung (Fig. 3). Letztere zeigt der Vorwölbung der Bogenbasen entsprechend innen eine accessorische Grenzlage (Fig. 3 *g'*). Die Zusammensetzung derselben ist die gleiche wie bei der inneren, doch ist sie auch hier nicht mit der *elastica externa*, von welcher keine Spur mehr nachweisbar ist, zu verwechseln. Zwischen den vollkommen getrennten Bogenbasen, welche wie alle Bogenstücke ebenfalls aus gemischtem Knorpel, mit zahlreichen, quer hindurch verlaufenden, prochondralen Lamellen bestehen, treten die perichondralen Keile in der gewöhnlichen Zusammensetzung, ohne Gefässe und ohne Lamellen oder

Faserentwicklung auf. Sie begrenzen das Knorpelkreuz mit geraden Wänden, allein sie erreichen den centralen Doppelkegel nicht, sondern stossen an die innere Grenzlage. Immerhin mag das aber daher rühren, dass ich, wie ich bereits andeutete, ein junges Thier zu untersuchen hatte.

Fossil habe ich Triacis nicht nachzuweisen vermocht, wie überhaupt grosse Schwierigkeiten bei der Bestimmung fossiler Musteli bestehen.

Mustelus.

Mustelus vulgaris ist bereits wiederholt untersucht worden, und beschreibt zuerst J. Müller die allgemeinen Formverhältnisse folgendermaassen:

„Die Wirbelkörper sind sehr eingedrückt oder gegen die Mitte zusammengeschnürt und gleichen dadurch den Stundengläsern. Die oberen Wirbelstücke sind in Gestalt unregelmässiger Vierecke verkalkt. Die queren Fortsätze haben eine verkalkte Oberfläche. Es existiren obere, unpaare Stücke. Die Wirbelkörper sind etwas kürzer als hoch.“

v. Kölliker¹⁾ hebt hervor, „dass *Mustelus vulgaris* in Allem mit *Carcharias* übereinstimmt, nur dass die vier äusseren Keile in der Mitte nicht mit dem inneren Doppelkegel verwachsen, und dass die radiären Fasern in den äusseren Knochenkeilen spärlich und unentwickelt sind.“

Nach ihm hat sich Götte²⁾ eingehender, namentlich mit dem Wirbelbau der Embryonen von *Mustelus* beschäftigt, und bin ich bereits im allgemeinen Theile auf seine Darstellung eingegangen. Seine Abbildungen bilden eine erwünschte Ergänzung und Kontrolle für meine eigenen.

Ich selber habe sowohl erwachsene, als junge Thiere von 18 und 40 mm. Länge untersucht, und ich habe dabei sowohl die Schwanz- wie die Rumpfwirbel berücksichtigt.

Am Schwanze zeigt die Wirbelhöhlung die Gestalt eines stehenden Ovals, am Rumpfe (Fig. 4) ist sie dagegen kreisrund umgrenzt, beziehungsweise, namentlich vorne vierseitig, sehr tief, mit centraler Durchbohrung von Seiten der Chorda und deutlich ausgesprochener Randfläche. Seitlich betrachtet (Fig. 5, 6) ist zunächst die grosse Länge der Wirbelkörper in die Augen fallend, welche am Schwanze Wechsellagerung unterworfen ist (Fig. 5) und geringer erscheint, am Rumpfe (Fig. 6) dagegen deutlich auftritt. Sind die Bogenstücke getrennt, so ist das Missverhältniss zwischen Länge und Höhe nicht so auffallend, immer aber überwiegt, wie J. Müller richtig bemerkt, die Länge etwas. Das ist für die Bestimmung fossiler Wirbel wichtig. Die Wirbelkörper sind zwischen den Rändern eingezogen, diese selbst treten mässig hervor und sind durch schmales Zwischenwirbelgewebe verbunden.

Die Neurapophysen (Fig. 5 *n*) sind am Schwanze einfach kolbenförmig gestaltete Platten, während sie dagegen am Rumpfe der Verkalkungen halber mehrfach getheilt erscheinen (Fig. 6 *n*). Sie erreichen ebenso wenig wie die zwischen ihnen gelegenen, ovalen Schaltknorpel (Fig. 5, 6 *in*) das Dach der Rückenmarkshöhle. Dieses wird namentlich am Schwanze von deutlichen, ausgesprochen keilförmigen Schlusstücken (Fig. 5, 6 *s*) geschlossen. Die Haemapophysen waren am Schwanze verletzt, sind aber wohl ebenso gebaut, wie bei *Triacis*, während sie am Rumpfe wie gewöhnlich seitlich stehende und etwas nach abwärts geneigte, dreiseitige Knorpelplatten, ohne Spur von Schaltstücken darstellen. Die freien Enden der Blutbogen sind dabei ein wenig aufwärts gebogen.

Den Bau der Wirbel habe ich nicht allein auf Quer-, sondern auch auf Längsschnitten untersucht und zwar aus verschiedenen Entwicklungsperioden. Die Längsschnitte habe ich aber nicht ab-

1) Würzburger Verhandl.

2) Archiv für mikroskopische Anatomie, Bc. XV.

gebildet, weil die Götte'schen Figuren alles Wünschenswerthe bieten, und ich die Zahl der Abbildungen ungerne auf unnöthige Weise vermehren wollte. Somit bleiben die Querschnitte übrig, welche aber in ihrer Reihenfolge auch viel des Interessanten darbieten.

Im jüngsten Stadium, welches nahezu dem von Götte untersuchten entspricht, zeigt sich zunächst aufs deutlichste, dass die vertebrale Einschnürung der Chorda wesentlich auf der Vorwucherung der Innenzone beruht, dass die Aussenzone sich daran nur wenig betheiligt und dünn ist. Daraus erklärt sich dann eines Weiteren die ungemaine Flachheit des centralen Doppelkegels sowohl, wie die Länge des Wirbelkörpers. Die dünne Mittelzone ist bereits zum centralen Doppelkegel verkalkt, und es beginnt in der ungetheilten, verhältnissmässig dünnen Aussenzone, welche durch Reste der *elastica externa* (Fig. 5 *ee*) umschlossen ist, die Bildung der Schrägstrahlen. Aus dem Verhalten der äusseren elastischen Haut ergiebt sich klar, dass die Bogenbasen, wenn sie auch tiefer an dem Wirbelkörper herunter steigen, als es bei den Vertretern der anderen Familien der Fall ist, dennoch, wie überhaupt bei den *asterospondyli*, den Körpern getrennt aufsitzen. Im Uebrigen bestehen zu dieser Zeit sämtliche Lagen des Wirbelkörpers sowohl, wie der Bogenstücke aus einem gemischtem Knorpel, jedoch mit Vorwiegen der hyalinen Grundsubstanz. Die Zellen sind dabei, wie ich es im allgemeinen Theile Taf. II Fig. 18 nach Götte gezeichnet habe, meistens sternförmig, eckig, weniger fortsatzlos wie in der Mittelzone, ohne deutlich ausgesprochene Zellkapseln.

In einem weiter gegen das Schwanzende hin gelegten Schnitt (Fig. 8) sieht man bereits weitere wichtige Aenderungen in dem Bau der Gewebe des Wirbelkörpers. Die Veränderungen treffen eigentlich nur die Aussenzone, welche, stärker geworden, jede Spur einer äusseren elastischen Haut vermissen lässt. Dafür zeigt sich aber deutlich (Fig. 8 *g*) eine Grenzzone, in der gewöhnlichen Weise aus gemischtem Knorpel mit starker, prochondraler Grundsubstanz und concentrisch angeordneten Elementen bestehend. Dieselbe ist bereits dort, wo sich die Schrägstrahlen geltend machen, unter dem Einflusse des excentrischen Wachsthumes derselben gegen die Bogenbasen vorgebuchtet, behält dagegen seitlich den concentrischen Verlauf um den centralen Doppelkegel und die Chorda bei. Von Oberflächenverkalkungen ist weder am Wirbelkörper, noch an den Bogen eine Spur vorhanden, höchstens (Fig. 8) zeigen sich in Andeutungen seitlich die ersten Spuren periostaler Keile.

Diese treten erst im nächsten Entwicklungsstadium und zwar ursprünglich als gleichmässige, zwischen die Bogenbasen in die Tiefe dringende Massen, wie man sie an den perichondralen Keilen zu sehen gewöhnt ist, auf. Bei einer Länge des Thieres von 10 cm. zeigen sich bereits Andeutungen schichtenweiser Anordnung und die Bildung prochondraler Lamellen. Niemals zeigen sich Fasern und Gefässe. Von der Oberfläche in die Tiefe dringend buchten die perichondralen Keile nicht allein die Grenzzone zwischen den centralen Schrägstrahlen (Fig. 9 *g*) einwärts, sondern es zeigt sich auch unter ihrem Einflusse, da dieselben an den Basen bedeutend (Fig. 9) verdickt sind, als auch unter der Einwirkung der vorwachsenden Bogenbasen eine äusserliche Grenzlage (Fig. 9, 10 *g'*), wie bei *Triacis*. Es ist ein Bild, welches ich mir aus dem verschiedenen Wachsthumsvermögen der einzelnen Bestandtheile des Wirbelkörpers erklären kann. Aus diesem erklärt es sich aber auch vollkommen. Die perichondralen Keile erreichen dabei in der Mitte noch nicht den centralen Doppelkegel. Das geschieht erst im vollkommen erwachsenen Alter. Die Wände der periostalen Keile und damit die des ventralen Knorpelkreuzes sind so stark gebogen, wie ich es von keinem *asterospondylus* sonst kenne, und das ist für die Bestimmung fossiler Wirbel sehr werthvoll. Im Uebrigen ist aber wohl auch auf das Verhalten der centralen Schrägstrahlen einiges Gewicht zu legen. Dieselben wachsen aus, allein die

ventralen werden viel länger, als die dorsalen (Fig. 9, 10). Erstere enden mehr spitz, letztere sind dagegen bis nahe an die Oberfläche reichend mehr stumpf abgerundet.

Jedenfalls sieht man aus Allem, dass sich *Mustelus* frühzeitig von der Stammform abgezweigt haben muss, und dafür spricht auch die Form der Placoidschuppen, welche (Fig. 11) nahezu myrthenblattförmig sind mit Andeutungen seitlicher Zacken. Diesen fehlen aber die Nebenkiele. Es befindet sich auf der Schuppenplatte, welche der Basalplatte niedrig und steil aufsitzt, nur ein einziger starker, mittlerer Längskiel (Fig. 11, 12).

Unzweifelhafte *Musteli* habe ich zuerst in der oberen Kreide gefunden. Ich fand zuerst nur einen einzigen Wirbel, den ich durchschneiden musste, um seine Natur zu bestimmen. Derselbe gehörte dem münchener Museum an und stammte von Ciplý, allein in allerjüngster Zeit habe ich gleiche in einer Sendung des berliner Museums aus der oberen Kreide von Maestricht gefunden, deren Abbildung ich leider wegen Raum Mangels unterlassen musste. Vergleicht man den Querschnitt des Wirbels von Ciplý (Fig. 13) mit dem von *Mustelus laevis*, so, glaube ich, tritt die Uebereinstimmung der Form der periostalen Keile, der centralen Schrägstrahlen, der gebogenen Wände des Knorpelkreuzes klar zu Tage, wenn nicht auch die mikroskopische Analyse die vollkommene Gleichheit ergäbe. Immerhin konnte man bei Betrachtung der äusseren Form zweifelhaft sein, ob man es nicht mit einem *Carcharodon* Wirbel zu thun habe. An den unversehrten Wirbeln, welche eine rundlich vierseitige Höhlung besitzen, sieht man aber, dass die Wirbelkörper länger sind als hoch, und es zeigt sich ausserdem ein Merkmal, auf welches ich wohl einiges Gewicht legen möchte, dass der dorsale, periostale Keil an seiner Oberfläche zwischen den Rückenmarksbogen (Fig. 13) einen Längskiel besitzt, welcher sowohl bei dem Wirbel von Ciplý, wie bei dem von Maestricht deutlich sichtbar ist, einen Längskiel, welchen ich nur bei *Mustelus*, niemals aber bei einem Angehörigen und Abkömmlinge der Familie *Hemigaleus* gesehen zu haben mich erinnere.

Manches Kopfzerbrechen hat mir ein Wirbel des brüsseler Museum, dem Crag von Antwerpen entstammend, verursacht, den ich aber schliesslich doch trotz allen Zweifels nirgend anderswo als bei *Mustelus* (Fig. 14, 15) unterbringen kann. Es ist unzweifelhaft ein Rumpfwirbel. Die rundlich vierseitige Wirbelhöhlung, die Form der centralen Schrägstrahlen, die starken Biegungen der perichondralen Keile sprechen einigermaassen für *Mustelus*. Immerhin bin ich der Erste, welcher die Zugehörigkeit zu *Mustelus* preisgeben wird, wenn irgend Jemand nachzuweisen im Stande ist, dass andere Wirbel von *Elasmobranchiern* grössere Uebereinstimmung mit diesem besitzen.

Triaenodon.

Von *Triaenodon obesus* habe ich lediglich Schwanzwirbel eines anscheinend erwachsenen Thieres zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Die Höhlung ist an den hinteren Schwanzwirbeln mehr rundlich (Fig. 16), an den vorderen dagegen oval, mit längerer, senkrecht gestellter Axe, schwach ausgeprägter Randfläche und mässiger Tiefe bei centraler Durchbohrung von Seiten der Chorda.

Bei Betrachtung von der Seite ist die Höhe der Wirbelkörper beträchtlicher, wie die Länge. Das Verhältniss ist durchschnittlich wie 3:2, bald mehr, bald minder, weil die Länge der Körper (Fig. 17) eine ungleiche ist. Die Wirbelränder sind schmal aufgeworfen, das Zwischenwirbelgewebe ist ausserordentlich schmal. Die Neurapophysen (Fig. 17 *n*) sind kolbige Platten, wie an den Schwanzwirbeln von *Mustelus*; die zwischen ihnen befindlichen Schaltknorpel (Fig. 17 *m*) sind bisquitförmig. Beide erreichen die Decke des Rückenmarkskanals nicht. Dagegen scheinen sich dort Schlusstücke

zu befinden, von welcher Form, vermochte ich aber nicht festzustellen. Sie scheinen überall verschmolzen zu sein. Die Trennung wird sich wohl bei jungen Individuen nachweisen lassen. Die Haemapophysen (Fig. 17 *h*), welche wiederum keine Schaltknorpel zeigen, sind dicht schliessende, vierseitige Platten. Diplospondylie war auch bei diesem Thiere nicht nachweisbar.

Auf dem Querschnitte konnte ich die Zusammensetzung der unverkalkten Abschnitte der Wirbelsäule nicht mehr studiren, weil das Eintrocknen die Gewebe verändert hatte, sonst aber trat der Bau deutlich hervor. Der funiculus chordae sowohl, wie die Innenzone sind verkalkt (Fig. 18 *i*). Von dem centralen Doppelkegel und der ringförmigen Verkalkungsschicht der Aussenzone ist Nichts weiter zu melden. Die Schrägstrahlen sind gleich lang, an ihrem Ende kolbig verdickt, ziemlich derb, und wenn sie auch nicht bis an die Oberfläche reichen, so durchsetzen sie doch zwei Drittel der Masse des Knorpelkreuzes. Die periostalen Keile zeigen Andeutungen der buchtigen Begrenzung wie bei *Mustelus*, allein weniger scharf ausgeprägt. Es sind aber immer im Inneren etwas eingeschnürte Keile. Deutliche Schichtungsstreifen treten an ihnen auf, sonst finden sich aber keine Abweichungen in der mikroskopischen Zusammensetzung. Gefässe dringen strahlenförmig in sie ein. Es ist dies vielleicht ein Alterszeichen, vielleicht aber auch ein werthvolles Merkmal späteren Auftretens in der Erdgeschichte.

Fossil habe ich *Triaenodon* nicht gefunden, allein ausgedehntere Untersuchungen werden wohl auch dieses Thier ans Licht bringen.

{ See Nachwort " at back }
 { of Expl of Plate xxiv. }





3 2044 072 193 717

