Die fossilen Wirbel.

Morphologische Studien

von

C. Hasse.

Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.

Mit Tafel XXX u. XXXI.

Vorrede.

Der Gedanke, der diesen Untersuchungen zu Grunde liegt, trotz der Versteinerung die Gewebe, die die Wirbel der fossilen Fische, Amphibien und Reptilien während des Lebens zusammensetzten selbst in ihren leicht vergänglichen Elementen nachzuweisen und eventuell aus der Vertheilung derselben und ihrer Anordnung sichere Schlüsse auf die Stammesgeschichte und die Verwandtschaftsverhältnisse der Träger zu machen, musste sich dem vergleichenden Anatomen um so mehr aufdrängen, als die Untersuchungen über den Bau der Wirbel lebender Formen in den Händen namentlich Gegenbaur's zu ausserordentlich wichtigen Resultaten mit Bezug auf die Stammesgeschichte geführt haben. Derselbe wurde genährt durch die Erwägung, dass wenigstens dem äusseren Anblick nach zu urtheilen selbst Wirbel von Knorpelfischen im fossilen Zustande gut erhalten gefunden werden, und dass diese Thierklasse, wie die der Ganoiden, Dipnoi und Amphibien für die Stammesgeschichte der übrigen Wirbelthiere und der Fortbildung der Organsysteme derselben von der grössten Wichtigkeit ist. Dabei war besonders auch der Umstand ermuthigend, dass für die Bestimmung der Plagiostomen z. B. im

Wesentlichen nur die Zähne und Hautstacheln verwandt wurden, während von Seiten der Palaeontologen den morphologisch so ausserordentlich interessanten Wirbeln im Allgemeinen nur ein untergeordneter Werth beigelegt worden ist. Es ist das vollkommen erklärlich. Makroskopisch bieten die Wirbel fossiler Plagiostomen, mit Ausnahme der zur Familie Lamna gehörigen, keine irgendwie hervorragenden Merkmale dar, und wenn hier und da Untersuchungen über die inneren Structurverhältnisse angestellt wurden, so berührten dieselben doch nur die Aussengrenzen des Gebietes, weil sie nicht auf der Betrachtung der Structurverhältnisse der entsprechenden lebenden Gewebe basirten. Die ausgedehnten und werthvollen Untersuchungen Kölliker's [1], welche lehren, dass der feinere Bau der Wirbel der einzelnen Familien der Plagiostomen, ja sogar der einzelnen Individuen, sowie die von Gegenbaur [2], welche dasselbe von den übrigen Fischklassen weiter ausführen, sind nach dieser Richtung hin nicht verwerthet worden. Damit mag es wohl zusammenhängen, dass eine nicht geringe Zahl von in den paläontologischen Sammlungen aufbewahrten Ueberresten fossiler Fische, soweit dieselben nicht in Zähnen und Stacheln bestehen, unrichtig oder theilweise gar nicht bestimmt sind, theilweise aber auch Familiennamen tragen, die keinen Schluss auf einen etwaigen Zusammenhang mit jetzt lebenden oder ausgestorbenen Formen gestatten. Wie die Wirbel, so sind auch die Placoidschuppen nicht genügend untersucht und doch ist es bei lebenden Fischen selbst aus Fragmenten möglich sichere Schlüsse auf den Träger zu machen.

Bestätigte sich nun meine Hoffnung, dass sogar die Wirbel der Plagiostomen, deren Grundbestandtheil Knorpel in seinen verschiedenen Modificationen ist, dieselben im fossilen Zustande mehr oder minder erhalten oder in bestimmbarer Weise modificirt zeigen möchten, so war damit die Möglichkeit der genaueren Bestimmung der ausgestorbenen Familien und Individuen gegeben und nicht das allein, es war damit auch einiges Licht auf die Entstehung oder besser gesagt Abstammung und auf die Verwandtschaftsverhältnisse der

[1] Ueber die Beziehungen der Chorda zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische. Verhandlungen der physikalisch-medicinischen Gesellschaft Würzburg. Bd. X. 1860.

Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier. Abhandlungen der Senkenbergischen Gesellschaft. Bd. V.

[2] Ueber die Entwicklung der Wirbelsäule des Lepidosteus mit vergleichend anatomischen Bemerkungen. Jenaische Zeitschrift Bd. III.

Seite

Die ältesten Formen des Carpus und Tarsus der heutigen Amphibien. Von Dr. R. Wiedersheim. (Mit Taf. XXIX.) 421

Bemerkungen über den Canalis Fallopii. Von C. Gegenbaur 435

Ein neues Compressorium. Von Herrmann Fol. (Mit 1 Holzschnitt.) . . 440

Eine Einbettungsmasse. Von Dr. E. Calberla 445

Viertes Heft.

Die fossilen Wirbel. Morphologische Studie. Von C. Hasse. (Mit Tafel XXX und XXXI.) 449

Entwickelungsgeschichte der Atrioventricularklappen. Von Dr. A. C. Bernays. (Mit Taf. XXXII und XXXIII.) 478

Ueber die Schläfenlinien und den Scheitelkamm an den Schädeln der Affen. Von Dr. Gustav Joseph. (Mit Taf. XXXIV.) 519

Ueber die Furchung und Keimblätterbildung bei Calyptraea. Von Ant. Stecker. (Mit Taf. XXXV und XXXVI 535

Primitivrinne und Urmund. Beitrag zur Entwickelungsgeschichte des Hühnchens. Von Prof. A. Rauber. (Mit Taf. XXXVII und XXXVIII.) . 550

Ueber die Nasenhöhlen und den Thränennasengang der Amphibien. Von Dr. G. Born. (Mit Taf. XXXIX—XLI 577

Berichtigung.

S. 450 Zeile 13 hinter Individuen fehlt: »verschieden ist«.

jetzt lebenden Thiere geworfen. Ganz dasselbe musste auch für die verschiedenen Familien ausgestorbener Amphibien, namentlich aber für die Enaliosaurier gelten.

Diese Reptilien repräsentiren ja einen höchst eigenartigen Typus, der in der jetzt lebenden Thierwelt keine Repräsentanten besitzt; allein suchen wir mittelst unserer heutigen Kenntnisse die Frage zu beantworten, wo liegt denn die gemeinsame Wurzel dieser ausgestorbenen Saurier und der jetzt lebenden, und in welchen verwandtschaftlichen Beziehungen stehen die Hauptrepräsentanten Ichthyosaurus, Nothosaurus und Plesiosaurus zu einander, so fehlt auf diese Frage die Antwort, so hochwichtige Resultate auch die morphologische Betrachtung der einzelnen Skelettheile geliefert hat.

Auch für die Lösung dieser Fragen war in dem Augenblicke gegründete Hoffnung vorhanden, wo sich die für den Aufbau des Wirbels wesentlichen und in der Entwicklungsgeschichte desselben die Hauptrolle spielenden Bestandtheile gesondert nachweisen liessen. Jedenfalls war es wohl des Versuches werth, die histiologische Untersuchungsmethode in ausgedehnterer Weise als bisher in der Paläontologie anzuwenden und mittelst derselben, wie das bei der vergleichenden Betrachtung des Baues und der Entwicklungsgeschichteder lebenden Thiere in so vielen Fällen gelungen, die wichtigen Fragen des verwandtschaftlichen Zusammenhanges der ausgestorbenen und der lebenden niederen Wirbelthiere zu lösen.

Der Versuch ist glaube ich nicht als misslungen zu betrachten, und ich hoffe, dass der den Untersuchungen zu Grunde liegende Gedanke sich als fruchtbar erweisen und einen noch innigeren Zusammenhang zwischen der paläontologischen Forschung und den Resultaten der neueren, vergleichend anatomischen und entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen herstellen wird. Spielt das Mikroskop in der Gesteinslehre und theilweise in der Paläontologie bereits eine erhebliche Rolle, so wird der Gebrauch desselben bei der Untersuchung der Wirbel und Integumentmassen fossiler Fische, Amphibien und eines Theils der Reptilien nicht zu umgehen sein und es wird das Material an diesen Ueberresten sorgfältiger wie bisher gesammelt und gesichtet werden müssen. Selbst die kleinsten Fragmente sind unter Umständen von entscheidendem Werthe und ich würde mich glücklich schätzen, wenn diese Untersuchungen Veranlassung würden, dass das bis dahin wenig beachtete Material ausgebeutet würde oder wenn man Veranlassung fände mir dasselbe zum Zwecke ausgedehnterer Bearbeitung zur Disposition zu stellen.

So reichlich mir namentlich aus Deutschland Untersuchungsmaterial zugeflossen ist, so sehr fühle ich die Nothwendigkeit weiterer Studien, die nur durch die freundliche Beihülfe meiner Collegen aus anderen Ländern möglich sind. Ich bitte daher um Nachsicht mit dem fragmentarischen Character, den diese Arbeiten zunächst tragen müssen. Es lastet derselbe um so schwerer auf mir, weil es mein dringendster Wunsch war und ich die Verpflichtung in mir fühlte durch vollständige und umfassende Arbeiten meinen Herren Collegen Zittel, Beyrich, Römer, Fischer, v. Seebach, Meyer, Geinitz, Nordenskjöld, Fritsch, Zirkel, Troschel, Andrä, Ritter v. Hauer, Mojsegowicz, Laube sowie Herrn Maschke in Göttingen die Schuld der Dankbarkeit abzutragen, die sie mir durch die grosse Liberalität, mit der sie mir das Material ihrer Sammlungen zur Verfügung stellten, auferlegten. Möchten diese Herren sowie meine Herren Collegen v. Kölliker, Reichert, Schwalbe, Günther und Gräffe aus Triest, die mich mit Material an lebenden Formen freundlichst versorgten und denen ich mich in so hohem Maasse verbunden fühle, in diesen Studien wenigstens den guten Willen und das ernste Streben nach allseitiger Verwerthung der mir gütigst überlassenen Objecte erkennen.

Eine wesentliche Stütze in meinen Arbeiten waren meine beiden Herren Assistenten Dr. Stöhr und Dr. Born, für deren treue, aufopfernde und freundschaftliche Unterstützung ich nur Worte der Anerkennung und Dankbarkeit habe, vor Allem aber waren es die kunstfertigen Hände der Herren Voigt und Hochgesang in Göttingen, die durch Schleifen der fossilen Wirbel das Anfertigen brauchbarer mikroskopischer Präparate ermöglichten. Die aus ihrer mechanischen Werkstatt hervorgegangenen Präparate sind so vollendet und selbst die erheblichsten, theilweise in der mangelhaften Conservirung, theilweise in der Grösse der Objecte liegenden Schwierigkeiten sind in einer so bemerkenswerthen Weise überwunden, dass dem Untersucher die Arbeit in hohem Maasse erleichtert wurde. Ich erlaube mir hiermit den beiden Herren öffentlich meinen Dank und meine Anerkennung für das Geschick auszusprechen, mit dem dieselben jeder Zeit meinen Wünschen und Ideen nachgekommen sind.

Die fossilen Haie.

I.

Die fossilen Squatinae.

In der Sitzung der naturwissenschaftlichen Section der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur theilte ich am 23. Februar d. J. die ersten Ergebnisse der Untersuchung eines mir von meinem Collegen Prof. Römer gütigst zur Verfügung gestellten Haifischwirbels aus den tertiären Schichten von Helmstädt mit. Ich benutzte denselben, um mir vor allen Dingen darüber Aufklärung zu verschaffen, in wie weit die Gewebe bei der Versteinerung erhalten, beziehungsweise modificirt seien und in wie weit sich aus den mikroskopischen Structurverhältnissen sichere Schlüsse auf die Zugehörigkeit des Trägers zu einer bestimmten Familie machen liessen. Ich liess daher demselben zunächst mehrere dem Chordacanal parallele, von der dorsalen zur ventralen Fläche gehende, also der Längsaxe des Thieres entsprechende, senkrechte Dünnschliffe entnehmen und war beim Betrachten derselben im höchsten Grade überrascht nicht allein die Chorda, sondern auch Andeutungen der Elastica interna und der knorpligen Chordascheide in ihren verkalkten Partien deutlich unterschieden anzutreffen. Die regelmässige Aufeinanderfolge horizontaler, zwischen den Wandungen des verkalkten Doppelkegels, vom Centrum bis an die Oberfläche des Wirbels sich erstreckender und unter einander paralleler Lagen von abwechselnd verkalktem Knorpel und Massen, die auf das Vorhandensein hyalinen Knorpels im Leben hinwiesen, liessen mich in Zusammenhalt mit den Bildern, die entsprechend angefertigte Längsschnitte durch die Wirbel von Squatina vulgaris darboten und auf die Kölliker[1] zuerst die Aufmerksamkeit gelenkt hat, die Meinung aussprechen, dass man es mit einer fossilen Squatina zu thun habe. Der Schluss war freilich etwas voreilig wenn auch verzeihlich und wich alsbald einer besseren Erkenntniss, als ich nach weiter ausgedehnten Untersuchungen an anderen Wirbeln so gut es ging den Resten transversale d. h. der Frontalebene parallele Schliffe entnehmen liess. Danach stellte es sich klar heraus, dass der tertiäre

---

[1]) l. c.

Wirbel aus Helmstädt einer Lamna angehört und werde ich in dem Abschnitt über fossile Lamnidae auf den fraglichen Wirbel, der des Interessanten viel bietet, zurückkommen.

Methode der Untersuchung.

Bevor ich mich nun zur Schilderung der fossilen Squatinawirbel wende, will ich zunächst kurz die Methode der Untersuchung schildern, die ich nicht allein bei diesen, sondern auch bei sämmtlichen übrigen Wirbeln inne gehalten habe. Diese hat mir bis dahin alle wünschenswerthen Aufschlüsse geboten, so dass ich seither keine Veranlassung gefunden habe dieselbe zu ändern.

Zunächst wurden die zusammengehörenden, in ihren äusseren Merkmalen genau übereinstimmenden Wirbel aus den gleichen Fundstätten gesondert, die in ihren makroskopischen Verhältnissen ausgeprägtesten abgebildet, die übrigen dagegen behufs Herstellung

Fig. 1.

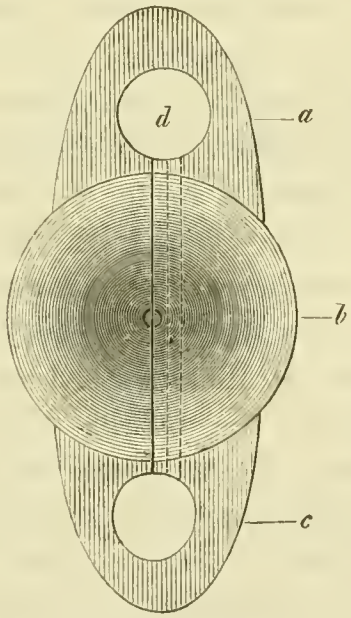

Fig. 2.

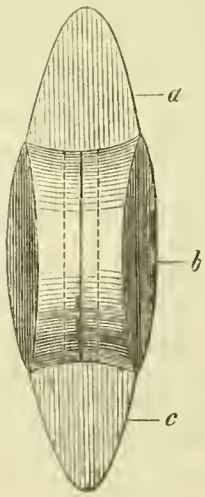

Fig. 1. Flächenansicht. Fig. 2. Seitenansicht eines Haifischwirbels.
a. Neurapophysen. *b*. Wirbelkörper. *c*. Haemapophysen. *d*. Rückenmarkscanal.

geeigneter Dünnschliffe und vollständigster Ausnutzung zunächst der Fig. 1 entsprechend dorsoventralwärts halbirt. Zeigte sich etwa die eine Wirbelhälfte in den peripheren Partien verletzt, so wurde diese zur Herstellung von Längsschliffen der Halbirungsebene parallel benutzt (siehe die punctirten Striche in Fig. 1), während die andere von der Mitte des Wirbels bis gegen die Enden hin (siehe die

ausgezogene und die punctirten Linien in Fig. 2) transversal und zwar wiederum dorsoventralwärts durchschnitten wurde. Durch Vergleichung der Längs- und Querschliffe lässt sich ein vollkommenes Bild der mikroskopischen Structur des Wirbels herstellen.

Genau in derselben Weise wurden dann die Wirbel der entsprechenden lebenden Formen geschnitten, nachdem dieselben, so weit es nöthig befunden wurde, vorher in MÜLLER'sche Flüssigkeit oder absoluten Alkohol mit einem Zusatz von concentrirter Salzsäure, der je nach der Grösse des Wirbels, dem Grade der Verkalkung, beziehungsweise Verknöcherung und der Kürze oder Länge der Zeit, innerhalb deren man die Untersuchung vorzunehmen wünscht, verschieden gross bemessen werden muss, gelegt wurden.

Waren Integumentreste vorhanden, so wurden die Elemente derselben thunlichst isolirt oder es wurden denselben senkrechte Schliffe entnommen und das Integument der lebenden Formen, nachdem dasselbe ebenfalls wenn nöthig entkalkt war in mikroskopische Schnitte zerlegt und zur Vergleichung herangezogen. So wurde namentlich bei den Plagiostomen der mikroskopische Befund allseitig sichergestellt und zur Vervollständigung der Untersuchung wurden auch die Zähne der lebenden Thiere, deren Wirbel fossil gefunden wurden, in ihren Formverhältnissen mit denen der fossilen Zähne aus den gleichen Schichten und womöglich von denselben Fundorten verglichen, eine Arbeit, die selbstverständlich durch AGASSIZ berühmtes Werk [1]) erheblich erleichtert wurde.

Vorkommen.

Die Ueberreste von Squatinae aus den früheren Erdperioden sind, soweit ich mich zu unterrichten im Stande war, verhältnissmässig wenig zahlreich, allein sie nehmen das lebhafteste Interesse in Anspruch, weil sich unter ihnen einmal nahezu vollständige Skelete finden, die gerade aus der Klasse der fossilen Plagiostomen ausserordentlich selten sind und weil sie ferner aus drei verschiedenen Perioden, dem oberen Jura, der Kreide und dem Anfange der Tertiärzeit beschrieben wurden.

Ausser einem Zahn (Squatina carinata) dessen GIEBEL [2]) aus den tertiären Schichten von Klein Spauven bei Maestricht Erwähnung

---

[1]) Recherches sur les poissons fossiles. Neuchatel 1833—43.

[2]) Fauna der Vorwelt. I. Band. Leipzig 1847.

thut, sowie einigen Zähnen (Squatina Muelleri und lobata) aus dem Pläner Böhmens, die Reuss[1]) beschrieben hat, interessirt besonders der Fund des Grafen Münster[2]) aus dem lithographischen Schiefer Bayerns. Es handelt sich um zwei Bruchstücke von Skelettheilen, so wie um Integument. Münster fühlte sich bewogen dieselben als einer besonderen Familie zugehörig Thaumas alifer und fimbriatus zu bezeichnen und zu beschreiben, während Giebel[3]) behauptete, dass dieselben Ueberbleibsel von Meerengeln seien, einer Ansicht, der sich unter anderen auch Quenstedt und Fraas anschliessen. Letzterem Forscher[4]), welcher auch den von Agassiz beschriebenen und aus Solenhofen stammenden Asterodermus, sowie zwei der Leuchtenberg'schen Sammlung (Eichstädt) angehörige Skelete zu den Squatinae zählt, verdanken wir einen ausgezeichneten Fund aus dem oberen Jura von Nusplingen (Beerathal). Es handelt sich dabei theils um Skeletbruchstücke, theils um nahezu vollständige Skelete von Haien, die er wegen der Form der Placoidschuppen als Squatina acanthoderma beschreibt und abbildet. Ferner scheint Geinitz[5]) geneigt zu sein die Wirbel mit kreisförmigen Wänden nach Kiprijanoff[6]) aus dem Pläner von Strehlen, wie auch die gleichen im kurskischen eisenhaltigen Sandsteine gefundenen Squatinae zuzuschreiben.

Herr Prof. Zittel hatte die grosse Güte dem mir zur Disposition gestellten Materiale das Bruchstück einer Wirbelsäule von Squatina acanthoderma (Fraas), sowie ein gleiches von Thaumas alifer (Münster), den münchener Sammlungen angehörig, beizufügen, deren Untersuchung die Richtigkeit der Ansicht von Giebel, Fraas und Quenstedt, dass man es mit Squatinae zu thun habe, auf's Klarste bewies; allein Dank der Freundlichkeit der Herren Zittel und Beyrich bin ich im Stande den bisherigen Funden weitere beizufügen. Es sind einzelne Wirbel aus der oberen Kreide von Ciply und Maestricht und aus dem Senon (Aachen). Erstere gehören den münchener, letztere den berliner Sammlungen an. Ueber die mir gütigst von Prof. Geinitz gesandten Wirbel muss ich mir das

---

[1]) Die Versteinerungen der böhmischen Kreideformation. Stuttgart 1845 bis 1846.

[2]) Beiträge zur Petrefactenkunde.

[3]) l. c.

[4]) Zeitschrift der deutschen zoologischen Gesellschaft. Bd. VI.

[5]) Das Elbthalgebirge in Sachsen. Bd. II.

[6]) Fischüberreste im kurskischen eisenhaltigen Sandsteine.

Urtheil über die Richtigkeit der Diagnose Squatina bis auf Weiteres vorbehalten. Die Wirbel mit kreisförmigen Wänden gehören, wie ich in einem folgenden Abschnitte nachweisen werde, zum Theil Thieren aus der Familie Lamna an.

Die Squatinawirbel aus der oberen Kreide waren, abgesehen von vorläufig unbestimmten Wirbeln von Knochenfischen, mit solchen von Lamnae untermischt und dieser Umstand war mir um so interessanter, weil Agassiz[1]) in seiner allgemeinen Uebersicht der fossilen Placoiden neben Repräsentanten der fossilen Familien Acrodus, Corax, Otodus aus der Kreide von Aachen, Maestricht und der Normandie auch Vertreter der Familie Lamna sowie Galeocerdo, dagegen gar keine Squatinae aufführt, ein Umstand, der mit Bezug auf die drei fossilen Familien Acrodus, Corax und Otodus zu denken gibt.

Asterodermus sowohl, wie die den Squatinae zugeschriebenen Zähne habe ich leider nicht untersucht und muss ich mich namentlich mit Bezug auf letztere jedes Urtheils enthalten. Freilich habe ich die Abbildungen von Reuss angesehen, allein dieselben erscheinen mir nicht bestimmt genug.

Aeussere Form der Wirbel.

Die äussere Form und das Aussehen der fossilen Wirbel kann leicht zu schweren Täuschungen Anlass geben und ist es daher in vielen Fällen durchaus nothwendig nicht bei der Untersuchung mit blossem Auge stehen zu bleiben, sondern die mikroskopische Analyse vorzunehmen. Die Maestrichter Wirbel bieten bei der Betrachtung von aussen in frappanter Weise das Aussehen von Lamnawirbeln dar (Fig. 3) und ich war im höchsten Grade überrascht, als sich an den Durchschnittsbildern ihre wahre Natur enthüllte. Es mag somit wohl mancher Wirbel als den Lamniden zugehörig bestimmt sein, der sich bei näherem Studium als zu Squatina gehörig erweist, um so mehr, weil häufig beide zusammen vorkommen.

Die Erhaltung der äusseren Form der Wirbel ist, wie ein Blick auf die Abbildungen von Fraas und die Betrachtung der vor mir liegenden Skeletbruchstücke von Thaumas alifer und Squatina acanthoderma lehren, viel vollkommener, als an den einzelnen fossilen Wirbeln,

---

[1]) l. c. Tome III pag. 383.

und es hat das ja nichts Ueberraschendes, da die Isolirung der einzelnen Wirbel nur selten durch mechanische Gewalten, dagegen meistens durch weitergehende Fäulnissprocesse des Thierkörpers verursacht ist. Fraas gibt somit auch sehr characteristische Abbildungen, besonders von einem isolirten Wirbel Taf. XXVII *c*. Im Zusammenhange zeigen sich die einzelnen Wirbel scharf von einander geschieden und wird die Zwischenwirbelbegrenzung namentlich bei Squatina acanthoderma durch aufgeworfene Ränder schärfer hervorgehoben. Auch Andeutungen der Bogen und namentlich der Neurapophysen fehlen nicht, wie Fraas ganz richtig hervorhebt und abbildet, und wie bei Thaumas (Fig. 1) ist der Rückenmarkscanal auf der dorsalen Wirbelfläche durch eine seichte, zwischen den Resten der oberen Bogen verlaufende Furche angedeutet. Fraas irrt sich jedoch, wenn er angibt, dass die oberen Bogenstücke zapfenartig in ein Loch des Wirbelkörpers eingesenkt sind. Als Beweis für diese Behauptung dient ihm die Schilderung des prachtvoll erhaltenen Schwanzendes der Wirbelsäule (Taf. XXIX Fig. 4, welche die Seitenansicht desselben darstellt). Die darin dargestellten in der Nähe der Basen der Neurapophysen befindlichen Oeffnungen sind die Mündungen der für die Squatinawirbel characteristischen Gefässcanäle (Fig. 1 *a*), die, wie wir später sehen werden, J. Müller bereits sehr genau kannte. Ausser diesen characteristischen Oeffnungen, welche jedoch an den isolirten Wirbeln nicht nachweisbar sind, haftet denselben ein gewisser allgemeiner Character an, den auch bereits J. Müller[1]) von den lebenden Squatinae hervorgehoben hat. Sie sind (Fraas Taf. XXIV *c* Fig. 5) dorsoventralwärts etwas abgeplattet, zudem aber erscheint die dorsale Fläche im sagittalen Durchmesser, also von vorne nach hinten etwas schmäler als die ventrale. Auch die centrale Durchbohrung des Chordacanals ist zuweilen excentrisch, mehr der Dorsalseite genähert (Fig. 5). Ich möchte jedoch von vorne herein ausdrücklich hervorheben, dass diese Charactere je nach den verschiedenen Regionen des Körpers verschieden sein mögen und auch anderen Haifamilien zukommen. Sie entbehren sonach jedes bestimmenden Werthes so lange, als nicht die übrigen Merkmale gleichzeitig aufgefunden sind.

Die vor mir liegenden isolirten Wirbel sind wohl mit Ausnahme des einen (Fig. 14) aus der oberen Kreide bei Maestricht Schwanz-

---

[1]) Vergleichende Anatomie der Myxinoiden.

wirbel und dem entsprechend wurde auch die Schwanzwirbelsäule lebender Squatinae vorzugsweise zur Untersuchung benutzt. Der Erhaltungszustand ist im höchsten Grade verschieden. Vorzüglich gut ist er bei den Wirbeln von Ciply, weniger gut bei den aachener, am schlechtesten bei denen aus der maestrichter Gegend. Letztere sind mehr oder minder zerbröckelt und ihre freie Oberfläche zeigt durchaus nichts Besonderes. Sie ist glatt (Fig. 6), ohne characteristische Vertiefungen und Gruben resp. Leisten, wie sie den Wirbeln der Familie Lamna vielfach zukommen. Ganz anders dagegen die Wirbel aus der oberen Kreide von Ciply (Fig. 3) die mir auf den ersten Blick als einer Lamna angehörig erschienen. Auf der dorsalen Fläche und an den Seiten der Wirbel zeigten sich mit grauen Kreidemassen ausgefüllte Vertiefungen, die den Anschein darboten als seien dort die Gruben gewesen, in die sich die knorpligen Häm- und Neurapophysen resp. die Rippen einsenken, wie es bei der Familie Lamna und anderen der Fall. Zwischen diesen machte sich ein System brauner glatter Leisten geltend. Dieselben sind auf der ventralen Fläche zu 4, auf der dorsalen zu 2—3, durch weitere Zwischenräume getrennte Gruppen angeordnet, welche sich zwischen den Massen des die Wirbelhöhlungen ausfüllenden und undeutlich concentrisch gestreiften (Fig. 4) Doppelkegels, parallel der Längsaxe des Wirbels ausspannen. Jede dieser Grundleisten besteht aus zwei oder drei feinen, schmäleren oder breiteren Bälkchen die zuweilen durch feinere Züge mit einander verbunden sind, beim Uebergange in die Randleisten des Doppelkegels aber immer ziemlich regelmässig ein zierliches Netzwerk mit runden oder polygonalen Maschen bilden. Alle diese Erscheinungen erinnern sehr an die Verhältnisse bei den Lamnidae. Spuren von oberen und unteren Bogen oder Rippen finden sich an den isolirten fossilen Wirbeln an keiner Stelle.

Bau der Wirbel.

Das Characteristische im Bau der Squatinawirbel tritt bereits bei der Betrachtung mit blossem Auge auf den Bruchflächen, wie sie die maestrichter und aachener Wirbel darbieten, deutlich zu Tage. Sie zeigen Schichten concentrischer Lamellen (Fig. 4, 5, 7), die bei den sehr bröcklichen Wirbeln aus Maestricht durch weite leere Zwischenräume getrennt, dagegen bei denen aus Aachen dichter gedrängt und durch Ausfüllungsmassen verbunden erscheinen. Im Centrum des grossen maestrichter Wirbels erscheint (Fig. 4) ein

compacter Kern, um den die Lamellen geordnet sind. Dieselben haben einen leicht welligen Verlauf und spannen sich in sagittaler Richtung zwischen den Flächen des compacten, die Wirbelhöhlungen einnehmenden und den Chordacanal begrenzenden, sogenannten Doppelkegels der Selachier aus (Fig. 4). Hin und wieder erscheinen die einzelnen Lamellen verbindende, somit radiär gestellte Interstitiallamellen (Fig. 4, 5), deren Zahl und Stärke jedoch niemals den allgemeinen und ausgeprägten Character der concentrischen Schichtung aufhebt. Je nach der Grösse der Wirbel ist die Zahl der Lamellen selbstverständlich äusserst verschieden. Viel besser als auf Bruchflächen zeigt ein frontaler Querschnitt (Fig. 12) die concentrische Lagerung der Lamellen und somit gehe ich zur Betrachtung des feineren Baues über.

Zuvor sei es mir jedoch gestattet behufs besseren Verständnisses der Verhältnisse der fossilen Wirbel den eigenartigen Bau unserer jetzt lebenden Squatinae aus einander zu setzen. Derselbe zeigt meiner Ansicht nach schlagend die Richtigkeit des betretenen Weges und der angewandten Methode.

Squatina vulgaris (Risso).
Squalus squatina (L).

Wie bei allen Haien baut sich der Wirbel dieser Thiere, abgesehen von der Chorda und deren Elastica (elastica interna), aus dem chordalen Wirbelkörper oder der eigentlichen Chordascheide (Fig. 9) und der sehr häufig durch eine vollständige, homogene Basalmembran, der Elastica externa, getrennten, fortsatzbildenden oder skeletogenen Schicht (Fig. 9 *i*) auf. Letztere sendet, wie ihr Name sagt, die Neur- und Hämapophysen, respective die Rippen aus, während ersterer niemals zu ihnen in genetische Beziehung tritt. Die Squatinae gehören dabei zu denjenigen Haifamilien, die mit Spritzlöchern versehen sind, also eine erste Kiemenspalte, aber keine Nickhaut besitzen und die sich dadurch auszeichnen, dass vorzugsweise der chordale Wirbelkörper sich am Aufbau des Wirbels betheiligt, während dagegen der Körperantheil der fortsatzbildenden oder skeletogenen Schicht bedeutend geringer erscheint, sogar vollkommen fehlen kann.

J. Müller hat schon in seiner berühmten Abhandlung (Osteologie und Neurologie der Myxinoiden) eine im Ganzen zutreffende Schilderung des Baues der Wirbel gegeben und Kölliker[1]) hat dann

[1]) l. c.

die Untersuchungen über die Beziehungen der Chorda dorsalis zur Bildung der Wirbel der Selachier und einiger anderen Fische weiter geführt. Mir ist nicht bekannt, dass dieselben seit seiner Zeit an diesem Thiere wieder aufgenommen sind. Seine Beschreibung ist bezeichnend und im grossen Ganzen zutreffend und vermag ich derselben nur Weniges beizufügen.

»Der Wirbel besteht nach ihm zu innerst aus einem compacteren Doppelkegel, der innen aus Faserknochen, aussen aus Knorpelknochen besteht. Nach innen und vorne liegt hyaliner Knorpel, der ebenfalls der Chordascheide entstammt, dann die Elastica interna und die Chorda selbst. Nach aussen folgen abwechselnd je nach dem Alter der Thiere mehr oder weniger Lagen von hyalinem Knorpel mit radiärgestellten Zellreihen und Lamellen von Knorpelknochen. Auf die äusserste Lage von Knorpel folgt dann noch an der Seite ein dünnerer Knorpelüberzug, der von den rings verschmolzenen Bogen herrührt und am Schwanze auch eine schwache oberflächliche Ossification zeigt. Auffällig ist dabei die beträchtliche Anzahl von Blutgefässen, die von aussen radiär, zum Theil bis an oder in den innersten Knochenring eindringen. Die Wände derselben sind auch in den Knorpellamellen verkalkt. Das genauere Verhalten der Gefässe ist ihm dabei entgangen. Die Elastica externa zu erkennen gelang ihm nur an einem jungen Exemplare, und zwar nach aussen vom oberflächlichsten Knochenringe des Körpers und eine denselben unmittelbar begrenzende Knorpellage mit radiär gestellten Zellen.«

Bei schwacher Vergrösserung erscheint die Chorda im Centrum des Wirbels rhombisch eingeschnürt (Fig. 9 *a*), die Winkel des Rhombus nach oben, unten und zu den Seiten gekehrt, bei stärkerer Vergrösserung zeigt sich dagegen eine Sternfigur (Fig. 13 *g*), insofern die Seiten gebuchtet und mit kolbenartigen Vorsprüngen besetzt erscheinen. Dieselbe besteht im Centrum aus langgezogenen, der Wirbelaxe entsprechend gestellten, dicht gedrängten und abgeplatteten Faserzellen, die erst in den Wirbelhöhlungen dem gewöhnlichen Aussehen der Chorda Platz machen und derselben den Character eines grossmaschigen Netzwerkes mit polygonalen oder rundlichen Maschen verleihen. Das Chordaepithel habe ich nur in den Aushöhlungen als eine einfache Lage platter Zellen nachweisen können. Die Elastica interna ist deutlich, aber sehr zart.

Die Chordascheide oder der chordale Wirbelkörper besteht der Elastica zunächst aus einer dünnen Lage hyalinen Knorpels (Fig.

13*a*), welche im Centrum des Wirbels stärker erscheint, als im centralen Theil der Wirbelhöhlungen. Dagegen nimmt sie an der Peripherie der letzteren wieder allmälig an Stärke zu (Fig. 8) und geht dort in das Intervertebralgewebe über, welches sich ohne Trennungsgrenze (Fig. 8 *d*) in das entsprechende Gewebe des benachbarten Wirbels fortsetzt. Es ändert sich dabei nur die Lage der Zellen. Während dieselben sonst in der Ebene der Wirbelhöhlung liegen, biegen sie an der Peripherie um in die horizontale. Dabei geht der hyaline Knorpel gegen die freie Oberfläche des Wirbels hin allmälig in Faserknorpel mit spindelförmigen Zellen und darauf in fibrilläres Bindegewebe über, welches als eine Fortsetzung der folgenden Schicht erscheint, und über die das Periost verhältnissmässig locker angeheftet hinwegzieht. In der unmittelbarsten Umgebung der Elastica interna ist die hyaline Zwischenzellsubstanz, in der die Zellen, wie sich auf dem Querschnitt ergibt (Fig. 13 *a*), radiär angeordnet sind, reichlicher vorhanden, während sie dagegen in den peripheren Lagen sparsamer erscheint, so dass die Knorpelzellen hier dichter zusammenliegen, zugleich aber auch abgeplatteter und concentrisch um die Chorda gelagert sind (Fig. 13 *a*).

Darauf folgt der centrale Doppelkegel (Fig. 8 *a*). In der Mitte des Chordacanals erscheint derselbe am dünnsten (Fig. 8), dagegen am Uebergange in die Wirbelhöhlung am stärksten. Gegen die Peripherie nimmt er wieder an Stärke ab (Fig. 8), springt an der freien Oberfläche vor und bildet hier die abgerundeten Randleisten des Wirbels (Fig. 3). Der Doppelkegel erscheint im Centrum des Wirbels, im Bereich des eigentlichen Chordacanals, wie der Längsschnitt lehrt, abgeplattet mit in die hyaline centrale Knorpelmasse vorspringenden, abgerundeten Rändern, so dass der im Centrum des Wirbels befindliche, an die Elastica interna grenzende Hyalinknorpel gleichsam in eine Aushöhlung zu liegen kommt (Fig. 8 *g*). Die Ansichten Kölliker's in Betreff der Zusammensetzung des Doppelkegels erscheinen mir nicht stichhaltig. Derselbe besteht nicht aus Faser und Knorpelknochen, sondern in toto aus einem verkalkten Knorpelgewebe, welches grösstentheils hyalin ist und nur an der Oberfläche des Wirbels beim Uebergange in die faserige Bindesubstanz des Zwischenwirbelgewebes in Faserknorpel übergeht. Immerhin ist die Annahme, dass Fasermassen in die Bildung des Doppelkegels eingehen, erklärlich, wenn man sieht, wie sich die Knorpelzellen in bestimmten Lagen abplatten (Fig. 13 *b*, *c*, *d*) und zuweilen sogar das Aussehen spindelförmiger Bindegewebszellen gewinnen, ohne

jedoch deren protoplasmatische Ausläufer zu besitzen. Ferner erscheinen hier und da in der hyalinen verkalkten Substanz Streifungen, die leicht für Fasern gehalten werden können, wie Aehnliches auch in den nicht verkalkten Massen des hyalinen Knorpels zu Tage tritt.

Ich unterscheide am centralen Doppelkegel drei Schichten, eine mittlere und zwei Belegschichten, die ohne scharfe Begrenzung und oftmals unregelmässig in einander übergreifend gegenüber den benachbarten sowohl centralen, wie peripheren Knorpelmassen abgesetzt sind (Fig. 13). Der Unterschied der drei Schichten ist auf dem Querschnitt am deutlichsten, da die mittlere Schicht dunkler erscheint, während die Belegmassen heller aussehen (Fig. 13). Auf dem Längsschnitt erscheinen diese Helligkeitsunterschiede weniger markirt, was selbstverständlich in der eigenartigen Zusammensetzung der Schichten begründet ist. Im Uebrigen existirt auch keine scharfe Grenze zwischen den drei Lagen. Am deutlichsten trennt sich noch die mittlere Zone von der peripheren, weniger von der centralen. Oft erscheint, aber nur auf dem Querschnitt deutlich nachweisbar, eine hellere, undeutlich begrenzte Verbindungsschicht der centralen mit der inneren Belegmasse (Fig. 13 *c*).

Letztere, welche wie bereits hervorgehoben, an den centralen Hyalinknorpel anstösst und mit unregelmässigen Fortsätzen in dieselbe eingreift (Fig. 13 *a*), zeigt ein rundmaschiges, verkalktes Zwischenzellgewebe, in dessen Räumen die entsprechend geformten Knorpelzellen eingesprengt sind (Fig. 13 *a*). Dieselben sind, jedoch in wenig augenfälliger Weise, concentrisch um die Chorda angeordnet. Hier und da glaube ich eine feine, radiäre Streifung gesehen zu haben, aber ich will keinen besonderen Werth auf diese Beobachtung legen, obgleich dieselbe mit Bezug auf die Erscheinungen, die der fossile Wirbel darbietet, nicht ganz uninteressant erscheint.

Die Maschen der auf dem Durchschnitt dunkler erscheinenden Uebergangszone sind dichter gedrängt und wenn dieselben auch ihre rundliche Form im grossen Ganzen bewahren, so kommen doch bereits zwischen ihnen eingesprengt plattere Maschen vor, nach deren Form sich selbstverständlich die Gestalt der eingelagerten Knorpelzellen richtet (Fig. 13 *c*).

Die stark abgeplatteten Knorpelzellen der folgenden, mittleren Schicht zeigen sehr ausgeprägt eine concentrische Anordnung um die Chorda, und da dieselben bei verhältnissmässig sparsamer, ver-

kalkter Intercellularsubstanz dicht gedrängt erscheinen, so erklärt sich aus diesen Umständen das dunkle Aussehen, das diese Lage auf dem Querschnitt bei durchfallendem Lichte darbietet. Im Querschnitt wenden die Zellen ihre grössten Flächen dem durchfallenden Lichte entgegen (Fig. 13*d*).

Die periphere Lage (Fig. 13*e*) bietet sowohl auf dem Längs- wie auf dem Querschnitt das gleichförmige Bild eines verkalkten Hyalinknorpels mit rundlichen Höhlungen zur Aufnahme der runden Knorpelzellen. Von einer regelmässigen Anordnung der letzteren ist keine Rede, dagegen trifft man häufig auf eingesprengte Inseln unverkalkten hyalinen Knorpels. Bis in diese Schicht reichen die beiden schon von J. Müller erwähnten und von Kölliker richtig beschriebenen Gefässcanäle (Fig. 9*e*), welche jungen Thieren eigenthümlich sind. Die Eintrittsöffnungen derselben an den Basen der Neurapophysen finde ich bereits in der dem Agassiz'schen Werke beigegebenen Abbildung richtig angedeutet (Vol. 3. Tab. 40*b* Fig. 6).

Die Höhlung des Doppelkegels ist im Anschluss an diese periphere Schicht von concentrischen Lagen hyalinen und verkalkten hyalinen Knorpels ausgefüllt (Fig. 8. 9), die regelmässig mit einander abwechseln. Je älter das Thier ist, desto grösser die Zahl derselben. Mit Bezug auf diese sind die Beobachtungen Kölliker's vollkommen zutreffend. Richtig ist auch seine Annahme einer vielfach durchbrochenen feinen Elastica externa, welche die Grenze zwischen dem ausgedehnten chordalen Wirbelkörper oder der Chordascheide und der sehr dünnen, skeletogenen oder fortsatzbildenden Schicht bildet.

Die Lagen des verkalkten Hyalinknorpels sind von höchst ungleicher Dicke (Fig. 8*b*), immer aber im Centrum stärker entwickelt als an der Peripherie. Dieselben schliessen häufig kleinere oder grössere Inseln unverkalkten Knorpels ein und verbinden sich namentlich an dem Uebergange in den Doppelkegel (Fig. 8) mittelst radiärer, zuweilen Netze bildender Fortsätze unter einander. Die Abstände der einzelnen verkalkten Lagen sind ebenfalls sehr verschieden. An der Peripherie sind sie (Fig. 8, 9) dichter zusammengedrängt, als im Centrum. Wie Kölliker[1]) richtig bemerkt liegt auf der äussersten peripheren Verkalkungszone noch eine dünne Lage hyalinen Knorpels (Fig. 9*g*) und dann folgt die äussere elastische Grenzmembran. Die Schichten hyalinen Knorpels zeichnen

[1]) l. c.

sich, wie ebenfalls von meinem Vorgänger richtig hervorgehoben wurde, durch die radiäre Stellung der Knorpelzellen aus (Fig. 13*f*). Auf dem Querschnitt zeigte sich dabei aber deutlich eine radiäre Streifung (Fig. 13), eine Streifung, die hier und da deutlich das Bild feiner Canälchen darbot. Ich wurde dabei unwillkürlich an die namentlich von BUBNOFF[1]) beschriebenen Safteanälchen erinnert, um so mehr, weil ich hier und da in ihnen spindelförmige Protoplasmahaufen gesehen zu haben glaube. Ich will es vorläufig dahin gestellt sein lassen, ob wir es mit wirklichen Safteanälchen oder, was ich eher anzunehmen geneigt bin, mit Kittsubstanz gefüllten intercapsularen Räumen zu thun haben, denen ich allerdings die Bedeutung der Fortleitung der Ernährungsflüssigkeit zuschreibe. Sie würden somit die Rolle des Safteanalsystems übernehmen. Diese Ernährungsbahnen müssen gerade hier ausgeprägter sein, wie an anderen Knorpelmassen, weil zwei mächtige Gefässcanäle an den Basen der oberen Bogen beginnend, ohne sich zu theilen, in radiärer Richtung gegen das Centrum hin die Schichten durchsetzen. Es wird somit ein bedeutender Nahrungsstrom in den Wirbel hineingeführt, der sich selbstverständlich darin vertheilen muss. Das kann nur auf dem Wege der Safträume geschehen, da von einer Vertheilung capillärer Gefässe im Inneren der Knorpelmassen keine Rede ist. Freilich stehen mir keine Injectionspräparate zu Gebote, allein es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass das ohne Abgabe von Aesten in dem Canal verlaufende Gefäss an der Grenze des Doppelkegels schlingenförmig rückbiegt. Die Gefässwandung besteht aus einer längsgestreiften Bindegewebsmembran, welche selbst dort, wo sie die hyalinen Knorpellagen durchsetzt (Fig. 9*e*) ringsum von verkalktem Knorpel umkleidet ist.

Die aus hyalinem Knorpel bestehende fortsatzbildende Schicht, deren Zellen durch reichlichere Intercellularsubstanz, wie in der Chordascheide getrennt und in concentrischen Reihen angeordnet sind, umgreift im Gegensatz zu der Ansicht KÖLLIKER's, am Schwanze junger Thiere nicht vollständig den chordalen Wirbelkörper, oder die Chordascheide. In der dorsalen und ventralen Mittellinie liegt die Elastica externa als zusammenhängende, feine Basalmembran dem Periost oder Perichondrium des Canalis neuralis resp. haemalis unmittelbar an. Seitlich ist dagegen die Umwachsung vollständig. Die davon ausgehenden Lagen zeigen, wie J. MÜLLER und KÖLLIKER richtig

[1]) Beiträge zur Kenntnis der Structur des Knorpels. Bd. LVII der Sitzungsberichte der k. k. Academie der Wissenschaften. Wien 1868.

bemerkten, sowohl an der Innen-, wie an der Aussenfläche und namentlich an den Basen stark entwickelte Verkalkungsschichten (Fig. 9 *a. b*).

Squatinae fossiles.

Bei der mikroskopischen Untersuchung fossiler Haiwirbel musste man von vorne herein erwarten, dass ein Theil der Gewebe nach dem Tode und während des Actes der Einbettung und Versteinerung entweder vollkommen oder zum grossen Theil verschwunden, resp. in eigenartiger Weise umgewandelt ist. Das gilt namentlich von den bindegewebigen Substanzen und Membranen, sowie von der leicht veränderlichen Zellmasse der Chorda, die besonders bei den kleineren Haien eine geringe Widerstandsfähigkeit besitzt. Dasselbe gilt aber auch für den hyalinen Knorpel, der wenn er auch der Fäulniss längeren Widerstand leistet, doch nur dann Aussicht auf Erhaltung gewährt, wenn die petrificirenden Substanzen denselben schnell durchtränken oder wenn auf dem Wege der Imbibition Massen in ihn eindringen, die bis zu dem Auftreten der Versteinerung denselben in seinen Structurverhältnissen erhält. Die Hoffnung auf Erhaltung des Baues beruht wesentlich auf der Anwesenheit mehr oder minder ausgedehnter, verkalkter Gewebe. In der That lehrt bereits eine Betrachtung mit blossem Auge, dass unmöglich alle Substanzen in ihrem eigenartigen Aufbau erhalten sein können, da bei den meisten fossilen Wirbeln jede Spur der Neur- und Hämapophysen fehlt, die nur an den zusammenhängenden Wirbeln von Squatina acanthoderma und Thaumas alifer in Rudimenten vorhanden sind. Dieser Umstand weist von vorne herein darauf hin, dass die aus hyalinem Knorpel bestehende skeletogene Schicht kaum in ihren Structurverhältnissen nachweisbar sein wird.

In der That habe ich an keinem der von mir mikroskopisch untersuchten Wirbel aus dem oberen Jura (Nusplingen, Squatina acanthoderma) und der oberen Kreide (Ciply) eine Spur der Elastica externa, der Chorda, der Elastica interna oder der unter der Elastica externa gelegenen und der Chordascheide angehörenden, hyalinen Knorpellage vorgefunden, und somit ist es auch erklärlich, wenn bei den Wirbeln von Ciply, Aachen, Maestricht jede Andeutung der fortsatzbildenden Schicht verschwunden war und nur bei Squatina acanthoderma und Thaumas alifer die verkalkten Partien der Basen der oberen und unteren Bogen nachweisbar waren. Bei den

Wirbeln aus der oberen Kreide (Ciply) ist sogar ein Theil der peripheren, concentrischen, verkalkten Schichten des chordalen Wirbelkörpers verschwunden (Fig. 12) und aus diesem Umstande erklärt sich das eigenartige, oben beschriebene äussere Aussehen dieser Squatinawirbel (Fig. 3). Die nur zum Theil verschwundenen peripheren Verkalkungszonen stehen als zwischen den Rändern des Doppelkegels sich erstreckende Leisten (Fig. 3) an der Wirbeloberfläche an (Fig. 3), weil ihre Zwischenräume mit Gesteinsmassen gefüllt sind und Nichts weist bei oberflächlicher Betrachtung auf den concentrischen Bau des Wirbels hin. Erst beim Durchschneiden tritt dieser deutlich zu Tage. Auf diese Weise kommt das täuschende Bild eines Lamnawirbels zu Stande. Sind diese verkalkten Lagen nicht durchbrochen, so erscheint der Wirbel glatt oder zeigt wegen des buchtigen Verlaufes der Verkalkungszone an der Peripherie schwache Andeutungen von Längsstreifen (Fig. 1, 2).

Die Chorda sowohl, wie die Elastica interna sind wie erwähnt auch nicht in Spuren nachweisbar. Statt ihrer findet sich bei dem Wirbel aus der oberen Kreide (Ciply) (Fig. 10, 15) eine mit zahlreichen Foraminiferen (Globigerinen, Nodosarien etc.) durchsetzte graue Kreidemasse, die ausserdem mit Kalkspath gefüllte Lücken aufweist, wie dasselbe auch in der Gesteinsmasse, die statt der Chorda die Höhlung der Wirbel aus dem oberen Jura (Nusplingen) ausfüllt, der Fall ist (Fig. 4 *d*). Eingelagert erscheinen ferner gelblich oder dunkelgelb und braun gefärbte körnige Massen, deren Natur ich nicht zu bestimmen vermag, die aber ihre Färbung wohl irgend einem Metalle verdanken. Dieselben Massen haben auch die concentrischen Lagen hyalinen Knorpels (Fig. 14 *f*, 15 *a*) und theilweise sogar die verkalkten Zonen verdrängt (Fig. 12 *e*) und ersetzt, so dass sich namentlich an den Wirbeln von Ciply nur die compacteren, inneren, verkalkten Schichten erhalten haben, während die in den Hyalinknorpel übergreifenden Fortsätze derselben grossentheils verschwunden sind. Das ist bei den Wirbeln von Squatina acanthoderma, deren Erhaltungszustand ja viel vorzüglicher ist, in sehr geringem Maasse der Fall, hat aber bei den Wirbeln der oberen Kreide zur Folge, dass die Dicke der verkalkten concentrischen Lagen gegenüber den die hyalinen Schichten ersetzenden Kreidemassen beträchtlich abgenommen hat (Fig. 12 *e*) und somit nicht wie bei den Wirbeln aus dem oberen Jura (Fig. 4 *d*) der getreue Ausdruck des Verhaltens während des Lebens ist. Bei den Wirbeln aus Aachen und Maestricht muss die Ausfüllungsmasse, die den Character eines gleichmässigen

Schlammes trägt, zusammenhangsloser sein, da sie auf den Wirbelbruchflächen zwischen den concentrischen Verkalkungsschichten grösstentheils herausgefallen ist.

Bei dieser ausgiebigen Verdrängung selbst widerstandsfähiger, organisirter Substanzen war es mir daher recht überraschend nicht allein den Doppelkegel in seinen einzelnen Lagen deutlich gesondert vorzufinden, sondern sogar einen geringen Theil der centralen, hyalinen Knorpelmasse (Fig. 14 *a*), welche zwischen der Elastica interna und dem Doppelkegel gelagert ist. Es ist mir aber auch nur im Centrum, in der Umgebung des eigentlichen Chordacanals gelungen Spuren derselben nachzuweisen. Ich halte dafür die mit sparsamen rundlichen Lücken versehene, gleichmässige Lage, welche ausserdem spärliche, sternförmige Spalträume zeigt. Die rundlichen Lücken betrachte ich als die Räume der Knorpelkapseln, in denen während des Lebens die Knorpelzellen lagen, die hier durch gleichgeformte Gesteinsmassen ersetzt sind. Die sternförmigen Lücken halte ich für Spalten, die nothwendig entstehen müssen, wenn die zwischen den Knorpelkapseln befindliche Intercellularsubstanz verschwindet und die Kapseln selbst petrificiren.

Der Doppelkegel der fossilen Wirbel zeigt sich wenigstens im Wirbelcentrum aus denselben characteristischen drei Lagen, einer mittleren und zweier Belegschichten zusammengesetzt, wie beim Wirbel der jetzt lebenden Thiere. Gegen die Peripherie hin gelang es mir dagegen niemals mehr wie zwei Schichten nachzuweisen. Es scheint dort die innerste, centrale verwittert zu sein. Gelingt es dagegen, am besten auf dem Querschnitt, die drei Lagen gesondert nachzuweisen, da erscheint auch, wie so oft bei den jetzt lebenden Thieren, die Zusammensetzung der mittleren Lage aus zwei untergeordneten Schichten, von denen ich die eine (Fig. 13 *c*) als Uebergangsschicht bezeichnete.

Die innerste Lage (Fig. 14 *b*) zeigt eine vollkommen gleichmässig versteinerte Intercellularsubstanz, in der die Zellräume mit gelbbraunen oder schwarzen körnigen Massen statt der Zellen gefüllt sind. Die Grenzen der ursprünglichen Knorpelkapseln sind nur schwach angedeutet. Warum nun aber bei den einzelnen Wirbeln gerade im Centrum die Erhaltung der Lage eine vollkommnere ist, wie an der Peripherie, darüber vermag ich mir keine ganz klare Vorstellung zu machen. Ich halte es nicht für unmöglich, dass die conservirende und versteinernde Substanz leichter in das

Wirbelcentrum dringt, weil bei vielen Haien, so bei Squatina, der centrale Theil der Chorda leichter vergänglich und zarter erscheint, als es an der Peripherie der Fall ist.

Die Uebergangszone (Fig. 11 *c*) erscheint deutlicher. Die in concentrischen Reihen um das Wirbelcentrum gelagerten mehr abgeplatteten Höhlungen, welche den Knorpelzellhöhlen im Leben entsprechen, sind mit ihrem Inhalt dichter zusammengedrängt, die verkalkten und nachträglich versteinerten Knorpelkapseln sind schärfer abgesetzt und ein im Centrum der Lage sparsam vorhandenes sternförmiges Lückensystem macht an der Peripherie, wie der Querschnitt besonders schön zeigt (Fig. 14 *c*), einer Menge von stark lichtbrechenden, von Doppelcontouren begrenzten Canälen Platz. Das Zustandekommen dieses Lücken- und Canalsystems vermag ich nur so zu erklären, dass sich bei den lebenden Thieren Verkalkungsterritorien, sei es jeder Kapsel, oder einer Gruppe derselben entsprechend bilden und dass sich zwischen ihnen eine das Licht nahezu gleich brechende Substanz befindet, die entweder unvollkommener oder gar nicht verkalkt der Fäulniss weniger Widerstand leistet und somit vor dem Eindringen der versteinernden Massen schwindet und ein interterritoriales Lückensystem schafft, welches je nach der Form der Verkalkungsbezirke Formverschiedenheiten darbietet. Dieses Lückensystem würde dann den Safträumen im Leben entsprechen. Es wäre aber eine Erklärung auch in der Annahme gefunden, dass die peripheren Lagen der Verkalkungsbezirke im Leben mit geringeren Massen von Kalksalzen imprägnirt und somit weniger widerstandsfähig sind.

Darauf folgt die Schicht, die der dunkleren Abtheilung der mittleren Lage des Doppelkegels der lebenden Squatina entspricht (Fig. 14 *d*). Die Zelllücken sind in derselben noch dichter gedrängt, vollkommener abgeplattet und in die Länge gezogen. Die concentrische Schichtung tritt auch bei den fossilen Wirbeln auf dem Querschnitt zu Tage. Diese Zone dehnt sich besonders in den peripheren Abschnitten der Wirbelhöhlung aus (Fig. 10). Auffallend war mir, dass in den Wirbeln der oberen Kreide die hellgelben, körnigen Einlagerungen in dieser Schicht viel reichlicher vorhanden waren, als in der vorhergehenden. Das Canal- und Lückensystem zeigte sich in derselben ebenfalls concentrisch angeordnet, gleichmässig durch die ganze Masse vertheilt, äusserst dicht gedrängt und zum Theil weiter wie in allen übrigen Lagen des Wirbels. Diese Erscheinung war mir um so interessanter, weil wir von der lebenden

Squatina wissen, dass an der Grenze dieser Schicht die Gefässcanäle ihr blindes Ende finden.

Die äussere Lage des Doppelkegels (Fig. 14 *c*) ist namentlich im Centrum von grossen, mit Kalkspath gefüllten Lücken durchbrochen, ein Beweis, dass im Leben Inseln hyaliner Knorpelsubstanz eingesprengt waren. Die einzelnen Verkalkungsterritorien sind ziemlich deutlich abgegrenzt (Fig. 14) und das Lückensystem ist, wie das der Querschnitt, nicht aber der Längsschnitt zeigt, in radiärer Richtung angeordnet. Die Zellhöhlen sind wie bei dem lebenden Wirbel rundlich und weniger dicht gedrängt, wie in der mittleren Schicht. Eine gleichmässige, gelbliche Färbung findet sich im grössten Theil derselben. Dieselbe gelbliche oder rothgelbe Färbung zeichnet auch die concentrischen Lagen des versteinerten, verkalkten Knorpels aus (Fig. 15 *b*), die wellig verlaufend (Fig. 12), sich hie und da, namentlich am Ansatze an den Doppelkegel (Fig. 11 *b*) radiäre Verbindungen zusenden. Von den durchsetzenden Gefässcanälen, deren Oeffnungen wenigstens bei Squatina acanthoderma und Thaumas alifer auf der Oberfläche sichtbar sind, habe ich im mikroskopischen Bilde nichts mit Sicherheit entdecken können. Ich glaube nicht, dass die fossilen Squatinae in dieser Beziehung sich anders verhalten werden, wie die lebenden. In den concentrischen Lagen umgrenzt das Spaltsystem nicht allein die einzelnen Verkalkungsbezirke (Fig 15 *b*), sondern dringt selbst buchtig verlaufend in dieselben ein und bietet somit ein ausserordentlich complicirtes Bild, in dem man erst nach längerem Betrachten die einfachen Hauptcontouren der verkalkten Zwischenzellsubstanz mit den einzelnen Zellhöhlen wiederfindet.

Die fortsatzbildende oder skeletogene Schicht ist, wie bereits erwähnt, nur bei Squatina acanthoderma und Thaumas alifer vorhanden und habe ich die Ueberreste derselben bei ersterem Thiere mikroskopisch zu untersuchen Gelegenheit gehabt. Es handelt sich nur um die Basen der Bogen und auch nicht einmal um alle Bestandtheile derselben, sondern nur um die inneren und äusseren verkalkten Partien. Der Hyalinknorpel ist vollständig ausgefault und an deren Stelle Gesteinsmasse getreten, deren Eindringen die innere und äussere verkalkte Lage zerbröckelt und die einzelnen Scheiben durch einander geworfen hat. Immerhin bieten die Scheiben aufs deutlichste das Bild einfach ossificirten hyalinen Knorpels dar.

Placoidschuppen und Zähne.

Ist es mir, wie ich glaube, in den vorstehenden Schilderungen gelungen, vor Allem durch die mikroskopische Analyse der Wirbel nachzuweisen, dass es sich um Squatinae handelt und dass die Ansichten von Fraas mit Bezug auf Squatina acanthoderma vollkommen richtig sind, so wird man, abgesehen von dem Hervorheben der Aehnlichkeit der äusseren Formverhältnisse der Wirbel von Thaumas alifer mit denen von Squatina, Aehnlichkeiten, die auch Giebel bei der Beurtheilung der weiteren Ueberreste benutzt, doch den zwingenden Beweis für die Richtigkeit der Ansicht, dass Thaumas eine Squatina ist, vermitteln. Es muss das um so mehr der Fall sein, weil sich aus den mangelhaft conservirten Ueberresten kein absolut sicherer Schluss auf die Natur des Thieres machen lässt.

Ich habe mich gescheut das mir vorliegende Originalexemplar der münchener Sammlung weiter zu verstümmeln und gesucht auf einem anderen Wege zur Klarheit zu kommen. Ich benutzte dazu die Placoidschuppen, die reichlich vorhanden, ohne merklichen Nachtheil sich abheben und untersuchen liessen.

Wie die Zähne, so sind auch die Schuppen in den verschiedenen Familien der Plagiostomen verschieden geformt, und da die Ersteren mit so ungemeinem Erfolge, namentlich von Agassiz zur Bestimmung fossiler Selachier benutzt worden sind, so hielt ich es für möglich auch die Placoidschuppen in ähnlichem Sinne verwerthen zu können, um so mehr, weil die Arbeiten von O. Hertwig[1]) zur Evidenz lehren, dass Zähne und Schuppen homologe Bildungen sind und zugleich zeigen, dass auch letztere bedeutende Formverschiedenheiten innerhalb der Familien darbieten. Es wurde mir jedoch sehr bald klar, dass man ebenso wie bei der Verwerthung der Zähne besonders vorsichtig zu verfahren habe. Ich würde es nur in den seltensten Fällen wagen blos mit Hülfe des Integumentes die Zugehörigkeit eines fossilen Haies zu einer bestimmten Familie mit Sicherheit auszusprechen. Wie bei den Zähnen, so gewinnt die Form der Placoidschuppen eine besondere Bedeutung erst dann, wenn die genaue Analyse der übrigen Ueberreste, namentlich der Wirbel vorangegangen ist. Ist dadurch die Familienzugehörigkeit einmal bewiesen, so glaube ich sind die Reste des Integumentes ausserordentlich werth-

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

voll für die Bestimmung der Individualität. Wie ungemein schwer es ist unter allen Umständen bei ausschliesslicher Untersuchung der Schuppen die Träger richtig zu classificiren, das lehrt meiner Ansicht nach eine Vergleichung der Abbildung einer Placoidschuppe von Squatina vulgaris mit der von O. Hertwig [1]) gegebenen des gleichen Gebildes von Mustelus laevis, namentlich auch, weil es bekannt ist, dass die Länge des Schuppenstachels und die Richtung, ja selbst die Form bei demselben Thiere in gewissen Grenzen, je nach den Regionen schwankt. Betrachtet man aber die Placoidschuppen von Squatina vulgaris, acanthoderma und alifer (Fig. 17, 18, 19), nachdem letztere unzweifelhaft als Meerengel erkannt sind, so glaube ich wird jeder die Berechtigung der Unterscheidung von

Squatina acanthoderma
und - alifer (Thaumas)
von der lebenden Squatina vulgaris

zugeben. Dabei möchte ich vor Allem hervorheben, dass es durchaus nicht genügt die Schuppen nur von der Fläche zu betrachten, sondern dass die Betrachtung von der Seite und wo möglich die Anfertigung von senkrechten Schliffen, wie sie mir von acanthoderma vorliegen, nothwendig ist. Begnügt man sich mit der einen Beobachtungsweise, so wird man schwer zum sicheren Resultat kommen und es möchte kaum einem, der die Fig. 16 und 20 mit einander vergleicht, ohne Weiteres einfallen, dass diese Schuppen Thieren derselben Familie angehören.

Es lässt sich aber ein allgemeiner Familiencharacter der Placoidschuppen der Squatinae nicht ableugnen, ein Character, der weder aus der Beschreibung noch aus den Abbildungen von Fraas [2]) hervorleuchtet, aber an Schliffen und bei der Betrachtung von der Seite deutlich zu Tage tritt (Fig. 17, 18, 19). Bei allen ist der freie Theil der Schuppe knieförmig gebogen und man kann somit einen aufsteigenden und einen liegenden Theil des eigentlichen Hakens oder Zahnes unterscheiden. Ersterer erhebt sich aus der in die cutis eingesenkten Basal- oder Fussplatte (Fig. 19 *b*).

Bei alifer (Fig. 17) ist der übergebogene Theil des Hakens stumpf, das Knie dagegen kolbenartig angeschwollen. Dabei ist ersterer sogar gegen die Fussplatte geneigt. Bei acanthoderma erscheint das Knie schwächer ausgeprägt, der Haken ein wenig aus

---

[1]) l. c. [2]) l. c.

der Horizontalen aufgerichtet und etwas zugespitzt endend, während er bei unserer lebenden Squatina (Fig. 19), bei der das Knie noch weniger wie bei den fossilen Arten vorragt, noch mehr aufgerichtet ist und spitzer endet. Während der freie Theil bei vulgaris und acanthoderma ein wirklicher Haken ist (Fig. 18, 19), stellt er dagegen bei alifer (Fig. 17) mehr eine breite Platte dar, die allseitig die Fussplatte überragt, während das bei vulgaris höchstens mit der Spitze der Fall ist. Die Fussplatte überragt den Zahn in weiter Ausdehnung. Daraus resultirt die grosse Differenz im Flächenbilde. Bei Squatina vulgaris schimmert der Haken als ein kleiner spitzer Kegel durch die Mitte der hinteren Hälfte der Fussplatte, während der freie Theil bei alifer als breite, unregelmässig polygonale Tafel wie bei einem Manschettknopf das Fussstück überlagert. Dabei muss ich aber hervorheben, dass ich keineswegs glaube, dass bei den fossilen Meerengeln das bildlich dargestellte Grössenverhältniss zwischen Zahn und Fussplatte auch wirklich den Verhältnissen während des Lebens der Thiere entspricht, im Gegentheil. Wir wissen aus den Untersuchungen, namentlich von O. Hertwig[1]), dass der letztere wichtige Bestandtheil, von bindegewebigen Faserelementen im Leben durchzogen ausserordentlich bröcklich und leicht vergänglich erscheint, der Fäulniss wenig Widerstand leistet und so ist im fossilen Zustande nur ein Theil mehr vorhanden. Die Fuss- oder Cementplatte ist ja eine Bildung, die bei den Plagiostomen auf der Stufe des Anfanges ihrer Entwicklung stehen bleibt.

Ganz anders dagegen das von einem dendritisch verzweigten Canalsystem durchzogene, geschichtete Dentin (Fig. 19 *d*), in dessen Basis, am Uebergange in die Cementplatte die Pulpahöhle sich zeigt, und welches an der freien Oberfläche vom Schmelz überzogen erscheint. Die Structur des Dentins tritt an den fossilen Schuppen gerade so gut zu Tage, wie an denen der lebenden Thiere. Dass sich der Verlauf der Zahnbeinröhrchen nach der Form des freien Theiles des Hakens richtet lehrt ein Blick auf die Zeichnungen. Ein allseitig sich verzweigender Baum bei alifer, biegen bei acanthoderma und vulgaris seine Hauptzweige in den Haken ein.

Was nun für die Placoidschuppe bezüglich ihrer Verwerthbarkeit für die Systematik gilt, das gilt auch in gewissem Sinne für die Zähne der Haie. Damit trete ich allerdings den Ansichten erfahrener und berühmter Forscher entgegen und es geschieht das gewiss

---

[1]) l. c.

nicht leichten Herzens, allein, wenn ich auch zugebe, dass es auch bei ihnen allgemeine Familienkennzeichen gibt, so zeigen doch gerade die ungeheuren Formverschiedenheiten innerhalb des Rahmens derselben, dass es nicht ohne Weiteres angeht auf Grund der Zahnformen neue Familien zu gründen, die in der jetzigen Lebewelt keine Repräsentanten mehr besitzen und von denen selber zugestanden wird, dass sie sich nur schwer von den bekannten Thieren und Thierfamilien unterscheiden lassen. Ich habe vielfach Zahnreihen aus der Mitte und von den Enden des Ober- und Unterkiefers der verschiedenen Haie durchmustert und eine so gewaltige Verschiedenheit der Gestalt gefunden, dass ich mit Bezug auf den Werth, der denselben für die Systematik beigelegt ist, immer skeptischer geworden bin. Ja selbst benachbarte Zähne zeigen, wie die Abbildungen von Squatina vulgaris lehren, so bedeutende Differenzen, dass man dieselben, wenn sie fossil gefunden worden wären, wohl unzweifelhaft unterschiedenen Individuen zuschreiben würde.

Der Werth der fossilen Haifischzähne für die Systematik sinkt um so mehr, weil die Fuss- oder Cementplatte, und zwar aus denselben Gründen wie bei den Placoidschuppen, selten in voller Ausdehnung erhalten zu sein pflegt. Nur das Zahnbein und der Schmelz sind conservirt. Sind aber ausser ihnen noch andere Reste vorhanden, so sind sie, wie die Schuppen, ein äusserst werthvolles Material.

Wie zweifelhaft der Werth der Zähne bei der Aufstellung vollkommen neuer Familien ist, das trat mir besonders vor Augen, als ich die Angaben von Agassiz über die Familie Otodus und die Abbildungen der Zähne derselben durchmusterte, die so colossale Formverschiedenheiten darbieten, dass man nur unter der Annahme des absoluten Werthes dieser Gebilde zur Aufstellung einer eigenen Familie kommen kann. Diese Ueberzeugung scheint aber selbst bei Agassiz keine besonders feste zu sein. Gesteht er doch selber zu, dass es oft schwer, wenn nicht unmöglich sei dieselben von solchen, die der Familie Lamna angehören, zu unterscheiden. Ich möchte glauben, dass in der Familie Otodus noch Squatinae verborgen sind und dass die Uebrigen zur Familie Lamna in den bekannten Formen gerechnet werden müssen. Der Umstand, dass Zähne von Otodus appendiculatus, latus und serratus an denselben Orten und in denselben Schichten gefunden sind, wie die Squatina und ein Theil der Lamnawirbel machte mich stutzig und vergleicht man nun die Zähne von Squatina vulgaris mit denen von Otodus apiculatus und obliquus

(Fig. 23, 24), namentlich den Zahn (Fig. 22) mit dem des obliquus (Fig. 23), so ist, wenn man bedenkt, dass an den fossilen Zähnen die Fussplatten grössten Theils verschwunden sind, kein so grosser Unterschied zwischen ihnen, wie zwischen den von Agassiz abgebildeten Zähnen von Otodus obliquus und denen von Otodus serratus oder selbst zwischen den einzelnen Zähnen des Otodus obliquus.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXX.

Fig. 1. Seitenansicht eines Wirbels von Squatina acanthoderma aus dem oberen Jura (Nusplingen). *a.* Gefässöffnungen. *b.* Leisten von den oberflächlichen, concentrischen Lamellen herrührend. Natürliche Grösse.

Fig. 2. Zwei Wirbel von Squatina alifer aus dem oberen Jura von der Dorsalseite gesehen. Vergr. 2 mal. *a.* Die Reste der Neurapophysen. *b.* Leisten von den oberflächlichen, concentrischen Verkalkungsschichten herrührend.

Fig. 3. Wirbel aus der oberen Kreide (Ciply), von der Dorsalseite gesehen. Einmalige Vergrösserung.

Fig. 4. Bruchfläche eines Wirbels aus der oberen Kreide (Maestricht) mit centralem Kern und den concentrischen Lamellen. Einmalige Vergrösserung.

Fig. 5. Bruchflächen eines Wirbels aus der oberen Kreide (Maestricht) von der Wirbelhöhlung aus gesehen. Natürliche Grösse.

Fig. 6. Die glatte ventrale Fläche des vorigen Wirbels.

Fig. 7. Die dorsale Bruchfläche eines Wirbels, Senon (Aachen) mit den concentrischen Lamellen. Dreimalige Vergrösserung.

Fig. 8. Längsschnitt durch die Wirbelsäule einer Squatina vulgaris. Vergr. 10mal. *a.* Centraler Doppelkegel. *b.* Die verkalkten Schichten hyalinen Knorpels. *c.* Periost. *d.* Intervertebralgewebe. *e.* Intervertebraler Theil der Chorda, der Wirbelhöhle entsprechend. *f.* Eigentlicher Chordacanal. *g.* Verdickung der centralen hyalinen Knorpellage an den Enden des eigentlichen Chordacanals.

Fig. 9. Mittlerer Querschnitt durch einen Schwanzwirbel von Squatina vulgaris. *a.* Haemapophysen mit verkalkter Peripherie. *b.* Neurapophysen. *c.* Chorda. *d.* Centraler Doppelkegel. *e.* Gefässcanäle. *f.* Die concentrischen Schichten hyalinen Knorpels der Chordascheide. *g.* Die hyaline Knorpellage unter der Elastica externa. *h.* Die concentrischen Lagen verkalkten Knorpels. *i.* Die skeletogene oder fortsatzbildende Schicht.

Fig. 10. Längsschnitt durch den Wirbel einer Squatina (Obere Kreide Ciply). *a.* Centraler Doppelkegel. *b.* Kreidemassen an Stelle der hyalinen Knorpellagen. *c.* Die concentrischen Schichten verkalkten Knorpels. Vergr. 4 mal.

Fig. 11. Mittlerer Längsschnitt eines Wirbels von Squatina acanthoderma (Oberer Jura). Vergr. 4 mal. *a.* Centraler Doppelkegel. *b.* Die concentrischen Lagen verkalkten Knorpels. *c.* Gesteinsmassen an Stelle des hyalinen Knorpels. *d.* Mit Kalkspath gefüllte Lücken.

Fig. 12. Querschnitt durch den Wirbel einer Squatina (Obere Kreide Ciply). *a.* Innere Lage des centralen Doppelkegels. *b.* Uebergangszone. *c.* Dunkle mittlere Schicht. *d* Periphere Lage desselben. *e.* Die concentrischen Schichten verkalkten Knorpels. *f.* Kreidemassen an Stelle des hyalinen Knorpels. Vergr. 4 mal.

Tafel XXXI.

Fig. 13. Stück eines Wirbelquerschnitts von Squatina vulgaris. Vergr. 300. *a.* Hyaline Knorpellage der Chordascheide um die Elastica interna. *b.* Innere verkalkte Lage des centralen Doppelkegels. *c.* Uebergangszone. *d.* Dunkle Schicht der mittleren Zone des Doppelkegels. *e.* Periphere Belegschicht desselben. *f.* Hyaline, concentrische Knorpellage. *g.* Chorda.

Fig. 14. Stück eines Wirbelquerschnitts einer Squatina (Obere Kreide Ciply). Vergr. 300 mal. *a.* Reste der innersten, hyalinen Knorpellage der Chordascheide. *b.* Innere Verkalkungszone des centralen Doppelkegels. *c.* Uebergangszone. *d.* Dunkle Lage der mittleren Schicht. *e.* Periphere Belegschicht desselben. *f.* Kalkspath an Stelle des hyalinen Knorpels.

Fig. 15. Die concentrischen Lagen desselben Wirbelquerschnittes. Vergr. 300 mal. *a.* Kreidemassen mit Foraminiferen statt der concentrischen Lagen hyalinen Knorpels. *b.* Concentrische Lage versteinerten verkalkten Knorpels.

Fig. 16. Placoidschuppen von Squatina alifer (Oberer Jura) von der Unterfläche gesehen. Vergr. 10 mal. *a.* Reste der Fussplatte. *b.* Freier Schuppentheil.

Fig. 17. Senkrechter Durchschnitt einer Schuppe von Squatina alifer. Vergr. 70 mal. *a.* Knie. *b.* Aufsteigender Theil des Hakens.

Fig 1
a
b
Fig 3
Fig 5.
Fig 8.
Fig 2.
a
b
Fig 4.
Fig 7.
Fig 10.
Fig 8
c
f
g
d a
b c
Fig 9
b
h
i
g
a
e
c
d
f
Fig 11.
c
b
d
a
Fig 12.
f c
c b a
d

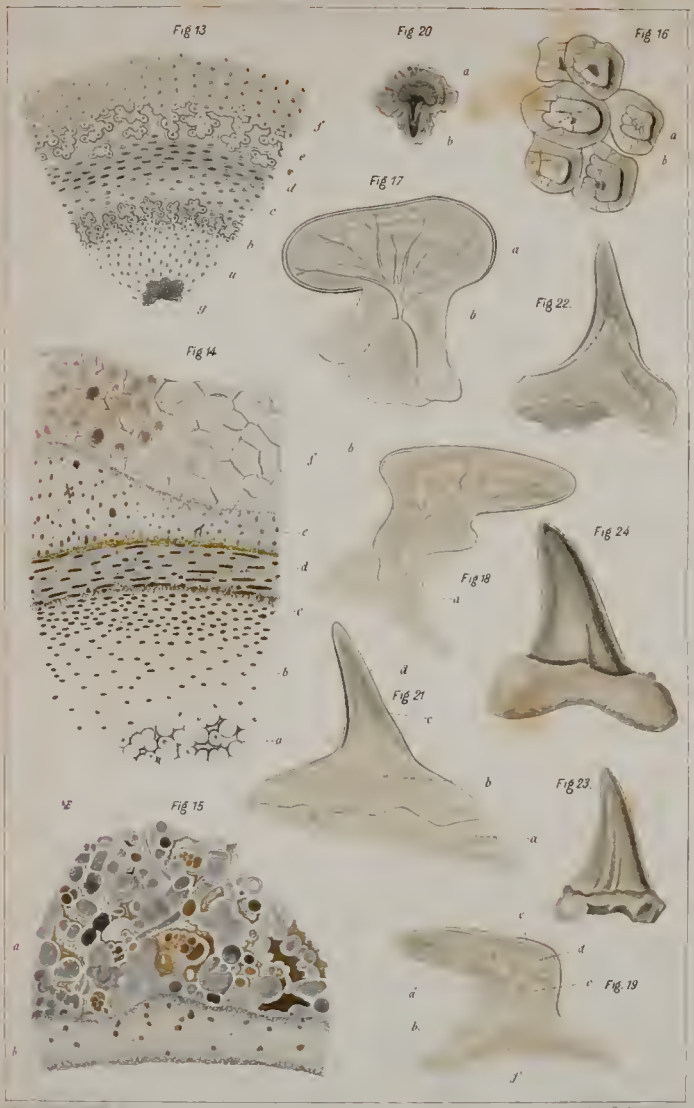
Fig 13
Fig 20
Fig 16
Fig 17
Fig 22.
Fig 14
Fig 24
Fig 18
Fig 21
Fig 23.
Fig 15
Fig. 19

Fig. 18. Senkrechter Durchschnitt durch eine Placoidschuppe von Squatina acanthoderma. Vergr. 70 mal. *a.* Reste der Fussplatte. *b.* Knie des Hakens.

Fig. 19. Senkrechter Durchschnitt durch eine Placoidschuppe von Squatina vulgaris. Vergr. 70 mal. *a.* Umgebogener Theil des Hakens. *b.* Fussplatte. *c.* Schmelz. *d.* Das geschichtete Dentin. *e.* Dentinröhren. *f.* Pulpahöhle.

Fig. 20. Placoidschuppe von Squatina vulgaris von der Unterfläche gesehen. Vergr 10 mal. *a.* Fussplatte. *b.* Durchschimmernder Zahn.

Fig. 21. Zahn von der Mitte des Unterkiefers (functionirende Reihe). *a.* Fussplatte. *b.* Zahnhöhle. *c.* Dentin. *d* Schmelz. Vergr. 10 mal.

Fig. 22. Ein Zahn aus der Nachbarschaft des vorigen. Vergr. 10 mal.

Fig. 23. Zahn von Otodus obliquus nach Agassiz. *a.* Dentin ohne Schmelzüberzug mit Resten der Fussplatte. *b.* Mit Schmelz überzogenes Dentin.

Fig. 24. Zahn von Otodus apiculatus nach Agassiz.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Gegenbaurs Morphologisches Jahrbuch - Eine Zeitschrift für Anatomie und Entwicklungsgeschichte

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 2

Autor(en)/Author(s): Hasse Carl

Artikel/Article: Die fossilen Wirbel Morphologische Studien 449-477