

Die fossilen Wirbel.

Morphologische Studien.

Von

C. Hasse.

(*Aus dem anatomischen Institut zu Breslau.*)

Die fossilen Squatinae. •

Mit Tafel XVII u. XVIII.

Die Güte meiner Herren Collegen ZITTEL, FISCHER, GEINITZ, sowie des Directors des Reichsmuseum in Leyden Dr. SCHLEGEL und des Herrn Dr. GRAEFFE in Triest hat mich in den Stand gesetzt meinen Untersuchungen über die Familie Squatina sowohl in ihren lebenden, als fossilen Repräsentanten eine solche Ausdehnung zu geben und die in der vorigen Arbeit niedergelegten Resultate so weit zu ergänzen, dass ich glaube den kommenden Forschungen über die ausgestorbenen Repräsentanten dieser Familie einen sicheren Boden bereitet zu haben. Auf ihnen fussend meine ich wird es nicht schwer sein, die etwa sich findenden Reste von Wirbeln bezüglich ihrer Zugehörigkeit zu den Squatinae zu prüfen, und ich fühle einstweilen die Berechtigung meine Untersuchungen über dieselben abzuschliessen und den übrigen Familien und Klassen in gleicher Weise meine Aufmerksamkeit zuzuwenden. Einmal ist es mir durch die nachträglichen Funde gelungen vom oberen Jura angefangen bis zur jetzigen Periode Repräsentanten nachzuweisen, und dann hat es sich bei mangelndem Material namentlich aus älteren Perioden herausgestellt, dass es für's Erste nicht möglich sein wird über die Stammes-

und Verwandtschaftsverhältnisse derselben innerhalb der Gruppe der Haie etwas vollkommen Sicheres hinzustellen. Vielleicht werden die weiteren Untersuchungen der übrigen Familien mehr Anhaltspuncte als bisher darbieten und am Schlusse dieser Arbeiten positivere Resultate in dieser Richtung zu erzielen sein, einstweilen vermag ich nur zu sagen, dass der angenommene Uebergang der Squatinae von den Haien zu den Rajae eine noch näher zu begründete Vermuthung ist. Es handelt sich um eine alte, frühzeitig abgezweigte, eigenartig ausgebildete Haiform, die von dem Jura bis in die Jetztzeit variierte, die ferner wie das bei eigenartigen, an Arten wenig zahlreichen und an Zahl immer mehr abnehmenden Typen der Fall zu sein pflegt auf den Aussterbeetat gesetzt zu sein scheint und wohl in der Kreideformation den Höhepunct ihrer Entwicklung erreicht haben möchte.

Bei meiner ersten Arbeit über die fossilen Squatinae erschien es mir als ein fühlbarer Mangel, dass mir von lebenden Meerengeln nur junge Exemplare zur Disposition standen. Mittlerweile habe ich nun Gelegenheit gehabt ein bedeutend älteres, ausgewachsenes Exemplar mit Bezug auf die mikroskopische Natur der Wirbel der beiden Körperabschnitte, Rumpf und Schwanz, zu untersuchen, und ich muss gestehen, dass ich erst durch diese weiter fortgesetzten Beobachtungen lebender Exemplare zur richtigen Beurtheilung einer ganzen Anzahl fossiler Wirbel gelangt bin.

Ich erlaube mir nun zunächst die Verhältnisse bei den erwachsenen, lebenden Squatinae zu schildern, weil daraus am einfachsten die Formverhältnisse bei den ausgestorbenen Thieren resultiren und frene mich, dass es mir mit Bezug auf Letztere durch meines Herrn Collegen ZITTEL Güte möglich geworden ist zwei Wirbel eines Exemplares von *Thaumas alifer* histologisch zu untersuchen.

Zunächst ist mir das richtige Erkennen der makroskopischen Formverhältnisse der lebenden Thiere im Laufe der Untersuchungen immer wichtiger erschienen, weil eine sichere Diagnose ausgestorbener Formen nur mit der genauesten Kenntniss derselben möglich ist und sich aus ihnen vielfach ohne Zuhülfenahme der mikroskopischen Analyse richtige Schlüsse ziehen lassen. Ferner erschien mir die Darstellung derselben aus dem Grunde nothwendig, weil die bisherigen Abbildungen der Wirbel und Wirbelsäulenabschnitte sämtlicher Familien der Plagiostomen, selbst die J. MÜLLER's im grossen AGASSIZ'schen Werke ¹⁾ wenn auch im Allgemeinen richtig, dennoch

¹⁾ Recherches sur les poissons fossiles.

im Detail so viel zu wünschen übrig lassen, dass ein getreues Bild derselben wohl am Platze, um so mehr, weil bei der ungemeinen Variabilität der Formverhältnisse manehmal das unscheinbarste Detail ausschlaggebend sein kann. Was für die Formverhältnisse der Wirbel höherer Klassen längst als nothwendig anerkannt ist, Treue der Darstellung, das muss auch auf dem Gebiete der Fische, vor allem der Knorpelfische zur Geltung kommen. Leider ist es mir nur möglich gewesen *Squatina vulgaris* weiter zu untersuchen während ich trotz mancher Bemühungen der zweiten lebenden Form, *Squatina fimbriata* nicht habhaft werden konnte. Jedenfalls wäre es trotz der geringen Abweichungen in den äusseren Körperformen wichtig auch die Wirbelsäule dieses Thieres genau in Betracht zu ziehen.

In meiner ersten Arbeit¹⁾ hob ich nach dem Vorgange von J. MÜLLER als characteristisches Merkmal der Squatinawirbel die dorsoventrale Abplattung hervor, freilich mit dem Bemerken, dass sich an den verschiedenen Körperstellen Unterschiede finden möchten, und dass dieselben auch anderen Familien zukämen. Nach der Untersuchung des erwachsenen Exemplares und nach Beobachtungen, die ich an Repräsentanten fast aller, selbst der seltensten Haifamilien über die Formverhältnisse der Wirbel anzustellen Gelegenheit hatte, muss ich hervorheben, dass der Grad der Abplattung der Wirbel bei jungen Exemplaren nicht ausschliesslich den Squatinae zukommt, sondern sich auch in andern Haifamilien findet, dass sie aber bei erwachsenen Thieren eine so starke ist, wie bei keiner anderen Familie (Fig. 3, 4). Sie bietet deshalb, wie wir alsbald sehen werden, bei der Beurtheilung der Zugehörigkeit fossiler Wirbel die werthvollsten Anhaltspuncte. Auch die Unterschiede in der Abplattung der Rumpf- und Schwanzwirbel ist eine höchst bedeutsame. Sie nimmt von hinten nach vorn immer mehr zu. Schliesslich will ich noch auf einen wichtigen, characteristischen Unterschied zwischen den Wirbeln junger und erwachsener Thiere aufmerksam machen. Ich hob in der vorigen Arbeit als besonderes Merkmal an den von mir untersuchten Wirbeln die Gefässöffnungen an den Basen der Neurapophysen, die bereits J. MÜLLER²⁾ gezeichnet hat, hervor. Dieselben sind jedoch nur den jungen Thieren eigenthümlich, während sie dagegen den alten aus alsbald zu erwähnenden Gründen fehlen. Sie sind also werthvoll für die Altersbestimmung fossiler Squatinawirbel.

¹⁾ Morphol. Jahrb. Bd. II Heft 4.

²⁾ l. c.

Bei der Betrachtung von der Seite (Fig. 1, 2) erscheinen die Wirbel der lebenden *Squatina* rechteckig mit grösserem Höhen- und geringerem Längsdurchmesser. Die Verschmälerung im sagittalen Durchmesser in der Gegend der Neurapophysen erscheint nicht constant, sondern ein dorsal von hinten nach vorn verschmälerter Wirbel wechselt immer mit einem an der ventralen Seite abgeplatteten ab. Die Wirbel sind an allen Stellen des Körpers dicht zusammengefügt. Das Intervertebralgewebe erscheint somit in den Zwischenwirbelräumen verhältnissmässig wenig entwickelt. Die vorderen und hinteren Ränder der Wirbel erscheinen an keiner Stelle des Körpers, wie bei so vielen anderen Haifamilien beträchtlich aufgeworfen, sondern liegen namentlich an den Rumpfwirbeln in der Ebene der Seitenfläche, ja an den basalen Wirbeln des Schwanzes springt sogar die Mitte der Seitenfläche über die Ränder nach aussen vor. Dieser Umstand verleiht ihnen ein eckiges Aussehen, welches an den Rumpfwirbeln deswegen nicht zu Tage tritt, weil die Haemapophysen oder unteren Bogen (Fig. 3) nur wenig unterhalb der Mitte der Seitenfläche ihre Anheftung finden, während dagegen die unteren Bogen der Schwanzwirbel nahe der ventralen Mittellinie befestigt sind. Bei der starken dorsoventralen Abplattung der Wirbel des erwachsenen Thieres muss bei dem grösseren Abstände der Neur- und Haemapophysen die Krümmung zwischen ihnen an der Seitenfläche bei den Schwanzwirbeln beträchtlicher sein, als bei denen des Rumpfes.

Die Abplattung tritt am schönsten am isolirten Wirbel bei der Flächenbetrachtung vom Intervertebralraum aus zu Tage (Fig. 3) und ich kenne keinen Hai-, aber auch keinen Rochenwirbel, der eine solche ausgezeichnete längsovale Form besitzt, wie der eines erwachsenen Meerengels. An den Rumpfwirbeln besonders übertrifft der Breiten- den Höhendurchmesser um das Doppelte. Dabei erscheint die Mitte der ventralen und dorsalen Fläche an ihnen leicht vertieft (Fig. 3, 4), so dass dieselben namentlich auch auf dem Querschnitt (Fig. 4) eine Biscuitform besitzen, ein Merkmal, welches, wie wir sehen werden, für die Beurtheilung einiger fossiler Wirbel nicht ganz bedeutungslos ist. Die intervertebrale Aushöhlung erscheint niemals gleichmässig trichterförmig vertieft, weder an Wirbeln, bei denen das Zwischenwirbelgewebe erhalten ist, noch bei denen, an welchen dasselbe sorgfältig entfernt wurde. Bei einem Querschnitt überspannt das Zwischenwirbelgewebe die Peripherie als eine central kreisförmig durchbrochene Scheibe. Dieselbe besteht aus faserigem Bindegewebe. Da die centrale Durchbohrung, die selbst-

verständlich zur Aufnahme der Chorda dient, kreisförmig ist, so muss die Scheibe in Folge der längsovalen Gestalt des Wirbels an den Seiten eine grössere Ausdehnung besitzen, als an den dorsalen und ventralen Wänden. Die Art und Weise, in welcher diese Binde- substanz die Chorda beeinflusst, tritt auf einem Längsschnitt¹⁾ durch die Wirbelsäule sehr gut zu Tage, und wurde bereits in der zweiten Tafel Fig. 8 der Abhandlung²⁾ von KÖLLIKER correct gezeichnet. Entfernt man das Intervertebralgewebe aus der Wirbelhöhlung, so erscheint diese nicht als eine am Wirbelrande beginnende, trichterförmige Vertiefung, wie es bei vielen anderen Haifischwirbeln der Fall ist, sondern vom Rande springt ein dem Zwischenwirbelbande entsprechendes, seitlich mehr, als oben und unten vorragendes ebenes Feld gegen die Wirbelhöhlung vor (Fig. 3*a*) und dient den peripheren Theilen des Intervertebralgewebes zur Anheftung. Es beruht dasselbe auf einer Abplattung der peripheren Theile des centralen Doppelkegels, die ja bei den Bewegungen des Körpers von vorn herein dem grössten Druck ausgesetzt sind. Es ist das bereits in der Fig. 8 meiner ersten Abhandlung bei einem jungen Wirbel angedeutet. Auch dieser Randsaum der Wirbelhöhlung ist in diagnostischer Beziehung werthvoll.

Was die Verhältnisse der oberen und unteren Bogen betrifft, so erscheint die Zeichnung J. MÜLLER'S³⁾ wenn auch im grossen Ganzen, doch nicht im Einzelnen correct. Gerade aber mit Rücksicht auf die fossilen Wirbel ist es nothwendig auch hier genaue Angaben der Formverhältnisse zu machen, um so mehr, weil die Rumpf- und Schwanzwirbel wesentliche Verschiedenheiten zeigen. Letztere (Fig. 1*f*, *g*) sind durch hohe, mittelst Bandmassen verbundene, sonst isolirte Spinae neurales und kammartig zusammenhängende Spinae haemales ausgezeichnet, während erstere (Fig. 1*e*) geschlossen, und firstartig zusammenhängende obere Dornen besitzen.

Die eigentlichen Neurapophysen oder Rückenmarksbogen erscheinen sowohl am Rumpfe wie am Schwanze in wesentlich gleicher Gestalt (Fig. 1*d*, 2*a*). Sie sind dreiseitig mit abgerundetem oberem Winkel und sitzen mit der Basis an der ganzen Ausdehnung des oberen Theiles der Seitenfläche der Wirbelkörper. Sie gehen ohne irgend welche Naltverbindung in dieselben über, und man erkennt

¹⁾ Morphol. Jahrb. Bd. II Taf. XXX Fig. 8.

²⁾ Verhandlungen der physikalisch medicinischen Gesellschaft in Würzburg Bd. X. 1860.

³⁾ l. c.

die Grenze gegen den Körper nur an den Unterschieden in der Färbung. Jede Neurapophyse wird in der Nähe der Basis und zwar excentrisch (Fig. 1 *d*, 2 *c*) in schräger Richtung von einem Nerven-canal durchsetzt und zwischen ihnen schieben sich an allen Theilen der Wirbelsäule (Fig. 1 *e*, 2 *d*) dreieckige mit der Spitze ventralwärts gekehrte Schaltstücke. Der Raum zwischen denselben wird dadurch vollkommen ausgefüllt und sie sind unter einander nahtartig durch straffes Bindegewebe verbunden. Zwischen den Schaltstücken und den Spitzen der Neurapophysen bricht, jedoch in unregelmässiger Weise (Fig. 1 *e*, 2 *d*) der zweite Nerven-canal durch. Derselbe verlässt somit mehr dem Zwischenwirbelraum entsprechend den Rückenmarkscanal, während sich der untere an den Bereich der Wirbelkörper hält. Oberhalb der Rückenmarksbogen und deren Schaltstücke erhebt sich dann die Masse der Dornfortsätze, die in unregelmässiger Weise, durchaus nicht jedem Wirbelkörper entsprechend in unregelmässig polygonale und dreiseitige, durch Bindegewebsmasse nahtartig verbundene Stücke zerfallen. An den Rumpfwirbeln (Fig. 2 *e*) stellen sie wie erwähnt einen First dar. Am Schwanz (Fig. 1 *f*, *g*) erheben sich, aber auch nicht jedem Wirbel entsprechend, einige Stücke zu dolchartigen, abgeplatteten nach hinten spitz auslaufenden und übergebogenen Fortsätzen, während andere dazwischen gelegene Stücke der Dornfortsatzmasse kleinere, verschieden hohe, mehr senkrecht gestellte, platte, dreieckige Spitzenfortsätze zeigen (Fig. 1 *f*).

Die Haemapophysen oder unteren Bogen des Schwanzes (Fig. 1 *b*) entspringen nicht in der ganzen Breite der Unterfläche der Wirbelkörper und schliessen somit im Bereiche des Intervertebralraumes nicht mit ihren Basen aneinander. Immerhin ist die Form und das Verhalten derselben ein sehr gleichmässiges. An der Basis verbreitert und nach vorn abwärts gerichtet verschmälern sich dieselben ventralwärts ziemlich gleichmässig. An der Spitze sind dieselben (Fig. 1 *c*) zu breiten, verschieden grossen, rechteckigen Platten, die Spinae haemales ausgewachsen, welche nahtförmig, durch sparsames Bindegewebe mit einander verbunden einen unteren Längskamm darstellen. Mit den eigentlichen unteren, die Caudalgefässe umschliessenden Bogen umgrenzen sie unregelmässig vierseitige, durch Bindegewebe ausgefüllte Lücken. An den Rumpfwirbeln erscheinen die gespaltenen Haemapophysen als horizontal nach aussen und hinten gerichtete Rippen (Fig. 3), dieselben schliessen jedoch bei den Meerengeln so dicht aneinander (Fig. 2 *b*), dass dieselben in ihrer

Gesamtheit eine Längsleiste darstellen, welche an der dorsalen Fläche ausgehöhlt erscheint, und deren einzelne, in die Wirbelkörper continuirlich übergehende Elemente (Rippen) durch Naht verbunden sind. Zwischen den Basen derselben, dem Zwischenwirbelraum entsprechend, findet sich eine Oeffnung, die offenbar zum Durchtritt dorsaler Gefässe dient.

Bezüglich des inneren Baues, habe ich mancherlei als Ergänzung meiner ersten Arbeit nachzutragen und ich freue mich, dass dadurch die Beobachtungen KÖLLIKER's¹⁾ in vielen Puncten unterstützt werden. Vor allem ist das Verhalten der Gefässe erwähnenswerth (Fig. 4) und stimme ich KÖLLIKER, der offenbar erwachsene Exemplare untersucht hat, für diese vollkommen bei, dass eine grosse Anzahl Gefässe in radiärer Richtung, von der Peripherie bis zum centralen Doppelkegel eindringt. Da nun die Gefässe, wie wir wissen, von verkalktem Knorpel begleitet werden, so bekommt der Wirbel auf dem Durchschnitt, neben der concentrischen Lagerung verkalkter Knorpelsehichten ein ausserordentlich zierliches, strahlenförmiges Aussehen (Fig. 4), welches um so zierlicher erscheint, als die Gefässe bei der Betrachtung mit blossem Auge ziemlich gleiches Kaliber und gleiche Abstände von einander besitzen. Die beiden bei jungen Individuen ursprünglich an den Basen der Neurapophysen eindringenden Gefässe sind als solche nicht mehr gegenüber den übrigen zu unterscheiden. Mit der Zahl der in radiärer Richtung von allen Seiten her eindringenden Gefässe wird demnach das Caliber derselben allmähig bis zur Grösse der übrigen abgenommen haben. Am wenigsten erscheinen dabei die Gefässe in der dorsalen und ventralen Mitte entwickelt und das erklärt das präponderirende Wachsthum der Seiten. Bei diesem Verhalten kann es nun auch nicht überraschen, dass die von mir als charakteristisch erwähnte Oeffnung an den Basen der oberen Bogen bei erwachsenen Thieren nicht mehr zu unterscheiden ist. Bezüglich der Gefässausbreitung in die Tiefe habe ich dem früher Gesagten Nichts beizufügen und weiteren Untersuchungen namentlich der Injection muss es vorbehalten bleiben das nähere Verhältniss des Blutstromes nachzuweisen.

Den früheren Angaben über die mikroskopische Structur der den Wirbel zusammensetzenden Elemente habe ich nur hinzuzufügen, dass sich in den Lagen hyalinen Knorpels, die mit den verkalkten

¹⁾ l. c.

in so regelmässiger Weise abwechseln, in grösserer oder geringerer Ausdehnung zwischen den radiär gestellten Knorpelzellreihen Kalkkrümel ablagern (Fig. 5 *a*) und an der Grenze der verkalkten Lagen eine zusammenhängende Schicht bilden. Somit zeigen die hyalinen Abschnitte bei erwachsenen Thieren das erste Stadium ossificirenden Knorpels. Wichtige Veränderungen sehen wir an der aus hyalinem Knorpel bestehenden, fortsatzbildenden Schicht auftreten. Einmal geht dieselbe, wenn auch in der dorsalen und ventralen Mittellinie weniger entwickelt als ringförmige Lage rings um den eigentlichen Wirbelkörper (Fig. 4 *a*) und somit treten die Angaben KÖLLIKER's in ihr Recht, und dann zeigt sich die oberflächliche Verkalkung an derselben sowohl, wie an den oberen und unteren Bogen resp. Rippen an allen Stellen des Körpers und nicht blos, wie KÖLLIKER angibt, am Schwanze so stark und ausgedehnt, dass dadurch den Wirbeln fast ein knöchernes Aussehen verliehen wird. Die Verkalkung, welche sich bei jüngeren Thieren auf die Innen- und Aussenfläche der Bogen beschränkte, breitet sich bis zur Spitze der Neur- und Haemapophysen, resp. Rippen, so wie an der Wand des Canalis neuralis und haemalis resp. der Unterfläche der Rippen aus und bekleidet sowohl die Seiten, wie die dorsale und ventrale Fläche der Wirbelkörper, wenn auch an letzteren in dünnerer Lage. Die oberflächliche Verkalkung ist aber keine gleichmässige, sondern erscheint in einzelnen Territorien und somit erklärt sich das zierliche Mosaik, welches die Oberfläche der Wirbel bedeckt (Fig. 1, 2 *a*).

Gehen wir nun zur Betrachtung der den Meerengeln angehörigen fossilen Wirbel über, so ergibt sich, dass wenn der Artenreichtum derselben in früheren Erdperioden auch kein sehr grosser zu sein scheint, derselbe dennoch weit beträchtlicher als jetzt ist, und ich zweifle nicht daran, dass auf Grund der vorliegenden Beobachtungen weiter geführte Untersuchungen die Zahl der Funde bedeutend vermehren werden. Ich muss aber dabei ausdrücklich hervorheben, dass es in den meisten Fällen durchaus nicht genügt, so charakteristisch die äusseren Formverhältnisse der Wirbel lebender Squatinae sind, sich bei der Untersuchung fossiler Wirbel an diese allein zu halten. Die Klarlegung der inneren Structurverhältnisse ist durchaus nöthig.

Es ergibt sich nämlich aus meinen bisherigen Beobachtungen, dass unter den fossilen Meerengeln zwei Arten zu unterscheiden sind, von denen die eine zahlreichere, die nächsten Verwandten und

Vorläufer unserer jetzt lebenden *Squatina vulgaris* enthält, während die andere sparsamer vertretene als ausgestorbene Form zu betrachten ist, wenn, was nicht gerade sehr wahrscheinlich, Untersucher, die sich in einer glücklicheren Lage als ich befinden, im Stande sein sollten nachzuweisen, dass *Squatina fimbriata* im Bau ihrer Wirbel Verhältnisse wie diese darbietet. Ich will dieselben, da es ja unmöglich ist sich ein Bild der Formverhältnisse des gesammten Körpers zu machen als

Squatinae vert. oblong.

und

Squatinae vert. rotund.

bezeichnen. Letztere sind mir nur aus zwei Fundorten, aus dem Pläner Kalk, Strehlen, und aus der Molasse, Pfullendorf (Bad. Seekreis) bekannt. Erstere finden sich in dem Museum zu Dresden, letztere in der Sammlung der Freiburger Universität und beide kommen neben den Repräsentanten der ersteren Art vor.

Eine Uebersicht der fossilen von mir untersuchten *Squatinae* ergibt nun folgendes Resultat.

Oberer Jura.

Squatina acanthoderma (Nusplingen Beerathal) (Museum München)

Squatina alifer (Thaumas) (Solenhofen) (Museum München).·

Obere Kreide.

Turon.

Squatina vert. oblong. (Pläner Kalk, Strehlen) (Museum Dresden).

Squatina vert. rotund. (Pläner Kalk, Strehlen) (Museum Dresden).

Senon.

Squatina vert. oblong. (Maestricht) (Museum Leyden) (Museum München).

Squatina vert. oblong. (Ciply) (Museum München).

Squatina vert. oblong. (Aachen) (Museum Berlin).

Tertiärperiode.**Oligocaen.**

Squatina vert. oblong. (Osterweddigen) (Museum München).

Molasse.

Squatina vert. oblong. (Pfullendorf (Bad. Seekreis) (Museum Frei-
Squatina vert. rotund. (J burg).

Soweit sich nun Schlüsse aus Abbildungen ziehen lassen, gehören zu den Squatinae noch einige der von KIPRIJANOFF¹⁾ und GEINITZ²⁾ beschriebenen Wirbel mit kreisförmigen Wänden: allein ob alle Wirbel, welche GEINITZ dahin rechnet (Pläner, Strehlen, Weinböhla, Hundorf (Böhmen), Oppeln, Quedlinburg etc.) wirklich zu den Meerengeln gehören, ist mir nach den Untersuchungen, die ich an dem mir gütigst aus dem dresdener Museum zur Disposition gestellten Materiale angestellt habe, im höchsten Grade zweifelhaft. Wenige Wirbel haben mir bei der Untersuchung solche Schwierigkeiten bereitet, als gerade aus dem Pläner sowohl von Dresden, wie von Weinböhla, welche Letztere dem berliner Museum angehören. Abgesehen von Ganoiden sind Wirbel von Lamnae zahlreich darunter vertreten, und es ist namentlich bei den eigenartigen Stücken, die REUSS als Patella beschreibt und GEINITZ³⁾ abbildet, unzweifelhaft, dass dieselben der Familie Lamna angehören. Ich möchte nicht ohne die eingehendste eigene Untersuchung ein abschliessendes Urtheil über die Zugehörigkeit aller Wirbel mit kreisförmigen Wänden fällen, allein auf der anderen Seite nicht die Gelegenheit vorübergehen lassen, ohne darauf aufmerksam zu machen, dass eine Revision des Materiales auf Grund mikroskopischer Analyse durchaus nöthig ist. Es wird dadurch die Zahl der Squatinae jedenfalls vermehrt werden, wie ich es auch nicht für unmöglich halte, dass sich unter anderem auch unter den von GEINITZ im ersten Bande seines Werkes Taf. 65 Fig. 35 bis 41 aus dem unteren Pläner von Plauen und von Gamigshügel noch Squatinae verbergen. Weiterhin wird die Unterscheidung noch dadurch besonders schwierig, dass sich unter den Wirbeln aus dem Pläner Formen verbergen, die einer eigenen, wie es scheint

¹⁾ Fischüberreste im kurskischen eisenhaltigen Sandsteine.

²⁾ Das Elbthalgebirge in Sachsen.

³⁾ l. c. Taf. 39 Fig. 3.

vollkommen ausgestorbenen Familie angehören, welche sich ebenfalls durch kreisförmige Wände (GEINITZ, KIPRIJANOFF) auszeichnen. Ich werde nicht verfehlen, sobald ich über die Stellung der Träger derselben vollkommen im Klaren bin, ausführlich auf dieselben zurückzukommen.

Aus der äusseren Form der fossilen Wirbel lassen sich also, wie wir gesehen haben, nicht unter allen Umständen sichere Schlüsse auf die Zugehörigkeit zu den Squatinae machen, dagegen kann man aus den inneren Structurverhältnissen nicht unschwer ein allgemeines, charakteristisches Merkmal ableiten und stelle ich dasselbe hiermit an die Spitze.

Die Wirbel bestehen aus concentrischen Lagen verkalkten Knorpels, zwischen denen im fossilen Zustande die Schichten hyalinen Knorpels fast vollkommen ausgefault und durch Gesteinsmassen ersetzt sind. Diese concentrischen, durchgehenden Lagen werden in regelmässiger Weise von radiären Strahlen, den an den Wänden aus verkalktem Knorpel bestehenden Gefässcanälen durchsetzt, welche bis an den kompakten, centralen Doppelkegel reichen und desto zahlreicher sind, je älter das Thier ist. Es findet sich im Inneren niemals eine Spur der der Familie Lamna, Carcharias etc. eigenthümlichen, vierkeilförmigen und eine Kreuzfigur bildenden Lücken, welche im Leben zur Aufnahme der Basen der Neur- und Haemapophysen dienen. Die concentrische und radiäre Streifung geht somit immer durch den ganzen Wirbel.

Hat man es mit Wirbelbruchstücken zu thun, so muss die mikroskopische Untersuchung das Vorhandensein von mit Gesteinsmassen erfüllten oder leeren, radiären Canälen nachweisen, da anderweitig bei vorhandener radiärer und concentrischer Streifung eine Verwechslung mit Wirbeln aus der Familie Lamna möglich ist. Fehlt die radiäre Streifung und lässt die Grösse der Wirbel oder Wirbelbruchstücke es zweifelhaft, ob man es mit einem jungen Individuum zu thun habe, so ist der fast vollständige Mangel des organischen Gewebes zwischen den concentrischen Lagen des verkalkten Knorpels für Squatina entscheidend. Ich hebe letzteren Umstand ausdrücklich hervor, weil sonst Verwechslungen mit den eigenartigen Wirbeln einer wahrscheinlich ausgestorbenen Familie vorkommen

können. Ich würde diese Familie bereits mit den Squatinae zusammen abgehandelt haben, wenn ich nicht bis dahin der Möglichkeit der Untersuchung einiger seltener Haie, namentlich aber des Rhinodon beraubt gewesen wäre. Vielleicht darf ich hoffen, dass diese Zeilen einen oder den anderen meiner Herren Collegen veranlassen werden mir Rumpf- und Schwanzwirbel dieser seltenen Form behufs Untersuchung zur Disposition zu stellen.

Unter allen fossilen Wirbeln nähern sich die aus der oberen Kreide von Maestricht, welche dem Reichsmuseum in Leyden angehören, am meisten denen von *Squatina vulgaris*. Sie sind sämtlich Rumpfwirbel und prachtvoll erhalten. Alle zeigen nicht unbedeutende Reste der Neurapophysen und der Rippen. Die Wirbelhöhlung (Fig. 6 *c*) zeigt in charakteristischer Weise die dorsale und ventrale Einziehung und an der Peripherie das ebene Feld des centralen Doppelkegels, welches den peripheren Theilen des Intervertebralgewebes zur Anheftung dient. Dasselbe ist der Fall bei dem Wirbel aus dem Oligocaen (Osterweddigen) (Fig. 11 *a*). Die Wirbeloberfläche ist an den Seiten glatt mit nur unbedeutend aufgeworfenen Rändern am Zwischenwirbelraum. Hier und da lässt sich deutlich die musivische Zeichnung, der Ausdruck der Verkalkungsterritorien an der Oberfläche der fortsatzbildenden Schicht, erkennen (Fig. 7 *a*). Auch erscheinen an einzelnen Stellen feine Gefäßöffnungen. An der dorsalen Fläche (Fig. 7 *b*) befindet sich eine flache, vierseitige Grube, deren seitliche Ränder mehr oder minder aufgeworfen sind und in deren Grunde zwei flache, vierseitige Felder erscheinen. Die aufgeworfenen Seitenränder sind die Reste der oberflächlichen Verkalkungen der Neurapophysen, die beiden Felder im Grunde der Ausdruck der hyalinen Knorpelmasse an der Basis der oberen Bogen auf dem eigentlichen oder chordalen Wirbelkörper. Zwischen ihnen liegt derselbe grösstentheils unbedeckt von der verkalkten Masse der skeletogenen oder fortsatzbildenden Schicht, welche den Boden des Rückenmarkscanals bilden sollte. Dieselbe ist offenbar weggebröckelt und es finden sich nur mehr oder minder bedeutende Reste derselben vorn und hinten (Fig. 7 *c*). Nur an einem Wirbel (Fig. 8 *e*) gelang es mir auf dem Querschnitt in der ganzen Ausdehnung zwischen den Basen der oberen Bogen die am Boden des Rückenmarkscanals befindliche verkalkte Lage der skeletogenen Schicht nachzuweisen. Auch an der ventralen Fläche ist die oberflächliche, verkalkte Lage der fortsatzbildenden Schicht nur höchst unvollständig erhalten und auf unbedeutende Reste an

der Peripherie beschränkt, so dass die untere Fläche des chordalen Wirbelkörpers mit ihren feinen Gefässöffnungen frei zu Tage liegt. Seitlich erheben sich dann die verkalkten Partien der Rippenwurzeln als kurze Fortsätze (Fig. 8 *b*). An dem Wirbel von Osterweddigen fehlte jede Spur der Bogen.

Der mediane Querschnitt (Fig. 8) lässt die Structur des Squatinawirbels deutlich zu Tage treten, die sich in Nichts von der des lebenden unterscheidet, wie ein Blick auf die entsprechenden Figuren 8 und 4 lehrt. Besonders interessant ist bei diesen Wirbeln das Verhältniss der fortsatzbildenden, skeletogenen Schicht. Die hyaline Lage derselben ist ebenso vollständig, wie die unter der *elastica externa* gelegene Schicht hyalinen Knorpels (siehe meine erste Arbeit) des eigentlichen Wirbelkörpers verschwunden und es zeigt sich somit zwischen dem eigentlichen Wirbelkörper und den verkalkten Partien der skeletogenen Schicht ein mit amorpher Kreidemasse erfüllter Raum, der an der Grenze des Wirbels gegen den Zwischenwirbelraum selbstverständlich sein Ende findet, da hier das periphere Ende des centralen Doppelkegels mit den verkalkten Partien der skeletogenen Schicht verschmolzen ist. Dadurch entstehen eben die leicht aufgeworfenen vorderen und hinteren Ränder des Wirbelkörpers.

Der Wirbel aus dem Oligocaen (Osterweddigen) war abgesehen von dem Mangel der äusseren fortsatzbildenden Schicht in histiologischer Beziehung vielfach interessant. Einmal zeigte er sehr deutlich die sternförmige Einschnürung der Chorda im Centrum (Fig. 12), wie ich sie in meiner ersten Arbeit von den Wirbeln lebender Squatinae beschrieben habe, ferner war auch bei diesem Wirbel die centrale an die *elastica interna* stossende, hyaline Knorpellage, wenn auch undeutlich in ihrer Structur nachweisbar (Fig. 13 *b*). Vor Allem aber war das Verhalten der Massen im Bereiche der concentrischen Lagen hyalinen Knorpels von Interesse. In den centralen Theilen des Wirbels zeigte sich die Knorpelmasse nicht vollständig von amorphen Gesteinsmassen verdrängt, sondern hin und wieder erscheinen Inseln petrificirten Knorpels (Fig. 13 *f*) mit den Knorpelhöhlen in radiärer Richtung angeordnet. Es kann das nicht überraschen, da ich bereits von den Wirbeln erwachsener lebender Thiere hervorgehoben habe (Fig. 5) dass sich in der Zwischenzellsubstanz der hyalinen Knorpellagen in grösserer oder geringerer Ausdehnung Ablagerungen von Kalksalzen geltend machen. Das Gewebe wird dadurch resistenzfähiger und leichter fossilisirt. Auch die Lagen von

Kalkkrümeln an der Grenze der verkalkten Knorpellagen lassen sich in der ganzen Dicke des Wirbels deutlich nachweisen (Fig. 14 b).

An der Peripherie des Wirbelkörpers bieten im Uebrigen die Lagen, die im Leben durch Hyalinknorpel vertreten sind, ein anderes Bild dar, als im Centrum. Es kann das übrigens nicht überraschen, da dieselben jüngere Bildungen sind. Der Wirbel wächst ja durch immer neue Ablagerungen von Knorpel an der Peripherie und somit werden die jüngsten Schichten aus nicht verkalktem Hyalinknorpel bestehen, während sie gegen das Centrum hin immer reichlicher Kalksalze in die Zwischenzellschicht aufnehmen. Der fossile Wirbel wird daher an der Peripherie zwischen den verkalkten Knorpellagen schwerlich Spuren hyalinen Knorpels zeigen, und so verhält es sich auch. Derselbe ist vollkommen ausgefault. Die Art und Weise aber der Ausfüllung der dadurch entstehenden Räume von Seiten der Versteinerungsmassen bietet ein äusserst zierliches Bild, das sich bei den fossilen Wirbeln der verschiedensten Thierklassen häufig findet. An der centralen, wie peripheren, der wie im Centrum mit Kalkkrümeln belegten Fläche der verkalkten Knorpelschichten wird in concentrischen, wellig verlaufenden, glasklaren Lagen (Fig. 14 c) Gesteinsmasse (Kiesel?) abgelagert, so dass schliesslich im Centrum nur feine unregelmässige Spalträume übrig bleiben, die wie die Höhlen der Knorpelzellen hier und da mit schwarzen oder schwarzbraunen Substanzen gefüllt sind. Von dem eigenthümlichen Canalsystem, welches so besonders deutlich an dem Wirbel aus der oberen Kreide (Ciply) in den verkalkten Knorpellagen zu Tage trat, war weder bei diesem, noch bei einigen anderen Wirbeln von *Squatina* etwas zu sehen, dagegen liessen sich die von mir erwähnten Lagen des centralen Doppelkegels recht gut an allen nachweisen.

Unserer jetzt lebenden *Squatina* nahestehend waren ganz abgesehen von *Squatina acanthoderma* und alifer jedenfalls auch die Träger der Wirbel aus dem Senon (Aachen), deren mikroskopischer Bau sich in Nichts von dem Wirbel aus dem Oligocaen unterscheidet, wie dasselbe auch mit den Maestrichter Wirbeln des münchener Museum der Fall ist.

Die Wirbel von *Squatina* (*Thaumas*) alifer, deren Untersuchung ich der Güte meines Herrn Collegen ZITTEL verdanke, gehören einem sehr jungen Thiere an und zeigten sich stark comprimirt, liessen jedoch mikroskopisch, wenn auch mit Mühe, die characteristi-

sehe Structur der Squatinawirbel erkennen und bestätigten auf diese Weise die von GIEBEL aus der allgemeinen Gestalt und von mir aus den Placoidschuppen gewonnene Diagnose. Die Zahl der concentrischen Schichten ist eine sehr geringe 2—3. Von der fortsatzbildenden Schicht findet sich keine Spur. Wahrscheinlich ist aber während des Lebens des Thieres die Zahl der Lagen des eigentlichen Wirbelkörpers eine grössere gewesen. Es mögen bei dem Ausfaulen der hyalinen Knorpelmasse und der Compression, die der Wirbel durch die Gesteinsmassen erfahren hat, wohl einzelne Lagen des verkalkten Knorpels so zusammengeschoben sein, dass sie unter dem Mikroskop als zusammenhängende Schicht erscheinen.

Wahrhaft gigantische Thiere müssen die Träger der oblongen Wirbel aus der Molasse von Pfullendorf (Bad. Seekreis) gewesen sein, für deren Ueberlassung ich meinem Herrn Collegen FISCHER herzlich verbunden bin. Sie fanden sich neben den runden Squatinawirbeln, solchen die zur Familie Lanna gehören und ferner mit Wirbeln, deren Diagnose ich bereits an dieser Stelle richtig stellen möchte.

QUENSTEDT¹⁾ bildet die Gleichen auf Taf. XVI Fig. 4 und Taf. XXIV Fig. 2 beide aus der Molasse von Pfullendorf ab. Ersterer trägt die Bestimmung als Galeus, letzterer die von Spinax. Weder der eine noch der andere ist aber ein Wirbel eines Plagiostomen, sondern gehört, wie ich später in dem betreffenden Abschnitte an der Hand der mikroskopischen Analyse zeigen werde, Ganoiden an und namentlich gehört der als Spinax bestimmte zu einem Ganoiden, welcher dem jetzt lebenden Polypterus nahe verwandt, wenn nicht gar selber ein fossiler Polypterus ist. Die freiburger Squatinawirbel waren unrichtig als Galeocerdo zugehörig bestimmt und gehören offenbar der Wurzel des Schwanzes an.

Diese Wirbel (Fig. 9, 10) zeigen die oblonge Form in einer Weise ausgeprägt, wie kaum bei einem der übrigen Repräsentanten der Familie und namentlich lassen sie die starke, leistenartige Vorragung an der Mitte der Seitenfläche erkennen, auf die ich bereits bei den Schwanzwirbeln der lebenden Meerengel aufmerksam gemacht habe. Sie ist jedoch in einem solchen Grade ausgeprägt, dass oberhalb und unterhalb derselben der Wirbel förmlich eingeschnürt erscheint (Fig. 10). Wie bei den Maestrichter Wirbeln des Leidener Museum erscheint der Rand der Wirbel am Zwischenwirbelraum

¹⁾ Handbuch der Petrefactenkunde. 2. Aufl. Tübingen 1869.

kamm aufgeworfen. Die Seitenflächen sind in der Weise der gewöhnlichen Squatinawirbel marmorirt, mit zahlreichen Gefäßöffnungen. In der Mitte der dorsalen und ventralen Fläche befinden sich flache Vertiefungen, die wie bei den Wirbeln der oberen Kreide beschrieben wurde, zur Einlagerung der korpeligen Basen der Neur- und Haemapophysen dienen und in deren Grunde der eigentliche Wirbelkörper (Fig. 10 *b*) zum Vorschein kommt. Von den oberen und unteren Bogen finde ich so gut wie gar nichts erhalten, wie überhaupt der Erhaltungszustand gerade dieser Wirbel kein sonderlicher ist. Sie erscheinen im höchsten Grade bröcklich. Das zeigt sich an dem mir vorliegenden Exemplare auch darin, dass auf der einen Seite der centrale Doppelkegel in der Wirbelhöhlung (Fig. 9 *a*) bis auf Theile im Centrum abgebrochen ist. Der Chordacanal ist, wie es oftmals an den Squatinawirbeln der Fall, excentrisch gelagert.

So sehr nun die äusseren Formverhältnisse der Wirbel mit denen der unserer *Squatina vulgaris* am nächsten stehenden fossilen Repräsentanten der Familie übereinstimmen, so bietet doch der innere Bau eine solche Abweichung, dass die Träger wahrscheinlich eine besondere Stellung in der Familie beanspruchen können. Sie bilden meiner Meinung nach ein Bindeglied zwischen den unseren lebenden Meerengeln nahestehenden Squatinae mit oblongen und den ihnen am fernsten stehenden mit runden Wirbeln. Damit soll nun aber nicht ohne Weiteres gesagt sein, dass diese sich aus jenen oder umgekehrt entwickelten, es ist recht wohl möglich, dass sie gleichberechtigte Nachkommen einer Stammform sind, die in der älteren jurassischen Periode oder früher existirte. Ich finde die Vermittlung in der Form des eigentlichen oder chordalen Wirbelkörpers (Fig. 10 *b*), die durchaus von der der jetzt lebenden *Squatina* und ihrer nächsten fossilen Verwandten abweicht, dagegen mit der übereinstimmt, welche die Squatinae mit runden Wirbeln darbieten.

Bei *Squatina vulgaris* und deren nächsten Verwandten zeigt der chordale Wirbelkörper (Fig. 4, 8) im Ganzen die Form des gesammten Wirbelkörpers (eigentliches Wirbelkörper und die Belegmasse von Seiten der fortsatzbildenden oder skeletogenen Schicht). Er erscheint auf dem Querschnitt oblong mit nicht selten gut ausgeprägter dorsaler und ventraler Einbuchtung. Bei dem Pfullendorfer Wirbel ist er jedoch rund, wenn auch an der ventralen Seite etwas breiter als an der dorsalen (Fig. 10). Die oblonge Form wird also wesentlich durch das seitliche Wachsthum der skeletoge-

nen oder fortsatzbildenden Schicht, die im Uebrigen durch das Ausfaulen der centralen hyalinen Knorpelmasse derselben wie bei den Wirbeln aus Maestricht scharf gegenüber dem eigentlichen Wirbelkörper getrennt ist, zu Wege gebracht. Dieses mächtige Auswachsen derselben nach der Seite ist ja übrigens bei *Squatina vulgaris* und deren fossilen Verwandten bereits angedeutet, da, wie ich früher hervorgehoben habe, die Stärke der skeletogenen Schicht an der Seitenfläche der Wirbel stets beträchtlicher ist als an der dorsalen und ventralen, und das findet ja seine Erklärung in dem Herumwachsen der fortsatzbildenden Schicht gegen die dorsale und ventrale Mittellinie während der Entwicklung. Die Bildung an den Seiten ist also der oben und unten zeitlich stets voraus.

Der Bau des eigentlichen Wirbelkörpers (Fig. 10) bietet im Uebrigen nichts besonders Abweichendes dar und ich habe deswegen die mikroskopische Analyse unterlassen um so mehr, weil das spar-same Material die grösste Schonung erheischte. Sie wäre aber, so klar die Verhältnisse auch liegen, doch nicht überflüssig, namentlich mit Bezug auf die periphere, fortsatzbildende Schicht, die bereits bei der Betrachtung mit blossem Auge manches Interessante darbietet (Fig. 10 a).

Sie ist natürlich die mächtig entwickelte, verkalkte Lage derselben (die centrale hyaline Schicht ist ausgefault) und zeigt eine ähnliche Structur und somit ein ähnliches Wachsthum, wie der eigentliche Wirbelkörper. Sie ist wie dieser concentrisch geschichtet, allein scheinbar nicht aus abwechselnd hyalinem und verkalktem Knorpel, sondern bei oberflächlicher Betrachtung gleichmässig aus letzterem bestehend. Woher nun aber die regelmässige Aufeinanderfolge stärkerer, heller und schmalerer, dunklerer Lagen? Wenn ich auch glaube, dass es nur auf einem dichteren Gedrängtsein verkalkter Lagen und dem entsprechender Dickenabnahme hyaliner Schichten beruht so gibt darüber doch nur das Mikroskop Auskunft. Vielleicht wird durch eine solche Untersuchung Licht in die Art und Weise des Wachstums sowohl dieser Schicht, wie des eigentlichen Wirbelkörpers gebracht, Verhältnisse, die an den lebenden Thieren durchaus noch nicht Gegenstand sorgfältiger, entwicklungsgeschichtlicher Untersuchungen gewesen sind. Wahrscheinlich werden hier Appositions- und Resorptionsvorgänge eine ähnliche Rolle, wie im Knochen spielen. Solche Vorgänge sind mit Bezug auf den Knorpel kaum Gegenstand der Forschung geworden. Wie bei dem eigentlichen Wirbelkörper, so durchsetzen selbstverständlich die Gefässe, der Grösse

der Wirbel entsprechend, reichlich die Schicht in der bekantten radiären Richtung.

Was nun diejenigen oblongen Wirbel, die dem Pläner Kalk bei Strehlen entstammen, und welche ich den Squatinae zuschreibe betrifft, so muss ich von vorn herein betonen, dass meine bisherigen Beobachtungen durchaus nicht den Anspruch auf Vollständigkeit erheben und alle Strukturverhältnisse ausreichend ergründet haben. Es unterliegt für mich keinem Zweifel, dass Untersuchungen an einem grösseren und besser conservirtem Material aus diesen Schichten mancherlei neue Thatsachen zu Tage fördern werden, und wenn ich auch nicht zweifle, dass die jetzt zu schildernden Wirbel Squatinae angehören, so fragt sich doch immerhin, in wie weit nähern oder entfernen dieselben sich von denen der jetzt lebenden Meerengel. Auf diese Frage vermag ich nur unvollkommene Antwort zu geben und kommenden Forschungen mag es vorbehalten bleiben hier vollkommen Licht zu schaffen. Ich bin einstweilen geneigt auch in ihnen Uebergangsformen zu den Squatinae mit runden Wirbeln zu sehen, wenn die Uebergänge sich auch an andere Verhältnisse knüpfen, wie bei den Wirbeln aus der Molasse. Die Wirbel sind leider sämmtlich von hinten nach vorn stark comprimirt und zugleich sind die Wirbelhöhlenflächen gegen einander verschoben und die zwischen den Wänden des centralen Doppelkegels sich ausspannenden concentrischen Lagen verbogen und verworfen, wie das namentlich Querschnitte auf das deutlichste lehren. Dadurch wird die Reinheit der Beobachtung sehr getrübt.

Die Form derselben ist also oblong, an den grösseren mit dorsaler und ventraler Einbiegung, die an einem kleineren Wirbel nicht merkbar erscheint. An diesem (Fig. 15 *b*) tritt jedoch der seitliche Vorsprung desto deutlicher hervor. Die Wirbelhöhlung zeigt an der Peripherie die Abplattung wie sie den lebenden Squatinae so ausgeprägt zukommt, wie auch den Wirbeln aus der oberen Kreide, allein die eigentliche trichterförmige Höhlung des stundenglasförmigen Wirbels zeigt sich nicht wie bei den bisher betrachteten Squatinae glatt, sondern wie bei den Meerengeln mit runden Wirbeln und vor allem bei den Repräsentanten der Familie Lamna concentrisch gestreift. Dieses Verhalten findet seine Erklärung in der Struktur des centralen Doppelkegels. Derselbe erscheint wie bei vielen Lannawirbeln lamellos geschichtet. Das bedingende eigenartige Verhalten der Knorpelzellen werde ich seiner Zeit in dem Abschnitte über die Familie Lamna erörtern. Im übrigen lassen sich an dem Doppel-

kegel die drei in meiner ersten Arbeit beschriebenen Lagen verkalkten Knorpels nicht unschwer nachweisen.

Eigenthümlich erscheint bei der Grösse der Wirbel der gänzliche Mangel von Andeutungen der oberen und unteren Bogen. Ob derselbe auf dem vollständigen Verschwinden der fortsatzbildenden, skeletogenen Schicht in Folge von ungenügender Verkalkung an der Peripherie beruht, oder ob die hyalinknorpeligen Lagen nur unvollständig den Wirbelkörper umgriffen, ein Verhalten, welches diese Form als eine der Stammform am nächsten stehende characterisiren würde, diese Frage wird sich nur bei grösserem, gut conservirtem Materiale entscheiden lassen. Ich finde keine Spur einer von dem eigentlichen Wirbelkörper geschiedenen, skeletogenen Schicht. Dagegen ist es mir auffallend, dass die für die Squatinae so charakteristischen, durch Hyalinknorpel getrennten Lagen verkalkten Knorpels an der Peripherie so ausserordentlich dicht zusammengedrängt erscheinen, dass sie bei der Betrachtung mit blossem Auge eine zusammenhängende, periphere Lage verkalkten Knorpels darstellen (Fig. 15 *a*), die sich erst durch Hülfe des Mikroskops in ihre Einzelbestandtheile auflösen lässt. Uebrigens zeigen ja auch junge Exemplare von *Squatina vulgaris* (siehe meine erste Abhandlung Fig. 9) einen geringeren Abstand der peripheren, verkalkten Lagen, als es im Centrum der Fall ist. Die radiären Gefässcanäle sind der Grösse des Wirbels entsprechend zahlreich und sie sowohl, wie die im Leben durch Hyalinknorpel ausgefüllten Räume zwischen den concentrischen Lagen verkalkten Knorpels sind mit schönen Kalkspathplatten ausgefüllt.

Die runden Wirbel aus dem Pläner Kalk, zu deren Beschreibung ich mich jetzt wende, bieten der histiologischen Untersuchung ungemene Schwierigkeiten, weil der Erhaltungszustand der Elemente mit wenigen Ausnahmen ein ausserordentlich schlechter ist. Eine braunrothe Masse hat die Gewebe verändert, die verkalkte Intercellularsubstanz grösstentheils aufgelöst, die Knorpelhöhlen erweitert und so erscheint das verkalkte Knorpelgewebe mit Ausnahme des centralen Doppelkegels als braunroth gefärbtes, maschiges Netzwerk. Man könnte mir nun vielleicht entgegen halten, dass ein solcher veränderter Zustand der Gewebe doch kaum einen Schluss gestatte, dass dieselben im Leben Knorpel gewesen seien, allein dagegen ist einzuwenden, dass der Erhaltungszustand des centralen Doppelkegels und dessen Bau zeigt, dass auch in diesen Wirbeln Knorpel durchaus die Grundlage bildete. Derselbe zeigt die Lagen

verkalkten Hyalinknorpels, wie ich sie früher beschrieben habe. Mit dem Nachweis aber, dass es sich um Wirbel von Knorpelfischen handelt, ergibt sich dann auch aus den mikro- und makroskopischen Verhältnissen die Zugehörigkeit zur Familie Squatina. Immerhin wäre es bei der Eigenartigkeit der Wirbel sehr wünschenswerth die histiologische Untersuchung an besser conservirten Exemplaren wieder aufzunehmen.

Die Wirbel sind durch ihre vollkommen kreisrunde, damenbrettartige Gestalt und durch den gänzlichen Mangel einer Spur von oberen und unteren Bogen characterisirt (Fig. 20). Die Wirbelhöhlung (Fig. 19) zeigt auch bei ihnen an der Peripherie das abgeplattete Feld für die Intervertebralgewebe und im Anschluss an dasselbe einige wenige breitere, concentrische Ringe (Fig. 19 *b*), die im Centrum der Aushöhlung nicht vollständig verschwinden, aber so fein und wenig vorragend sind, dass sie nicht besonders in die Augen fallen (Fig. 19). Diese Erscheinungen beruhen, wie mir scheint, auf Buchtungen des centralen Doppelkegels, die, wie vielleicht Untersuchungen an besseren Exemplaren lehren werden, mit der ungleichmässigen Ausdehnung der abwechselnden verkalkten und hyalinen Knorpellagen zwischen den inneren Wänden desselben zusammenhängen. Aehnliches tritt auch bei *Squatina acanthoderma* (siehe meine erste Arbeit [Fig. 11]) zu Tage. Der Chordacanal liegt central.

Die innere Structur des Wirbelkörpers, möge derselbe nur dem eigentlichen Wirbelkörper der übrigen Squatinae oder diesem und der fortsatzbildenden, peripheren Belegschicht desselben homolog sein (hoffentlich werden weitere Untersuchungen das klar stellen, wie ich ja bereits auf die einschlägigen Fragen aufmerksam gemacht habe), tritt auf den leicht entstehenden, vollständigen Bruchflächen zu Tage. Es zeigt sich eine periphere (Fig. 20 *a*) aus dicht gedrängten, concentrischen Lagen bestehende, und eine centrale (Fig. 20 *b*) durch ihre von der ganzen Peripherie aus in gleichmässigen Abständen ausgehende, radiäre Strahlung ausgezeichnete Schicht. Die genauere Betrachtung lehrt jedoch, dass in der peripheren eine feine der centralen entsprechende Richtung vorhanden ist, wie sich in der centralen Zone concentrische, allein in weiteren Abständen stehende Lagen befinden. Ein mikroskopischer Dünnschliff (Fig. 21) gibt sofort die nöthige Auskunft. Wie bei jungen Squatinae vulgares und den oblongen Wirbeln aus dem Pläner stehen hier, nur noch viel ausge-

prägender im peripheren Drittel die concentrischen Lagen verkalkten Knorpels dicht gedrängt, während sie im Centrum im Leben durch Hyalinknorpel geschieden weit auseinander stehen. Die dicht gedrängt, in radiärer Richtung verlaufenden Canäle werden daher den centralen Zweidritteln den strahlenförmigen Character geben, während dagegen, in dem Maasse wie die concentrischen verkalkten Knorpellagen dichter zusammentreten, der zwischenliegende Hyalinknorpel sparsamer wird, der concentrische Bau überwiegt, der andere in den Hintergrund tritt.

Bei dem colossalen runden Squatinawirbel aus der Molasse (Pfullendorf) (Fig. 16) tritt bei mikroskopischer Untersuchung der histiologische Character der Meerengelwirbel klar und deutlich zu Tage und wäre es überflüssig und nur eine Wiederholung hier noch einmal auf alle Einzelheiten des mikroskopischen Baues einzugehen, allein wie bei den Wirbeln aus dem Pläner sind auch bei diesen noch die wichtigen Fragen nach dem Antheil, den skeletogene Schicht und eigentlicher Wirbelkörper an dem fossilen Wirbel haben, zu lösen. Es handelt sich ja dabei wie wir wissen um Fragen, die für die specielle Verwandtschafts- und Stammeslehre der Squatinae von erheblicher Wichtigkeit sind. Das Material der freiburger Sammlung war leider ein zu beschränktes, um darauf eine präzise Antwort geben zu können und doch wären bei der prachtvollen Conservirung der Gewebe gerade diese Wirbel zur Lösung der Fragen besonders geeignet. Vielleicht birgt die tübinger Sammlung, die mir leider trotz wiederholten freundlichen Anklopfens verschlossen geblieben ist, Material, um zu entscheiden, in welchem Verhältniss während des Lebens die oberen und unteren Bogen zum Wirbelkörper standen. Ob die grosse Oeffnung an der Seitenfläche des Wirbels (Fig. 16) in irgend einer Beziehung zu ihnen steht, ich vermag es nicht zu entscheiden. Uebrigens zeigen die Wirbel bereits bei der Betrachtung von der Seite die Gestalt der Squatinawirbel namentlich der des Rumpfes. Sie sind rechteckig ohne aufgeworfene Ränder, mit zahlreichen Gefässöffnungen an der Oberfläche (Fig. 16). Das abgeplattete Feld der Wirbelhöhlung fehlt auch diesen Wirbeln nicht, während die concentrische Ringbildung in ihr undeutlicher wie bei den Wirbeln aus dem Pläner zu Tage tritt. Im Uebrigen tritt bei ihnen, wie bei denen aus dem Pläner die Verdichtung der concentrischen verkalkten Knorpellagen im peripheren Drittel aufs deutlichste zu Tage, und zwar in einem solchen Grade, dass nahe der Oberfläche nur äusserst sparsame Lücken vorhanden sind, die im

Leben mit Hyalinknorpel ausgefüllt waren. Interessant war mir, dass an diesen in histiologischer Beziehung prachtvoll erhaltenen Wirbeln das in der ersten Arbeit beschriebene Canalsystem wieder aufs Schönste zu Tage trat.

Breslau, Januar 1877.

N a c h t r a g.

Ich verdanke es dem überaus liebenswürdigen Entgegenkommen meiner Herren Collegen in Belgien, dass es möglich geworden ist die Zahl der Funde fossiler Squatinae zu vermehren. Im Musée royal d'histoire naturelle, dessen reiche Schätze mir durch die Güte des Directors Herrn DUPONT erschlossen worden, wofür ich ihm hiermit meinen herzlichsten Dank abstatte, fand ich neben einer Menge anderer Plagiostomenwirbel, die noch der Bestimmung harren, eine grosse Anzahl fossiler Squatinawirbel aus der oberen Kreide (Ciply) mit denselben Characteren, wie die von mir in der ersten Abhandlung von dem gleichen Fundorte aus der Münchener Sammlung beschriebenen. Ferner befindet sich dort ein oblonger Squatinawirbel aus dem Crag von Antwerpen, welcher vollkommen dem von mir aus der Molasse (Pfullendorf) beschriebenen entspricht. Ebenso sah ich im Museum der Universität Lüttich aus der oberen Kreide von Maastricht einen mit No. 31 bezeichneten Squatinawirbel, der sich in Nichts von denen des Reichsmuseum in Leyden unterscheidet.

Schliesslich habe ich dann noch besonders hervorzuheben, dass sich den bisherigen Funden aus den verschiedenen Schichten das

Pliocæn (Terrain rupelien) mit
Squatina vert. obl.

aus der Sammlung des Herrn Prof. VAN BENEDEN in Löwen anschliesst. Die Wirbel unterscheiden sich in Nichts von denen aus der oberen Kreide (Museum Leyden) und dem Wirbel aus dem Oligocæn (Osterweddigen) und stehen somit unserer jetzt lebenden Squatina vulgaris am nächsten. Diese Wirbel sind, wie mir mein verehrter Herr College VAN BENEDEN, dem ich ebenfalls herzlichen Dank schulde, mündlich mittheilte, bereits von ihm selber als Squatinawirbel bestimmt und kann ich auch mit Bezug auf den mikroskopischen Bau die Richtigkeit der Bestimmung nur bestätigen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVII.

- Fig. 1. Schwanzwirbel von *Squatina vulgaris* von der Seite gesehen. Natürl. Gr. *a.* Wirbelkörper mit der Verkalkungs mosaik an der Oberfläche. *b.* Haemapophysen. *c.* Spinae haemales. *d.* Neurapophysen mit dem ventralen Nervencanal. *e.* Schaltstücke mit dem dorsalen Nervencanal. *f.* Kurze Dornen der Spinae haemales. *g.* Lange Dornen.
- Fig. 2. Rumpfwirbel derselben *Squatina* von der Seite gesehen. Natürl. Gr. *a.* Wirbelkörper mit dem Oberflächenmosaik. *b.* Rippen. *c.* Neurapophysen mit dem unteren Nervencanal. *d.* Schaltstücke mit dem oberen Nervencanal. *e.* Spinae neurales.
- Fig. 3. Rumpfwirbel derselben *Squatina* von der Wirbelhöhlung aus gesehen. Natürl. Gr. *a.* Randsaum zur Befestigung der peripheren Theile der Intervertebralgewebe.
- Fig. 4. Medianer Querschnitt durch einen Rumpfwirbel derselben *Squatina*. Gr. $\frac{2}{4}$. *a.* Skeletogene oder fortsatzbildende Schicht (verkalkte Lage derselben). *b.* Eigentlicher Wirbelkörper. *c.* Hyalinknorpelige Lage, theils dem chordalen Wirbelkörper theils der fortsatzbildenden Schicht. angehörig. *d.* Rippe. *e.* Neurapophyse. *f.* Spina neuralis.
- Fig. 5. Stück eines Querschnitts eines Rumpfwirbels von *Squatina vulgaris*. Gr. $\frac{300}{1}$. *a.* Die Ablagerungen von Kalkkrümeln in den hyalinen Knorpellagen. *b.* Die Kalkkrümelnschicht an der Grenze der verkalkten Knorpelschicht *c.*
- Fig. 6. Ein fossiler Squatinawirbel aus der oberen Kreide von Maestricht (Museum Leyden). Natürl. Gr. *a.* Der Randsaum. *b.* Die Reste der Neurapophysen. *c.* Die dorsale Einziehung.
- Fig. 7. Ein fossiler Squatinawirbel aus der oberen Kreide von Maestricht von der dorsalen Seite gesehen. Natürl. Gr. *a.* Das Oberflächenmosaik. *b.* Die flachen Gruben für die Basen der Neurapophysen. *c.* Die Reste der skeletogenen Schicht am Boden des Rückenmarkscanals. *d.* Die Reste der Verkalkung an den Basen der Neurapophysen.
- Fig. 8. Ein mittlerer Frontalschnitt durch einen fossilen Squatinawirbel aus der oberen Kreide von Maestricht. Natürl. Gr. *a.* Der eigentliche oder chordale Wirbelkörper. *b.* Die Reste der verkalkten Partien der Rippenwurzeln. *c.* Die skeletogene oder fortsatzbildende Schicht. *d.* Die Reste der verkalkten Partien an den Basen der Neurapophysen. *e.* Die skeletogene Schicht am Boden des Rückenmarkscanals. *f.* Der

Fig. 1

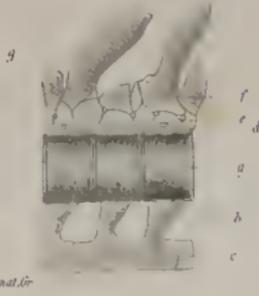


Fig. 5

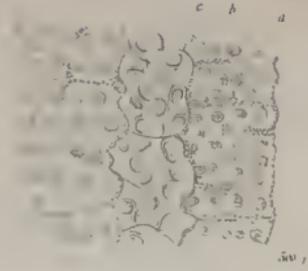


Fig. 2

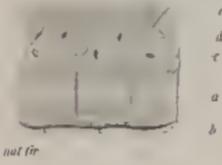


Fig. 4

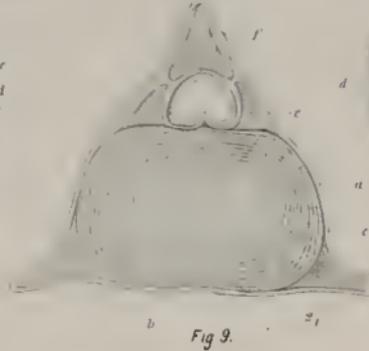


Fig. 7



Fig. 3



Fig. 11



Fig. 9

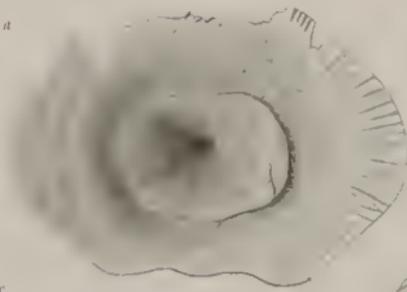


Fig. 8



Fig. 6



Fig. 10



Fig 13



Fig. 15.



Fig 17.



Fig. 12.



Fig. 21.



Ur. 2.

Fig 14



Fig. 19.



nat. Ur.

Fig. 18.



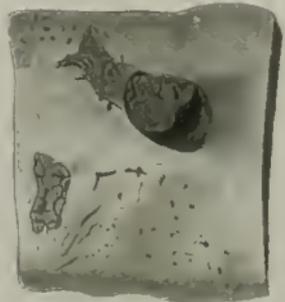
nat. Ur.

Fig. 20.



nat. Ur.

Fig. 16.



nat. Ur.

theilweise mit Kreide gefüllte Raum zwischen eigentlichem Wirbelkörper und fortsatzbildender Schicht.

- Fig. 9. Ein Squatinawirbel aus der Molasse (Pfullendorf) von der Wirbelhöhlung aus gesehen. Natürl. Gr. *a.* Die Reste des centralen Doppelkegels.
- Fig. 10. Ein mittlerer Querschnitt desselben Wirbels. Natürl. Gr. *a.* Die skeletogene fortsatzbildende Schicht. *b.* Der eigentliche oder chordale Wirbelkörper.

Tafel XVIII.

- Fig. 11. Ein Squatinawirbel aus dem Oligocæn (Osterweddigen) von der Wirbelhöhlung aus gesehen. Natürl. Gr. *a.* Der Randsaum.
- Fig. 12. Ein mittlerer Frontalschnitt durch denselben Wirbel. Gr. $\frac{2}{1}$.
- Fig. 13. Stück aus dem Centrum desselben Wirbels. Gr. $\frac{300}{1}$. *a.* Gesteinsmasse im Chordacanal. *b.* Die hyaline Knorpelschicht. *c.* Der centrale Doppelkegel. *d.* Gefäßcanal. *e.* Schicht verkalkten Knorpels. *f.* Gesteinsmasse statt hyalinen Knorpels theilweise von petrificirtem Knorpel durchsetzt.
- Fig. 14. Stück aus der Peripherie desselben Wirbels. Gr. $\frac{300}{1}$. *a.* Gefäßcanal. *b.* Kalkkrümellage. *c.* Concentrische Lagen durchsichtiger Gesteinsmasse (Kiesel?) an Stelle des hyalinen Knorpels. *d.* Die Spalträume zwischen denselben theilweise mit braunen oder schwarzen Massen gefüllt. *e.* Verkalkte Knorpellage.
- Fig. 15. Bruchfläche eines Squatinawirbels aus dem Pläner bei Strehlen (Museum Dresden). Natürl. Gr. *a.* Die verdichtete Lage an der Peripherie. *b.* Die seitliche Hervorragung.
- Fig. 16. Squatinawirbel aus der Molasse (Pfullendorf) von der Seite gesehen mit ovalen Gefäßöffnungen.
- Fig. 17. Die Hälfte eines durch die Mitte gehenden Frontalschnitts durch denselben Wirbel.
- Fig. 18. Längsschnitt durch denselben Wirbel. *a.* Verdichtete periphere Lagen. *b.* Centraler Doppelkegel. *c.* Centraler Theil des Wirbels.
- Fig. 19. Runder Squatinawirbel aus dem Pläner von Strehlen von der Wirbelhöhlung aus gesehen. Natürl. Gr. *a.* Randsaum. *b.* Die concentrischen Ringe.
- Fig. 20. Vollständige Bruchfläche eines ähnlichen Wirbels aus dem Pläner. Natürl. Gr. *a.* Die concentrischen peripheren Lagen. *b.* Die radiären centralen Lagen.
- Fig. 21. Stück eines Längsschnitts durch einen ähnlichen Wirbel aus dem Pläner. Gr. $\frac{2}{1}$. *a.* Die centralen Lagen. *b.* Die peripheren, concentrischen verkalkten Lagen. *c.* Centraler Doppelkegel.

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: 1877

Band/Volume: [3](#)

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

Artikel/Article: [Die fossilen Wirbel. Morphologische Studien. 328-351](#)