

# Über die Entstehung der Diplospondylie der Selachier.

Von

Slavko Šečerov.

(Mit 2 Tafeln und 6 Textfiguren.)

## I. Einleitung.

Die ursprüngliche Absicht der vorliegenden Arbeit war, die Diplospondylie und ihre Entstehung bei den Selachiern nur embryologisch zu prüfen. Jedoch beim Studium der Literatur und der embryologischen Präparate hat sich die Notwendigkeit herausgestellt, den diplospondylen Zustand und besonders die Übergangsregion zwischen der monospondylen Rücken- und der diplospondylen Schwanzregion auch bei erwachsenen Tieren eingehender zu betrachten und darum habe ich mich entschlossen, bei einigen Arten das diplospondyle Verhalten und besonders das Verhalten der Übergangsregion vergleichend-anatomisch zu untersuchen; denn, wie schon RIDGEWOOD ganz richtig bemerkt hat, das Verhalten der Übergangsregion zeigt den Weg zur richtigen Beurteilung der Diplospondylie im Schwanze.

## II. Historisches.

Ich werde im folgenden Abschnitte nach der üblichen Weise möglichst alle bisherigen Angaben über die Diplospondylie ausführlicher anführen, wenn auch, wie wir sehen werden, im strengen Sinne des Wortes und bei präziser Auffassung und Unterscheidung des Begriffes Diplospondylie alle beschriebenen Erscheinungen nicht hierher gehören.

J. MÜLLER scheint der erste gewesen zu sein, der seine Aufmerksamkeit im Jahre 1835 auf das Nichtübereinstimmen der Zahl der Bogen und Intercalaria einerseits und der Zahl der Wirbelkörper andererseits gerichtet hatte. Er sagt wörtlich (pag. 156):

„Bei *Zygaena* fand ich das merkwürdige, daß an einigen Wirbeln des mittleren Teiles der Wirbelsäule sogar 3 Bogenstücke hintereinander auf einen Wirbel jederseits vorkommen, während die meisten Wirbel nur 2 Bogenpaare haben. Hier sind also ausnahmsweise 2 ossa intercalaria auf jeder Seite, die an Größe den eigentlichen Bogenschenkeln gleichkommen, vorhanden. Dies erinnert an den Stör, dessen Cartilagine intercrurales zwar sehr klein, aber wie ich wenigstens beim Sterlet sehe, an vielen Stellen doppelt sind.“ Wie man aus dieser Angabe sieht, spricht J. MÜLLER nicht von Diplospondylie, sondern es ist von Vermehrung der normalen Bogenstücke die Rede, nicht aber von der doppelten Zahl der Wirbelkörper mit normaler Bogen- und Intercalariazahl in einem Segmente gegenüber der einfachen Zahl der Muskel- und Nervensegmente. CH. ROBIN hat im Jahre 1847 das Verhalten der Nervenaustritte bei *Raja* beschrieben; im Resumé sagt er (pag. 224): „La même disposition se retrouve au tronc; la seule différence, qu'il y ait avec la queue, c'est que, sur le même plan perpendiculaire au grand axe de la moelle, il naît une paire de racines antérieures et une paire de racines postérieures; à la queue, au contraire, il manque alternativement une paire de racines antérieures et une paire de racines postérieures.“ Er hat auch eine Abbildung (Taf. 3, Fig. 2) vom Schwanze von *Raja* gegeben, wo nur eine Nervenwurzel auf einen Wirbel kommt.

Zwei Jahre später (1849) spricht STANNIUS von derselben Erscheinung. Er sagt (pag. 115): „Am Schwanze der Rochen ist, wie ROBIN gezeigt hat, das Verhalten der Nervenwurzel etwas abweichend. Auf je zwei Wirbel kommt nur eine hintere und eine vordere Wurzel. Durch den Bogen tritt die vordere Wurzel aus zwischen der mit breiter Basis der Scheide der Gallertsäule aufsitzenen Cartilago intercruralis und der nächst vorderen Cartilago cruralis, die hintere Wurzel zwischen je zwei Cartilagine intercrurales“ und er selbst bestätigt solches Verhalten der Nervenaustritte auch für *Rhinobatus*, *Spinax*, *Carcharias*.

Eine Erweiterung der Kenntnisse hat dann KÖLLIKER 1860 gebracht. Er kann als erster Theoretiker der Diplospondylie gelten, denn er drückt sich über die Entstehung ganz klar aus: „Eine sehr bemerkenswerte Tatsache ist (noch) die, daß bei *Heptanchus* im hinteren und vorderen Teile der Wirbelsäule die Zahl der Wirbel um das doppelte größer ist als in der Mitte.“ Und dann weiter: „Den Wirbelkörpern in der Mitte entsprechen 2 obere und 2 untere Bogen und möchte ich fast glauben, daß die Wirbelkörper ur-

sprünglich in der ganzen Länge der Wirbelsäule nur in der halben Zahl sich anlegen und dann erst sekundär von vorn nach hinten gegen die Mitte sich verdoppeln.“ Diese Beschreibung von KÖLLIKER stimmt nicht mit der Beschreibung und Abbildung von P. MAYER.

Im Jahre 1878 kommt A. GOETTE zu der ganz präzisen Auffassung dieser Erscheinung. Er sagt in der Entwicklungsgeschichte der Unke folgendes über die Erscheinung der Wirbelverdopplung von Scyllium: „Dies erinnert offenbar an KÖLLIKERS Beobachtung von der Wirbelverdoppelung bei Haien, wobei jedoch auch die Nerven sich verdoppeln. Ich finde dagegen im Schwanze von Scyllium doppelt so viel vollständige Wirbel als Ganglien und Muskelsegmente. Daß diese merkwürdige Erscheinung aus einer nachträglichen Teilung hervorgehe, muß ich bezweifeln, weil alsdann die Bogen, Interkalarknorpel und diskreten Dornfortsatzanlagen sich nicht einfach nebeneinander verdoppeln, sondern auf unbegreifliche Weise alternierend stellen müßten.“

In demselben Jahre haben sich auch HUBRECHT und v. IHERING mit diesen Erscheinungen beschäftigt. Von v. IHERING stammt auch der Begriff Diplospondylie her; er sagt in der Abhandlung über Wirbelverdopplung (pag. 72) folgendes: „Die Zahl der Segmente, welche in einer bestimmten Region sich finden, kann variieren, d. h. zu- und abnehmen, ohne daß die Zusammensetzung der anderen Regionen beeinflusst würde. . . . Den Vorgang der Vermehrung oder Verminderung der Anzahl der Segmente bezeichne ich als den der Interkalation oder Exkalation.“ Er findet bei *Scymnus* alle Schwanzwirbel bis auf die hintersten mit Spinalnerven versehen; erst die allerletzten Spinalnerven zeigen die Alternative, welche die Wirbelverdopplung anzeigt. In der großen Arbeit über das peripherische Nervensystem äußert er sich über die Vermehrung folgendermaßen: „Die Vermehrung der Segmente geschieht nur dadurch, daß in einer bestimmten Region ein Segment mehr als gewöhnlich angelegt wird. Das interkalierte Segment ist später als das ihm vorausgehende und etwas früher als das ihm nachfolgende angelegt.“ Über die Bezeichnung sagt er: „Solche nur einen Wirbel enthaltende Segmente bezeichne ich als monospondyle Segmente. Ihnen stelle ich als diplospondyle solche Segmente gegenüber, welche zwei Wirbel enthalten d. h., in denen auf je ein durch 2 Ligamenta intermuscularia begrenztes und je ein durch ein Paar Spinalnerven dargestelltes Neuromer 2 Wirbel kommen.“ Über die Diplospondylie von *Amia* bemerkt er: „Man kommt gerade bei *Amia*

sehr in Versuchung, den Grund für die Diplospondylie in der Teilung ursprünglich einfacher Wirbel zu suchen, worüber indes wohl die Embryologie Auskunft geben kann.“

Man sieht aus den Schriften von v. IHERING, daß er selbst im unklaren über die Entstehung von Diplospondylie war, bei ihm ist die Inter- und Exkalkation ein vergleichend anatomischer Begriff. Diese Begriffe können aber über die Herkunft dieser Erscheinung nichts sagen. HUBRECHT berührt in seiner Schilderung der Wirbelsäule der Elasmobranchier auch die Zahl der Bogen und das Nichtübereinstimmen derselben mit der Zahl der Wirbelkörper. Er sagt (pag. 54): „Die Zahl der oberen Bogenstücke scheint oft für einen selben Wirbelkörper eine vielfache zu werden, jedoch liegt hier oft nur eine Zackenbildung vor, da sie mit einer gemeinschaftlichen Basis in den Wirbelkörpern eingepflanzt sind. Die Zahl der Zwischenbögenknorpel nimmt dabei zu gleicher Zeit zu. Letztere lagern sodann auch nicht gerade über den Verbindungsstellen zweier Wirbel, sondern es kommt im Schwanz der Rochen sogar ein Zwischenbogenstück unmittelbar oberhalb des eigentlichen Bogens selbst vor.“ Den Zustand bei *Zygaena* beschreibt er folgendermaßen: „*Zygaena* bietet Eigentümliches im Bau ihrer Wirbelsäule, indem die Zahl der Bogen und Schaltknorpel hier im Vergleiche zu anderen Selachiern bedeutend zugenommen ist. Nicht nur kommen in der *Zygaenawirbelsäule* hie und da drei Bogenschenkelpaare auf einen Wirbel, sondern auch die Interkalaria sind in demselben Maße vermehrt.“

Nach diesen Arbeiten hat sich besonders noch HASSE (1893), P. MAYER (1886) und noch GOETTE mit der Diplospondylie und ihrer Erklärung beschäftigt.

C. HASSE ist der Meinung, daß die Rumpfwirbel aus zwei Wirbeln zusammengesetzt sind, die Schwanzwirbel dagegen sind primitiven Verhaltens; sie enthalten nach ihm neben dem vollständigen Bogen noch rudimentäre Knorpel. Seine Ansicht ist wahrscheinlich unter dem Einfluß von GOETTE entstanden, der die Möglichkeit der Teilung schon in der Entwicklungsgeschichte der Unke bezweifelt hatte. Er kommt zu der ganz entgegengesetzten Meinung, daß die Bildung vollständiger Wirbel mit Wirbelkörpern und Wirbelbogen in der Reihe der Amiaden, wie in der Reihe der Stegocephalen und aller lebenden Digitaten mit embolomerer Form, d. h. mit doppelten Wirbeln in jedem Segment beginnt und daß die Verwandlung dieser Doppelwirbel in einfache Wirbel mittelst ihrer paarweisen Verschmelzung erfolgt, nachdem mehr oder weni-

ger beide Wirbel (Ganoiden) oder vorherrschend der hintere von ihnen sich zurückbildete. Derselben Meinung ist sein Schüler L. SCHMIDT betreffs der Wirbelverdoppelung bei *Amia*, dagegen hat besonders HAY auf Grund embryologischer Befunde Einwände erhoben.

Die Arbeit von P. MAYER bringt neue Tatsachen und lenkt die Aufmerksamkeit der Forscher auf die Übergangsregion. „Gehen wir bei der Betrachtung der Wirbelsäule z. B. *Scyllium stellare* von vorn nach hinten, so sehen wir zunächst noch innerhalb des Bezirkes der Leibeshöhle, daß die Wirbel allmählich länger werden. Jeder endet oben noch ganz normal mit dem Bogen (b); auch liegt zwischen je 2 Wirbeln ein Interkalarstück (c), hinter und vor dem die beiden Wurzeln eines Spinalnerven (Taf. 18, Fig. 12). Dann kommt mit einem Male ein ganz kurzer Wirbel (der 45.) zum Vorschein, dem eine Anzahl ebenso oder nahezu gleich kurzer folgt; dies sind lauter Halbwirbel. Aber auch sie werden immer länger und schon in der Höhe der 4. Dorsalis ungefähr ebenso lang wie die ganzen Wirbel weiter vorn. Und genau wie jeder echte Wirbel haben auch die Halbwirbel (z. B. 54.) ihre Bogen und Interkalarstücke. Nur die an der Übergangsstelle befindlichen Wirbel (der 43.—50.) zeigen allerlei Unregelmäßigkeiten in Lage und Anzahl jener Stücke. Bei *Scyllium canicula* reicht diese Region noch sehr viel weiter, indem sie nämlich sich vom 34.—45. Wirbel ausdehnt. Bei *Pristiurus* finde ich sie auf die Wirbel 40—43 beschränkt. *Mustelus laevis* (Taf. 18, Fig. 11) zeigt wiederum eine größere Zahl unregelmäßiger Wirbel (28.—39.). Man sieht in all diesen Fällen, wie die breiter werdenden Körper der „ganzen“ Wirbel sich nicht mehr an einem Bogen genügen lassen, sondern 2 oder sogar 3 tragen und wie alsdann die vordersten unter den „halben“ Wirbeln zu je 2 zusammen einem derart verbreiterten ganzen Wirbel gleich kommen. Dies Verhalten ist gleich prägnant bei *Heptanchus* (Taf. 18, Fig. 10) ausgeprägt, wo in dem gezeichneten Exemplare die kritische Stelle von 59—67 reicht, nur daß hier bei der geringen Verknorpelung und Verknöcherung der Wirbelsäule sich die oberen Stücke unregelmäßiger gestalten und darum auch wohl die individuellen Varianten größer sind. Nur ganz gering sind hingegen diese Erscheinungen bei *Acanthias* (Taf. 18, Fig. 7) und noch mehr bei *Scymnus* (Taf. 18, Fig. 9); im letzten Falle folgt unmittelbar auf den 42. recht in die Länge gezogenen „ganzen“ Wirbel der erste Halbwirbel. Auch *Centrina* verhält sich ähnlich.“ Über das Verhalten der Nervenwurzel sagt er, daß es bei den Formen, wo

die untere den Bogen, die obere das Interkalarstück durchbohrt, (z. B. Heptanchus, Scymnus, Acanthias), von je 2 Wirbeln der erste Bogen und das erste Interkalarstück zum Austritte der Nerven dienen, während der zweite Bogen eine Öffnung für ein Gefäß enthält und das zweite Interkalarstück undurchbohrt bleibt. Dasselbe gilt auch für Mustelus, Scyllium, Pristiurus. Dagegen bei Dasybatis (Raja, ROBIN) läßt jeder Halbwirbel eine Wurzel austreten, was für Torpedo hinter der hinteren Dorsalis gilt. Nach ihm soll auch an der Schwanzspitze jedem Myotom ein Sklerotom entsprechen und als vermutliche Erklärung für die Diplospondylie resp. Halbwirbelbildung gibt er die zunehmende Konzentration des Körpers von der Schwanzspitze nach vorn an.

Diese Unbestimmtheit in der Auffassung und solche hypothetische Annahmen und Erklärungen, wie es die von GOETTE, HASSE und MAYER sind, konnten nur darum entstehen und bestehen, weil bisher keine sicheren und zureichenden embryologischen Befunde über die Entstehung der Diplospondylie vorliegen.

BALFOUR sagt in seinem Handbuche der vergleichenden Embryologie (1881) über Diplospondylie (pag. 494) folgendes: „Hier sei noch eines eigentümlichen Umstandes bei der Entstehung der Wirbelkörper im Schwanz von Scyllium, Raja und vielleicht noch anderen Formen gedacht, nämlich, daß doppelt so viel Wirbelkörper als Myotomen und Spinalnerven vorhanden sind. Dies beruht nicht etwa auf einer sekundären Gliederung der Wirbel, sondern erfolgt, wie ich mich durch das Studium ihrer Entwicklung überzeugt habe, schon gleich bei der Differenzierung der Wirbelkörper. Die Möglichkeit eines solchen Verhaltens dieser Teile ist wahrscheinlich dadurch zu erklären, daß die Gliederung der Wirbelsäule erst nach derjenigen der Nerven und Myotome zustande kam.“

KLAATSCH stimmt dieser Auffassung (1893) bei, nach ihm besteht die Diplospondylie schon im embryonalen Leben, die doppelte Zahl der Wirbelkörperanlagen entspricht der einfachen Zahl der Spinalnerven; er gibt eine schematische Abbildung von Mustelus, wo das demonstriert werden soll.

M. S. RIDEWOODS Beschreibung bedeutet (1899) einen Fortschritt in der Auffassung der Diplospondylie, insofern er die Übergangsregion etwas ausführlicher und genauer beobachtete. Seine summarische Beschreibung lautet (pag. 51): „The transaction is effected by steps taken in the following order, — the broadening of the crural plate and the introduction of an additional neural spine; the division of the column and crural plate and the doubling of

the haemal process; the intercalation of an additional intercrural between two cartilaginous crurals.“ Solcher Zustand von Diplospondylie kommt nicht nur im Schwanz von *Scyllium*, sondern nach seiner Beobachtung auch bei *Mustelus vulgaris*, *Galeus canis*, *Carcharias laticauda*, *Cestracion Philippii*, *Acanthias vulgaris*, *Spinax niger* und *Scymnus lichia* vor. Wie man sieht, spricht RIDEWOOD von der Teilung der „crural plate“, aber embryologisch hat er nicht untersucht, so daß dieser Ausdruck nur als eine Form der Beschreibung anzusehen ist.

Die Ansicht von GADOW und MISS ABBOT, welche die Diplospondylie durch S-förmige Gestalt des Sklerotoms erklären, kann die Entstehung von Bogen und Intercalare in einem Segmente erklären, aber die Entstehung von zwei Wirbeln, vier Intercalaria und vier Bogen in einem Segmente ist auch bei dieser Auffassung nicht klar, und es sprechen auch keine Tatsachen für diese Auffassung.

Es wäre noch SCHAUINSLAND als letzter Autor, der über die Diplospondylie neue Ansichten geäußert und sich mit ihr eingehender beschäftigt hat, anzuführen. SCHAUINSLAND unterscheidet (pag. 387) zwischen der primären und sekundären Diplospondylie. Im ersten Falle finden sich primär in jedem Segmente zwei Bogenpaare; jedes halbe Sklerotom hat ursprünglich die Fähigkeit, einen richtigen vollständigen Wirbel zu bilden und von diesem Zustand kann man mit Recht sagen, daß primär stets Diplospondylie vorhanden war und erst durch Verschmelzung oder durch Rückbildung, selbst völliges Verschwinden des zweiten Bogens resp. Körperteiles Monospondylie entsteht. „Etwas anderes als diese primäre Diplospondylie, bei der sich in einem ursprünglichen Segment resp. einem Sklerotom je zwei Bogenpaare, eventuell auch zwei vollständige Wirbel (*Amia*) finden, ist die Erscheinung, daß zu einem Myomer oder einem Neuromer Skeletteile vorhanden sind, die offenbar nicht aus einem, sondern aus zwei ursprünglichen Sklerotomen entstanden sind und die meistens auch als Diplospondylie bezeichnet wird. In allen diesen Fällen sehen wir, daß in der Regel vier obere Bogenstücke (bisweilen vier untere) und mindestens zwei Wirbelkörper zu einem von zwei Intersegmentalgefäßen begrenzten Muskelsegment gehören und daß in einem solchen Bezirk auch nur ein Spinalnerv vorkommt.“ Er ist der Ansicht, daß diese sekundäre Diplospondylie nicht durch nachträgliche Teilung oder spätere Einschiebung derjenigen Stücke, welche der Nerven enthalten, entsteht, so daß diese den nervenhaltigen nicht homolog, son-

dern nur analog wären, wie das v. IHERING oder HASSE behaupten, sondern durch Reduktion der Myotome samt ihren Nerven und trennenden Gefäßen hervorgeht. Seine Fig. 215 b deutet er so, daß in einem diplospondylen Wirbel (Segment) im vorderen Teile (Wirbelsegment) die Nervenwurzel, im hinteren Segmente das Intersegmentalgefäß ausgefallen ist.

Wie man aus der bisherigen Darstellung der Literatur sehen konnte, ist die Frage nach der Entstehung der Diplospondylie unentschieden. KÖLLIKER hat die Teilungsmöglichkeit einfach als eine Vermutung oder Hypothese ausgesprochen. GOETTE dagegen hat gegen diese Hypothese eine andere, ebenfalls nur hypothetische Annahme aufgestellt, denn weder er noch seine Nachfolger haben die Verschmelzung der Rückenwirbel nachgewiesen und weil die Embryologen, wie HAY, haben dagegen Einwände erhoben. Die letzte Erklärung SCHAUINSLANDS ist ebenfalls keine aus den Tatsachen sich ergebende, sondern ebenfalls vermutungsweise ausgesprochen.

Das phylogenetische Schema von HASSE, Polyspondylie-Diplospondylie-Monospondylie, hat die embryologische Forschung nicht fördert, sondern ihr eher geschadet, denn da man von der Richtigkeit des Schemas überzeugt war, galt auch die Verschmelzung der Wirbel als eine Selbstverständlichkeit und man hat nicht das Bedürfnis gefühlt, sie auch nachzuprüfen.

### III. Vergleichend anatomische Beobachtungen.

Das diplospondyle Verhalten des Schwanzes wurde bisher an folgenden Selachierarten *Zygaena*, *Dasybatis* (*Raja*), *Heptanchus*, *Scymnus*, *Mustelus laevis*, *Scyllium catulus*, *Sc. canicula*, *Carcharias laticauda*, *Galeus canis*, *Oestracion Philippii*, *Spinax*, *Acanthias*, *Pristiurus*, *Torpedo* festgestellt.<sup>1)</sup>

Weil in der Literatur die Ausdrücke Bogen Bogenstück, Interkalare und Interkalarstück, Skelettstück, Skeletteil unbestimmt gebraucht werden, besonders wenn man von den Teilen der Übergangsregion redet, oder wenn die Stücke in Mehrzahl vorhanden sind, werden wir in folgender Darstellung diese Begriffe schärfer fassen, und zwar werden wir unter Bogen (neuraler oder haemaler) nur ein auf dem ganzen Wirbelkörper aufsitzendes Stück verstehen, dagegen, wenn mehrere Stücke vorkommen, diese einfach

<sup>1)</sup> Nach HASSE auch bei *Centrina*, *Centroscyllium*, *Rhinobatus*, *Trygonorhina*, *Myliobatis*, *Narcine*, *Scyllioamnis*, *Alopias*, *Cephaloptera*, *Pristis*, *Ginglymostoma*.

als Bogenstücke bezeichnen ohne Rücksicht darauf, ob sie Teile des ursprünglichen Bogens sind oder ob sie vom Interkalare abstammen. Unter Interkalare soll man nur dasjenige Stück verstehen, welches zwischen zwei Bogen mit einer Hälfte auf einem vorderen, mit der anderen Hälfte auf einem hinteren Wirbel sitzt; später werden wir noch den Ausdruck Interkalarstück brauchen. Unter Diplospondylie werden wir nur jene Erscheinung des Nichtübereinstimmens in der Zahl des Wirbelsegmentes (Skleromers) mit Neuomer und Myomer verstehen, bei der auf jedes Neuomer und Myomer zwei Wirbelkörper mit normalen Bogen- und Interkalarverhältnissen kommen. Von Diplospondylie ist zu trennen die Erscheinung, wo auf einem Wirbelkörper mehrere Bogenstücke vorkommen, aber die Zahl des Myo- und Neuomers einfach ist, wie die des Skleromers; diese Erscheinung könnte man als Mehrböigkeit, Polyarcie, bezeichnen.

In der zwischen der Rücken- und Schwanzregion befindlichen Übergangsregion kommen Wirbel vor, welche Unregelmäßigkeiten der Bogen oder Interkalaria zeigen und die man allgemein als Übergangswirbel bezeichnen soll. Jedoch findet man bei ihnen auch eine Regelmäßigkeit der Übergänge, d. h. sie beginnen gewöhnlich mit einem langen Wirbelkörper, dem zwei Bogenstücke aufsitzen, dann kommen gewöhnlich kleine (schon diplospondyle Wirbel) mit einem Bogen, aber ohne Interkalarstücke. Solche Wirbelpaare ohne zwischen ihnen liegendes Interkalare kommen bald in einfacher, bald in mehrfacher Zahl vor.

Fast alle Beobachtungen sind an getrockneten Präparaten aus dem osteologischen Museum der zoologischen Institute in Wien an gestellt, jedoch wurden bei einigen Arten auch Alkoholpräparate benützt. Die getrockneten Exemplare sind bedeutend günstiger für die Beobachtung als Alkoholpräparate, weil die trennenden Linien und Konturen der einzelnen Skelettstücke deutlicher als bei den Alkoholpräparaten hervortreten, wo diese Linien infolge des anhaftenden Bindegewebes noch ziemlich undeutlich sind; außerdem habe ich einige frisch konservierte Tiere untersucht.

Meine Beobachtungen erstrecken sich auf folgende Arten: *Scyllium stellare*, *Sc. melanostomum*, *Sc. canicula*, *Galeus glaucus*, *Cheiroscyllium plagiosum* und *griseum*, *Mustelus laevis*, *Acanthias vulgaris*, *Heterodontus (Cestracion) Philippii*, *Zygaena malleus*, *Squatina angelus* und *Hexanchus spec.*

*Scyllium stellare* (lang 41 cm) hat 9 Übergangswirbel (nach P. MAYER 7, von 43.—50.). Bei dem ersten Übergangswirbel (Fig. 1, Taf. I) sieht man zwei Bogen-

stücke, dann kommen zwei kleinere diplospondyle Wirbel mit je einem Bogen, jedoch ist zwischen zwei Bogen kein Interkalare vorhanden, so daß solche zwei Wirbel eine gewisse Einheit darstellen, insofern sie durch zwei Interkalaria begrenzt sind; es folgen noch drei Paare von solchen Wirbeln und nach diesen normale diplospondyle Wirbel mit regelmäßigen Bogen und zwischen den Bogen liegenden Interkalaria.

*Scyllium melanostomum* (39·5 cm lang) hat 10 Übergangswirbel, davon sind zwei mit je zwei Bogenstücken und vier Paare Wirbel mit normalen Bogenstücken aber ohne dazwischen liegende Interkalaria (Fig. 2, Taf. I).

*Scyllium canicula* (Alkoholpräparat, 42 cm lang) hat in der Übergangsregion zwei große, lange Wirbel mit zwei Bogenstücken vor der Rückenflosse, dann zwei Wirbelpaare mit je einem Bogenstücke auf jedem Wirbel ohne zwischen den Bogen liegenden Interkalaria. Nach P. MAYER erstrecken sich die unregelmäßigen Wirbel von 34.—45.

*Cheiloscyllium plagiosum* hat keine Übergangswirbel; die Rumpf-, Schwanz- sowie die in der Übergangsregion liegenden Wirbel sind gleichmäßig ausgebildet, auf jedem Wirbel kommt ein Bogen- und Interkalarstück regelmäßig vor.

Bei *Cheiloscyllium griseum* (45·5 cm lang) ist der 31. Wirbel noch normaler Rumpfwirbel, der 32. rippenlose hat zwei Bogenstücke, dann folgen drei Paare von Wirbeln mit normalen einfachen Bogen ohne zwischen zwei Bogen liegende Interkalaria. Es sind also 7 Übergangswirbel vorhanden (Fig. 3, Taf. I).

Bei *Squatina angelus* (22 cm lang) beginnt die Übergangsregion mit dem 43. Wirbel, dieser ist noch groß und lang, hat zwei Bogenstücke, der 44. und 45. Wirbel haben zwischen sich kein Interkalare, ebensowenig der 46. und 47. und der 48. und 49. Bei dem 48.—49. Wirbelpaar sieht man eine Andeutung eines Interkalare, ein kleines Stück liegt zwischen den Bogenstücken (Fig. 4, Taf. I).

*Acanthias vulgaris*. Weder das 59 cm lange Alkoholpräparat, noch das 81 cm lange getrocknete Exemplar, hat eine Übergangsregion wie *Cheiloscyllium*; im embryonalen Leben besteht eine Übergangsregion, wie das die embryologischen Präparate zeigen, aber durch Teilung aller Übergangswirbel wird der Übergang plötzlich.

Bei *Heterodontus (Cestracion) Philippii* ist der Übergang fast plötzlich, nicht so regelmäßig wie bei *Scyllium*. Der 36. und 37. Wirbel zeigen eine Verlängerung und Verbreiterung der Wirbelkörper und Bogen, der folgende Bogen vom 38. Wirbelkörper ist in der Mitte, aber nicht ganz geteilt; die zwei folgenden zeigen kein Interkalare der erste Bogen ist abgelöst. Das Verhalten vom 39.—40. ist ähnlich, dann folgen regelmäßig diplospondyle Wirbel mit Bogen und Interkalaria (Fig. 5, Taf. I).

Für *Galeus glaucus* sagt RIDGEWOOD: „The only shark, in wick I have been able to detect any want of correspondence in the region between the neural plate and the centra, is *Galeus*“; dann weiter: „The two centra are similar, except in *Galeus*, in wick they are alternatly slightly longer and shorter“, ohne eingehender die Erscheinung selbst zu beschreiben und zu analysieren.

*Galeus glaucus* hat 118 Wirbel, davon sind 29 normale Rumpfwirbel, der 30.—70. (eigentlich 30.—59.) sind Übergangswirbel und der 71.—118. sind diplospondyle Schwanzwirbel. Die Wirbel 30.—41. (zusammen 11) sind groß mit mehreren Bogenstücken; die Bogenstücke sind folgendermaßen verteilt: der 30. und 31. Wirbel haben zwei Bogen, Interkalarstück normal; der 32. und 33. Wirbelkörper liegen zwischen zwei Interkalaria, sie haben sechs Bogenstücke, zwischen ihnen ist kein topographisches Interkalare vorhanden; der 34. Wirbel hat zwei Bogenstücke, das Verhalten des Interkalare ist normal, ebenso der 35.; der 36. bis 42. Wirbel sind durch zwei Interkalaria begrenzt, sie haben 22 Bogenstücke ohne zwischen den Wir-

belkörpern liegende Interkalaria; der 36. hat drei, 37. vier, 38. vier, 39. vier, 40. vier und 41. drei Bogenstücke; die 42.—45. sind ebenfalls durch zwei Interkalaria begrenzt, der 42. Wirbel hat drei, der 43. drei und der 44. zwei Bogenstücke. Vom 45. bis 70. sind die Wirbelkörper regelmäßig alternierend länger und kürzer, der längere Wirbelkörper ist der vordere, der kürzere ist der hintere; solche Paare von Wirbeln liegen zwischen zwei Interkalaria; es ist noch zu bemerken, daß man diese Größenunterschiede schon vom 41.—45. bemerken kann, aber sie sind nicht durch zwei Interkalaria begrenzt. Der 45.—46., 47.—48. und 49.—50. haben vier Bogenstücke, der 51. Wirbel hat drei Bogenstücke, der 52.—53., 54.—55. und 56.—57. haben paarweise vier Bogenstücke, zwischen den 56.—57. rückt ein Bogenstück und nimmt die Stelle von dem Interkalare ein; bei dem folgenden Paare hat der 58. zwei Bogenstücke, dann kommt ein Interkalare und Bogen vom 59. Wirbel; der 60.—61. zeigt folgende Verhältnisse: der 60. Wirbelkörper ein Bogenstück, dann folgt ein Interkalare und wieder ein Bogenstück, also es sind schon normale diplospindyle Wirbel, dann bleibt der Größenunterschied noch bei vier Paaren von Wirbeln und verschwindet ganz (Fig. 6, Tafel I).

*Mustelus laevis* hat 9 Übergangswirbel, 27.—36. (nach MAYER 28.—39.). Der 26. ist noch ein normaler Rumpfwirbel, der 27. hat zwei Bogenstücke, der 28 bis 29. haben zusammen vier Bogenstücke ohne zwischen den Bogen liegendes Interkalare; der 30.—31. sind wieder durch zwei Interkalaria begrenzt, sie haben sechs Bogenstücke ohne Interkalare zwischen ihnen; der 31.—32. sind wie die vorigen; der 34. hat zwei Bogenstücke, nach ihm folgt wieder kein Interkalare, der 35. wie der 34. besitzen zwei Bogen und Interkalare; der 36. ist ein normaler diplospindyle Wirbel.

*Zygaena malleus* (121 cm lang) hat 59 normale Rumpf-, 7 (59.—66.) Übergangswirbel. Der 59. ist normal durch zwei Interkalaria begrenzt, er hat ein Bogenstück; der 60. hat vorne ein Interkalare und außerdem zwei Bogenstücke; alle andern Wirbel haben keine Interkalaria, die Bogenstücke liegen über den Wirbeln in zwei-, drei- und vierfacher Zahl, und zwar über Wirbel 61 vier Bogenstücke, über 62, 63, 64 je drei, über 65 zwei Bogenstücke; dieser Wirbel hat caudalwärts auch ein Interkalare; dann folgen echte diplospindyle Wirbelkörper (Fig. 7, Taf. I).

Besonders interessant ist das Verhalten der Übergangsregion von *Hexanchus*; es kommen in der Übergangsregion nämlich auf einen Wirbelkörper regelmäßig zwei Bogen und zwei Interkalaria. Die Übergangsregion erstreckt sich ziemlich weit in die Schwanzregion; der Übergang ist also ein halb diplospindyle, denn bei der Diplospindylie im Schwanz ist die Zahl der Wirbelkörper mit Bogenstücken und Interkalaria, also des ganzen Skleromers verdoppelt, während hier nur ein Teil des Skleromers (Bogenstücke und Interkalaria) doppelt, die Zahl der Wirbelkörper dagegen einfach ist; interessant ist ferner, daß bei den mit zwei Bogenstücken und Interkalaria ausgestatteten Wirbelkörpern anfangs nur ein unteres (haemales) Bogenstück vorkommt.

Der 42. Wirbel ist noch ein gewöhnlicher Rumpfwirbel; der 43. hat ein kleines Bogenstück, welches mit breiter Basis auf dem Wirbelkörper sitzt, und ein kleines als Interkalare zu deutendes Stück, das mit der Spitze auf dem Wirbelkörper sitzt, dann noch ein normal aussehendes Bogenstück und ein Interkalare; die Nervenwurzeln treten durch diese hinteren Bogenstücke und Interkalaria; beim 44. Wirbel ist der obige Zustand noch deutlicher, beim 45. ist dagegen die Kontur des vorderen Interkalare und des hinteren Bogenstückes nicht scharf; beim 46. und 47. Wirbel gleicht das Verhalten dem 44.; am 48. Wirbelkörper ist die Grenze zwischen dem hinteren Bogenstück und hinteren Interkalare wieder nicht scharf; 49.—57. Wirbel

verhalten sich ähnlich, doch wird der Größenunterschied zwischen vorderen Bogenstücken und Interkalaria und hinteren Bogenstücken und Interkalaria immer kleiner, bis die Größe ganz gleich wird, wie dies beim 57. der Fall ist; der 58.—99. Wirbel sind normale diplospondyle Wirbel, wobei auf jedes Segment zwei Wirbelkörper mit regelmäßigen Bogenstücken und Interkalaria kommen. Es beträgt also die Übergangsregion den 42.—58. Wirbel, zusammen 16 Wirbel; die Größe der echten diplospondylen Wirbel entspricht der Hälfte der normalen Rumpfwirbel. Lehrreich ist das Verhalten der haemalen Bogenstücke; während die neuralen Bogenstücke beim 43. Wirbel doppelt sind, bleibt das haemale Bogenstück einfach, erst beim 44. und 45. ist das haemale Bogenstück doppelt. Ferner ist zu erwähnen, daß die Lage der vorderen Bogenstücke intervertebral ist, sie liegen oberhalb zweier Wirbelkörper mit breiter Basis.

Wie man sieht, ist die Übergangsregion recht mannigfaltig gestaltet. Man könnte folgende vier Typen unterscheiden: 1. *Acanthiastypus*. Der Übergang vom monospondylen Zustande in den diplospondylen ist ein plötzlicher ohne Übergangswirbel (*Acanthias*, *Cheiloscylidium plagiosum*); 2. *Scylliumtypus*; der Übergang ist typisch, er beginnt mit einem langen Wirbelkörper, auf dem zwei Bogenstücke sitzen, dann setzt sich mit einem oder mehreren Paaren von kleinen Wirbelkörpern, die normale Bogenstücke, aber zwischen sich kein Interkalare haben (*Scyllium stellare*, *Sc. melanostomum*, *Sc. canicula*, *Sc. catulus* [RIDEWOOD], *Cheiloscylidium griseum*, *Squatina angelus*, *Heterodontus Philippii*); 3. *Galeustypus*; der Übergang ist charakterisiert durch Wirbelkörper, auf welchen mehrere Bogenstücke sitzen (Vielfödigkeit) (*Galeus*, *Mustelus*, *Zygaena*); 4. *Hexanchustypus*; der Übergang ist durch die Halbdiplospondylie der Übergangswirbel charakterisiert (*Hexanchus* und *Heptanchus* nach MAYER).

Die Beschreibung der Übergangsregion von RIDEWOOD bezieht sich auf den *Scylliumtypus*, also auf die typische Übergangsregion. Er sagt wörtlich (pag. 48): „The passage from the diplospondylous condition in the tail to the monospondylous condition in the trunk is not abrupt, but gradual; and the four and five vertebrae involved in the transition offer an irregularity, which deserve more notice, than has hitherto been accorded to it.“; jedoch er selbst geht nicht in die Analyse auf diese Unregelmäßigkeit ein. Er beschreibt die Übergangsregion von *Scyllium catulus*, jedoch nicht vollständig, aber insofern besteht ein Fortschritt, als er die Tatsache konstatiert, daß es in der Übergangsregion je zwei Wirbelkörper gibt, zwischen welchen kein Intercalarstück vorkommt. In seiner schematischen Abbildung stellt er zwei solche Wirbelpaare dar; er konstatiert aber nicht die Tatsache, daß zwei Bogen auf den vordersten Übergangswirbeln vorkommen. Bei MAYER ist die Übergangsregion nur unregelmäßig; die Abbildung 12, Taf. 18 von *Scyllium canicula* ist

insofern nicht ganz richtig, als er von doppelten Bogenstücken, die bei dem ersten Übergangswirbel vorhanden sind, nichts andeutet. Die Abbildung von *Mustelus* stimmt auch nicht ganz mit dem hier beschriebenen Zustande überein, da regelmäßig zwischen den Bogenstücken Interkalaria vorkommen, was ich nicht konstatieren konnte. Die Zahl der Bogenstücke ist auch nicht ganz übereinstimmend, was möglicherweise auf individuelle Schwankungen zurückzuführen ist.

Es ist lehrreich, MAYERS Abbildung von *Heptanchus* (Taf. I, Fig. 8), dem Nächstverwandten von *Hexanchus*, zu betrachten. Die Übergangsregion beginnt mit dem 57. Wirbel, wo sich die Andeutung einer Teilung der Bogenstücke und Interkalaria zeigt; der folgende Wirbel weist dasselbe Verhalten wie die Übergangswirbel von *Hexanchus* auf; es hat jeder Wirbel zwei Bogenstücke und zwei Interkalaria und die Trennung resp. Teilung der einzelnen Wirbel ist auch angedeutet. Solche Verhältnisse herrschen vom 59.—68. Wirbel, vom 69. an sind die Wirbel diplospondyl. Dazu ist noch zu bemerken, daß die Teilung besonders klar beim 67. angedeutet ist, und es erscheint nicht recht verständlich, daß P. MAYER auf Grund solcher klarer Verhältnisse nicht zu der Ansicht gekommen ist, daß Diplospondylie der Schwanzwirbel durch Teilung entsteht.

Über den Austritt der Nerven gilt das für *Acanthias*, *Mustelus*, *Scyllium* von P. MAYER Gesagte. Die Übergangswirbel verhalten sich wie die echten diplospondylen, so bei *Hexanchus*, *Heptanchus*; bei anderen Exemplaren ist der Nervendurchtritt nicht deutlich, besonders bei trockenem, jedoch ist es wahrscheinlich, daß sich alle Übergangswirbel, ausgenommen die vordersten langen mit zwei Bogenstücken, so verhalten wie die normalen diplospondylen. Das gilt besonders für *Galeus*, wo die mehrbölgigen Wirbel sich in bezug auf den Nervendurchtritt verhalten wie die normalen Rumpfwirbel. Bei *Zygaena* ist der Austritt besonders charakteristisch, weil er auf die Abstammung der Bogenstücke hinweist. Betrachten wir die Wirbelkörper und die auf denselben sitzenden Bogenstücke, so sehen wir, daß die dorsale Nervenwurzel zwischen dem eigentlichen Bogenstücke und einem weiteren Stücke durchtritt; dieses Stück, welches in der Beschreibung auch als Bogenstück bezeichnet wurde, nimmt mit dem nächstfolgenden die topographische Lage des Interkalare ein, und darum sind beide wahrscheinlich vom Interkalare entstanden.

Im allgemeinen haben die Nerven für die Beurteilung der Diplospondylie weniger Bedeutung als die Muskeln und die Stellung

der Wirbelkörper zu den Muskeln und Myosepten. Diesen Umstand haben die bisherigen Forscher gar nicht berücksichtigt; wenigstens habe ich keine Literaturangabe gefunden. Man könnte darum einfach der Meinung sein, daß die diplospondylen Wirbelkörper septal (Textfig. 1) liegen wie die monospondylen Rumpfwirbel, was aber nicht der Fall ist, sie liegen vielmehr myal (Textfig. 2), d. h. in einem durch zwei Myosepten begrenzten Raume, wie es horizontale Schnitte durch konservierte Tiere beweisen (Textfig. 1 zeigt die normale Lage der monospondylen Rumpfwirbel, Textfig. 2 die Lage der diplospondylen Schwanzwirbel.)

Fig. 1.

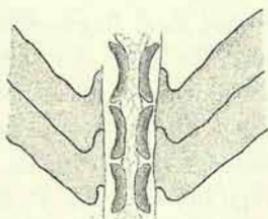
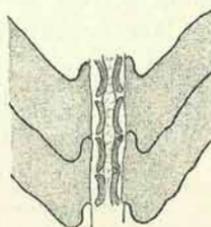


Fig. 2.



Das Verhalten der Übergangswirbel und die myale Lage der diplospondylen Wirbel sind von höchster Bedeutung für die Entstehung der Diplospondylie und diese Tatsachen kehren bei embryologischer Untersuchung wieder zurück.

#### IV. Embryologische Beobachtungen.

Ich habe Embryonen von *Acanthias vulgaris* und *Spinax niger* untersucht, und zwar *Acanthias*embryonen von der Größe 20 und 3·5 cm, *Spinax*embryonen dagegen von 6 und 1·8 cm. Die Schnitte waren meistens horizontale Längsschnitte. Die Präparate wurden mit DELAFIELDS Hämatoxylin und Eosin als Schnitte oder mit Pikrokarmen im Stücke gefärbt. Die 20 cm langen Embryonen waren in Celloidin, die übrigen kleinen in Paraffin eingebettet und geschnitten. Die Beobachtungen erstrecken sich besonders auf die Übergangsregion, daneben auch auf die Schwanz- und Rückenregion.

##### A. *Acanthias*embryonen.

Wenn man eine horizontale Schnittserie aus der Rumpffregion von der Dorsalseite beginnend durchschaut, so sieht man zuerst das Ligamentum long. dorsale, dann die oberen Bogen und Interkalararia mit Rückenmark, später die Chorda mit Wirbelkörpern und zuletzt noch die Rippen von den Wirbelkörpern ausgehend. Die

Interkalaria sind in der Region des Austrittes von dorsalen Nervenwurzeln noch bedeutend länger und breiter als die Bogen, in den weiter ventral gelegenen Schnitten werden sie immer kleiner und in der Höhe des Austrittes der ventralen Nervenwurzel sind sie ganz klein, dreieckig und keilförmig zwischen den Bogen eingelagert. Die dorsalen Wurzeln treten durch die Interkalaria, die ventralen durch die Bogen. Die Myosepten inserieren an den Bogen und Wirbelkörpern, zeigen aber sehr verschiedenen Verlauf; die Kurve ist bald abgeflacht, bald spitzer, sie reicht bald höher, bald etwas tiefer. Die in der Höhe der Chorda getroffenen Schnitte zeigen Chorda mit den Wirbelkörpern, bei denen man die drei Zonen, Außen-, Mittel- und Innenzone, ganz gut wahrnehmen kann. An den ventralsten Schnitten sieht man auch die Rippen; in dieser Höhe erscheinen zwischen den Wirbelkörpern kleine dreieckige Gebilde, welche sehr an die Interkalaria bei den höheren Schnitten erinnern.

Wenn man dagegen eine Schnittserie aus der Übergangsregion der 20 cm langen Acanthiasembryonen genauer durchmustert, so sieht man von unten nach oben in vertikaler Richtung die Schnitte durch die Aorta mit Haemalbogen, Chorda mit Wirbelkörpern, Rückenmark mit oberen Bogen, nacheinander folgen, und endlich kommen Schnitte, wo nur noch die Muskeln und Bogen mit Interkalaria zu sehen sind; man findet weiter an diesen Schnitten zwei Arten von Wirbeln, größere und kleinere, d. h. monospondyle und diplospondyle, und merkwürdigerweise an zwei Stellen zwischen den diplospondylen monospondyle Wirbel; es fällt noch die Tatsache auf, daß die Lage der diplospondylen Wirbel gegen die Myosepten und Myomeren eine andere ist als die der monospondylen. Die monospondylen Wirbel liegen septal, die diplospondylen dagegen myal.

Schauen wir die einzelnen Schnitte genauer an, so finden wir an einem Schnitte durch die Aorta (Fig. 11, Taf. II) (oben ist kranialwärts, unten kaudalwärts) folgendes: Er trifft die Bogen und einen kleinen Teil des Interkalare; die zwei ersten Bogen auf der linken Seite liegen ganz normal monospondyl, d. h. septal, dann folgen auf einmal zwei kleinere Bogen, ihre Lage ist myal; zwischen ihnen wie zwischen den oben erwähnten liegen kleine Interkalaria, weil nur deren Spitze getroffen ist. Dann folgt ein großer Bogen und ein kleiner und weiter kaudalwärts sind alle Bogen klein. Der Schnitt ist etwas schief und darum ist die andere Seite tiefer getroffen und die rechte Seite sieht ganz anders aus. Man sieht zuerst einen großen monospondylen Bogen von septaler Lage, der zweite gleicht nicht dem an der linken Seite abgebildeten,

normalen, großen, sondern ist geteilt; man beobachtet das von der Richtung der Myosepten einwuchernde Bindegewebe, welches den einheitlichen Bogen in zwei Stücke teilt, wodurch die Teilstücke eine myale Lage erhalten. Ein Interkalare zwischen den Stücken ist noch nicht wahrzunehmen. Die zwei folgenden kleinen Bogen sind wie die an der linken Seite abgebildeten; man bemerkt, wie das zweite Stück von dem oben erwähnten geteilten Bogen mit dem nächstfolgenden Bogenstücke ein normal aussehendes diplospondyles Segment zusammensetzen; nur daß ein Interkalarstück zwischen den Teilen des Bogens fehlt. Der folgende Bogen, eigentlich zwei Bogen, denen auf der linken Seite ein großer entspricht, ist ebenfalls geteilt und, was noch interessanter ist, man findet zwischen den Teilstücken ein kleines Interkalare, welches, wie das bei den anderen diplospondylen Wirbeln der Fall ist, septal liegt. Wenn man die Schnittserie weiter verfolgt, so kommt man zu folgender Stelle (Fig. 12, Taf. II): Der Schnitt trifft etwas die Bogen und berührt in der Mitte die doppelkegelförmigen (amphicoelen) Wirbelkörper; man sieht jetzt an beiden Seiten die in Teilung begriffenen Segmente. Ein vom Myoseptum abgehendes axiales Bindegewebe dringt keilförmig in die Knorpelsubstanz sowohl vom zweiten als vom vierten Segmente ein. Fig. 13, Taf. II stellt bei stärkerer Vergrößerung die Verhältnisse dar. Man sieht oben in der Abbildung die Grenze zwischen zwei Wirbelkörpern. Das Bindegewebe umwächst das Interkalare; darunter ist eine ähnliche Stelle. Ein Knorpelstück, das dem Interkalare entsprechen soll, ist von Bindegewebe umgeben, jedoch man sieht kleine, langgestreckte Kerne, welche schon der Chordascheide gehören. Sie bilden die Außenzonen der Wirbelkörper; dagegen sieht man im zweiten Segment auch die Bildung von kegelförmiger Gestalt der neuen Wirbel (Fig. 13, Taf. II).

Die folgende Abbildung (Fig. 14, Taf. II) stellt einen Schnitt dar, der gerade durch die Chorda geht; Außen-, Mittel- und Innenzone der Wirbelkörper sind wahrnehmbar. Man sieht weiter unterhalb zweier diplospondylen Wirbelkörper einen langen monospondylen, bei dem das axiale Bindegewebe in die Mitte von der Richtung des Myoseptums eindringt, andererseits die Mittelzone gegen diese keilförmige Einwucherung kegelförmig entgegenwächst. Die Fig. 15, Taf. II, stellt einen Schnitt in der Höhe des Rückenmarkes dar. Die zwei unteren und oberen Myosepten inserieren an den Interkalaria, d. h. es sind diplospondyle Segmente, während das Myoseptum in der Mitte an einem Bogen inseriert, d. h., es gehört einem monospondylen Segmente an, welches sich oben zu

teilen begonnen hat. In dieser Höhe ist die Teilung nicht fortgeschritten. Die folgende Abbildung (Fig. 16, Taf. II) zeigt dagegen, daß die Teilung auch von oben begonnen hat. Der Schnitt ist durch die oberen Bogen und Interkalaria im dorsalsten Niveau geführt; man sieht, wie die Myosepten regelmäßig am Bogen inserieren, dagegen das zweite Myoseptum von oben inseriert an einer Stelle, welche topographisch der Mitte eines Bogens entsprechen sollte, jedoch ist das Stück in zwei Teile geteilt und dadurch ist die Lage des Myoseptums eine andere geworden, es inseriert nicht an dem Bogen, sondern zwischen zwei Bogenstücken. Man sieht in der Mitte des Schnittes oberhalb eines Bogens zwei kleine Knorpelgebilde, die gegeneinander zu wachsen scheinen; diese Knorpelgebilde sind wahrscheinlich Dornstücke. Dasselbe Verhalten ist auch weiter vorne (in der Zeichnung oben), aber undeutlicher zu erkennen.

Aus dieser Darstellung folgt also, daß es in der Übergangsregion monospondyle Segmente zwischen den diplospondylen gibt und daß sich diese Segmente nachträglich teilen. Es ist eine weitere natürliche Folgerung, daß die diplospondylen Segmente auch weiter kaudalwärts durch Teilung der monospondylen entstehen; diese Teilung aber erfolgte früher, und diese nachträgliche Segmentierung schreitet von der Schwanzspitze gegen den Kopf, nicht wie die Ursegmentierung, welche entgegengesetzter Richtung ist. Es gehören eigentlich auch die oben beschriebenen Segmente schon dem Schwanz an, denn der Haemalkanal (Aorta) ist bereits geschlossen.

Wenn also die Diplospondylie durch Teilung entstehen sollte, wie es diese Präparate zeigen, dann müßte ein Zustand bestehen, welcher als monospondyler zu bezeichnen ist und wo die Anlage der Bogen oder der Wirbelkörper in einem Segmente einfach wäre, wie die Anlagen der Myo- resp. Neuromeren. Die obigen Präparate beweisen dies teilweise schon.

Ich wollte aber auch frühere Stadien untersuchen und ich habe bei Durchmusterung der Präparate von 3.20 cm langen *Acanthias*embryonen folgende Stelle gefunden (Fig. 17, Taf. II). In diesem Stadium finden sich keine Wirbelkörper, sie treten nach RABL erst bei Embryonen von 6—7 cm Länge auf; die betreffende Stelle ist aus der Region der Aorta und man sieht in der Abbildung zwei Myosepten, dann zwei Gefäße im axialen Bindegewebe und die Anlagen von unteren Bogen. Ihre topographische Lage ist septal, wie es bei den normalen monospondylen Wirbeln oder Bogen der Fall ist; diese Lage ist zu deutlich, als daß man daran

zweifeln könnte; die Einschnürung und die Trennung der ursprünglich einheitlichen Längsleiste ist auch deutlich zu sehen.

Es besteht also vor dem diplospondylen ein monospondyler Zustand und die Angabe BALFOURS ist irrtümlich oder unvollständig. BALFOUR hat wahrscheinlich Schnitte von alten Embryonen untersucht oder die Schnitte waren nicht Horizontalschnitte. Die Abbildung von KLAATSCH bezieht sich wiederum auf einen alten Embryo, ist außerdem auch zu schematisch.

Es ist interessant, daß, je mehr man dorsoventral geht, desto mehr die Segmentierung fortgeschritten zu sein scheint. Die Längsleiste resp. die oberen Bogen sind noch undifferenziert; man sieht in der Höhe des Rückenmarks wohl die Intersegmentalgefäße, welche die Metamerie andeuten, aber die Gliederung der Längsleiste ist noch nicht vorhanden, während dagegen eine Segmentierung in den ventraler geführten Schnitten also in der Höhe der Aorta schon vorhanden ist.

Darum sieht man bei der Verfolgung der Serie folgende Stadien: die kontinuierliche Längsleiste umgibt das Medullarrohr, an beiden Seiten sind die Muskeln; die Längsleiste ist noch undifferenziert auch in der Höhe, wo noch das Rückenmark mit Zentralkanal zu sehen ist. An den nachfolgenden Schnitten zeigt sich schon eine Segmentierung kenntlich durch die dorsalen Ganglien, welche in der Längsleiste liegen; dann folgen die Schnitte, bei welchen die Längsleiste einen wellenförmigen Verlauf zeigt. Dieser wellenförmige Verlauf ist ein solcher, daß die konkave Seite der einzelnen Wellen gegen die Myosepten gewendet ist, welche an diesen Wellen resp. Stücken inserieren, also entsprechen letztere den oberen Bogen. Diese Gliederung wird noch deutlicher durch den Austritt der ventralen Nervenwurzel aus dem Rückenmarke, aber die einzelnen Wellen resp. Stücke sind noch immer nicht getrennt. In den Schnitten sind diese Bogenanlagen einfach. Dagegen ist, bei den unteren Bogen die Gliederung schon deutlicher, die einzelnen Bogen hängen miteinander nur durch schmale Verbindungsstellen zusammen. Sie finden sich, wie schon oben dargelegt wurde, in jedem Segmente in der Einzahl sowohl in der Rumpf- wie in der Schwanzgegend.

### B. Spinaxembryonen.

Bei den 6 *cm* langen Embryonen von Spinax sind die Verhältnisse im Schwanz nicht eindeutig, aber sie sind verständlich, wenn man voraussetzt, daß die Teilung nicht gleichzeitig erfolgt.

Ein diplospondyler Zustand scheint der herrschende zu sein. Betrachten wir die Abbildung (Fig. 18, Taf. II); man sieht in derselben, daß die Bogen eine myale Lage haben und daß sie schon doppelt sind: eine ausgesprochene Diplospondylie. Wenn man aber genauer die Schnittserien prüft, so findet man Stadien, die dem in Fig. 19, Taf. II dargestellten ähnlich sind. Man sieht zwei Myosepten, welche an den Bogen inserieren; die Bogen haben also septale Lage, sie sitzen mit breiter Basis, die Interkalaria mit schmaler Spitze der Chorda auf. Der zweite Bogen, der nicht ganz abgebildet ist, ist normal, der obere (erste) ist geteilt, in ihn ist eine Reihe von Zellen des axialen Bindegewebes hineingedrungen, so daß er dadurch in zwei Stücke geteilt wird. Diese Stelle ist aus der Schwanzregion; In derselben Schnittserie findet man Stellen, an denen regelmäßig ein diplospondyler Zustand besteht, wo also die Myosepten an Interkalaria inserieren, zwischen ihnen dagegen liegen zwei Bogen und Interkalare. Und noch interessanter ist eine Stelle aus einer anderen Schnittserie, wo ein monospondyles Segment sich neben dem diplospondylen findet (Fig. 20, Taf. II). Man sieht zwei untere Bogen in dem einen Segmente, einen Bogen in dem anderen; die Intersegmentalgefäße verhalten sich ebenso wie die Bogen, in einem Segmente sind sie in einfacher, im anderen in doppelter Zahl vorhanden. Die Lage der Bogen ist im diplospondylen Segmente myal, also normal; im monospondylen Segmente ist sie ebenfalls myal, was wahrscheinlich auf sekundäre Verschiebungen zurückzuführen ist. Sonst gleichen die Verhältnisse den schon bei *Acanthias* beschriebenen.

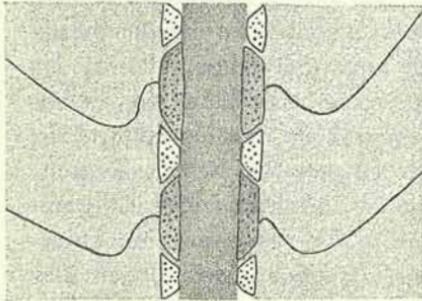
### Schlußfolgerungen.

Auf Grund dieser Befunde sind zwei Erscheinungen, die echte Diplospondylie des Schwanzes und das variable Verhalten der Übergangsregion erklärbar. Es ist klar, daß der diplospondyle Zustand des Schwanzes durch Teilung der Wirbelkörper und der Bogen entsteht; und die Annahme, daß diese Teilung durch die mechanische Funktion der Myosepten ausgelöst oder verursacht wird, drängt sich von selbst auf.

Betrachtet man die Lage der Bogen und der Wirbelkörper im monospondylen (Textfig. 3) und diplospondylen (Textfig. 5) Zustände zu den Myosepten, so sieht man, daß die Beweglichkeit im diplospondylen Segmente größer sein muß und daß die größere Beweglichkeit durch geteilte Bogen und Wirbelkörper bedingt ist. Diese größere Beweglichkeit ist darum erforderlich, weil der Schwanz

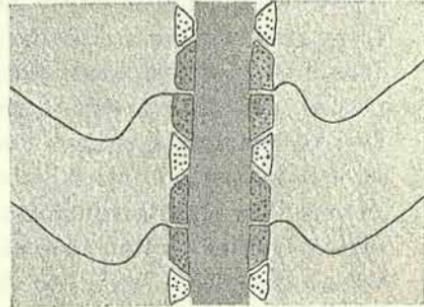
als Hauptbewegungsorgan bei Fischen fungiert. Diese Tatsache betonen auch P. MAYER und RIDWOOD, nach RIDWOOD ist der Vorteil und sozusagen die „raison d'être“ der Diplospondylie die Flexibilität (Flexibility), aber RIDWOOD geht nicht weiter. Wir

Fig. 3.



Dunkel: Bogen. Hell: Interkalaria.

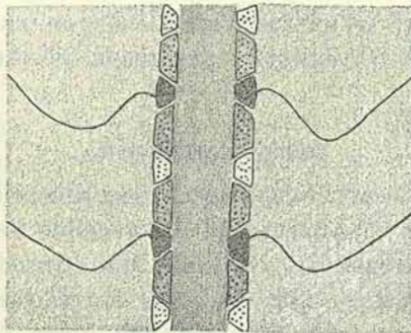
Fig. 4.



Dunkel: Bogen (geteilt). Hell: Interkalaria.

sagen dagegen, daß in der Beweglichkeit nicht nur „raison d'être“, sondern die Ursache der Diplospondylie besteht und die größere

Fig. 5.



Zwischen die geteilten Bogen (Textfig. 4) haben sich, septal, neue Interkalaria (ganz dunkel gezeichnet) eingeschoben.

Beweglichkeit die Teilung der Bogen und darauf der Wirbel (Textfig. 4) verursacht. H. STRASSER (Zur Lehre von der Ortsbewegung der Fische durch Biegungen des Leibes und der unpaaren Flossen, Stuttgart 1882, zitiert nach P. MAYER) gelangt zu der

Ansicht, daß die Fische im wesentlichen durch Krümmung des Rumpfes und Schwanzes sich fortbewegen, nicht aber durch ihre unpaaren Flossen und daß der Schwanzteil des Körpers das Movens ist, wogegen der Rumpfteil starr bleibt.

Von diesem physiologischen Gesichtspunkte ist es ferner klar, daß die Region zwischen dem Rumpfe und Schwanze graduelle Übergänge zwischen dem einen und dem anderen Zustande zeigen muß, was tatsächlich auch der Fall ist. Die Übergangswirbel sind nach ihrem morphologischen Verhalten keine monospondylen Rumpf- und keine diplospondylen Schwanzwirbel; bei ihnen hat die Funktion der Biegung entweder nur die Teilung der Bogenstücke oder auch die Teilung der Wirbelkörper bewirkt, ohne daß es zur Bildung von Interkalaria gekommen wäre (II. Typus der Übergangsregion).

Die Interkalaria entstehen zwischen den neuen Wirbelkörpern sekundär und sind Neubildungen (Textfig. 5); sonach sind die Interkalaria im Schwanz abwechselnd Neubildungen und alte Interkalaria, die bereits zwischen den monospondylen Wirbeln vorhanden waren; sie sind also nicht homolog.

Von diesem Gesichtspunkte ist ferner begreiflich, daß die Seitenbiegung bei den ersten Wirbeln der Übergangsregion zuerst eine Vergrößerung (Verlängerung), dann aber die Teilung nicht nur der Bogen, sondern auch der verlängerten Wirbelkörper bewirken muß; und dieser Prozeß schreitet so weiter.

Die Textfiguren 3—5 zeigen schematisch die Entstehungsweise der diplospondylen Wirbel aus den monospondylen; in der Fig. 3 ist ein Zwischenstadium dargestellt, in dem sich die Bogen schon geteilt haben, aber noch keine Interkalaria besitzen.

Die beschriebenen Verhältnisse lassen sich ebensowenig durch Verschmelzung der Wirbel wie durch Konzentration des Körpers, was ungefähr dasselbe bedeutet, erklären, abgesehen davon, daß keine Tatsache für diese Auffassung spricht; die Erklärung SCHAU-INSLANDS scheint noch die wahrscheinlichste zu sein. Aber wenn die Diplospondylie durch Reduktion der Myosepten und Nerven entstehen sollte, dann müßte die Lage der Wirbelkörper und Bogen eine ganz andere sein; sie müßten abwechselnd septal und myal liegen und nicht myal wie es tatsächlich der Fall ist; für diese Auffassung ist weiter unverständlich das Verhalten der Übergangsregion, das Vorkommen mehr als eines Bogenstückes.

Es wird nun von Interesse sein, besonders das letztere Verhalten der Übergangsregion (III. Typus, Vielböigkeit) vom Stand-

punkte der Teilung zu prüfen. Nehmen wir *Zygaena malleus*, an welcher Art J. MÜLLER diese Erscheinung zuerst bemerkt hatte; der 58. (erster abgebildeter) Rumpfwirbel ist noch ganz normal mit einem Bogenstück und normalen Interkalaria versehen. Die dorsale Nervenwurzel tritt durch das Interkalare und Bogenstück. Wenn wir die Nervendurchtrittsstelle weiter verfolgen, so bemerken wir bei 59. Wirbel kein topographisches Interkalare und die Nervendurchtrittsstelle ist jetzt zwischen dem zweiten Bogenstücke und dem nachfolgenden Bogenstück, d. h. das letztere Bogenstück ist ein echter Bogen, die zwei anderen dagegen sind an Stelle des Interkalare durch Teilung des einheitlichen Interkalare entstanden, also die topographische Lage dieser Stücke spricht für ihre Abstammung vom Interkalare. Wenn wir das annehmen, dann sind uns die Verhältnisse bei den folgenden Wirbeln verständlich; das Interkalare zwischen 60.—61., 61.—62., 62.—63., 63.—64. hat sich ebenso geteilt und statt eines einheitlichen Interkalare liegen überall zwei Stücke, Teile des früheren Interkalare; bei dem 63. Wirbel sehen wir überdies, daß sich das Bogenstück auch geteilt hat und dadurch erhalten wir auf eine Wirbelkörper vier Stücke, von welchen die zwei in der Mitte vom Bogen, die zwei seitlichen von dem Interkalaria abstammen. Beim 64. Wirbel scheint nur der Bogen geteilt, das Interkalare nicht, weil es ganz normal liegt; bei dem 65. ist dasselbe Verhalten zu beobachten und die folgenden Wirbel sind gewöhnliche diplospandyle Wirbel. Man bemerkt auch, wie die Übergangswirbel allmählich länger werden und die Schwanzwirbel ungefähr so klein sind wie die Rumpfwirbel.

Auch bei *Galeus* ist die Vielböigkeit von diesem Gesichtspunkte aus verständlich; das Bogenstück vom 30. und 31. Wirbel ist geteilt; beim 32. und 33. ist wieder das Bogenstück und außerdem das Interkalare zwischen ihnen; beim 34. und 35. verhält es sich wie beim 32. und 33. Wirbel; dasselbe ist auch beim 35. und 36. Wirbel der Fall; vom 37.—41. Wirbel sind alle Bogenstücke und Interkalaria zwischen den Bogen geteilt; diese sechs Wirbel bilden eine durch zwei Interkalaria begrenzte Region, durch die Teilung bekommt der 37. Wirbel drei Bogenstücke, der 38., 39., 40. vier und der 41. drei; das Bogenstück von 42 und 43 ist wieder geteilt und das Interkalare zwischen ihnen, das Bogenstück vom 44 und das Interkalare von 44—45 scheint ungeteilt zu sein; zwischen 45 und 46 ist kein Interkalare, es sind schon diplospandyle Wirbel, die Bogenstücke von beiden sind geteilt; die folgenden Paare von Übergangswirbeln zeigen dasselbe.

Daß zwei, drei oder vier Bogenstücke durch Teilung von einem einheitlichen Bogenstück und Interkalare entstehen, zeigt sehr deutlich das Bild von einem Embryo von *Mustelus laevis* bei SCHAUINSLAND (Fig. 9, Taf. I). Das Bild stellt die letzten Rumpf- und die ersten Schwanzwirbel dar; während der vorderste Rumpfwirbel noch schmal ist und ganz normal ein Bogenstück und ein Interkalare trägt, sind die folgenden, die als Übergangswirbel aufzufassen sind, länger und haben mehrere Bogenstücke. Beim ersten Übergangswirbel ist das Bogenstück in zwei Schenkel geteilt, der zweite ist normal, der dritte hat wieder zwei Schenkel, der vierte hat eine Furche in der Mitte; der 5., 6., 7., 8. sind wieder geteilt; der 9. Wirbel hat drei Bogenstücke, und zwar ein auf dem Wirbelkörper aufsitzendes, zwei abgelöste; man muß also annehmen, daß das Bogenstück ursprünglich, wie die vorderen, zwei Schenkel gehabt hat und daß sich der vordere Teil abgelöst hat; das dritte könnte entweder wieder durch Teilung des einen Bogenstückes entstanden sein oder vielleicht stammt es vom Interkalare ab. Jedoch spricht der Nervendurchtritt für die erstere Auffassung. Die zwei folgenden Bogenstücke zeigen dasselbe Verhalten. Von diesen Wirbeln sagt SCHAUINSLAND, daß sie wahrscheinlich durch Verschmelzen mehrerer Wirbel entstanden sind, aber die Verhältnisse der Bogen zeigen, daß diese Auffassung nicht richtig ist. Es ist die Auffassung weit natürlicher, daß diese Wirbelkörper unter dem Einfluß der Bewegungsanpassung länger (biegsamer) geworden sind und wenn die Elastizitätsgrenze überschritten wurde, teilten sich zuerst die Bogenstücke und dann auch die Wirbelkörper.

Wie man sieht, lassen sich auch diese Erscheinungen als durch Teilung entstanden auffassen und für diese Auffassung sprechen die bei *Acanthias*embryonen beobachteten Tatsachen, wo unzweifelhaft die Teilung der Bogenstücke vorkommt. Es ist ein glücklicher Zufall gewesen, daß das Untersuchungsmaterial *Acanthias*embryonen waren, denn wie schon bekannt ist, besitzt *Acanthias* keine Übergangsregion; der Übergang ist plötzlich bei den erwachsenen Tieren. Die Entstehung aber erfolgt langsam und wie es scheint, eilen einige Wirbel den andern voraus, denn nur dadurch konnten zwei monospondyle Wirbel zwischen den diplospondylen zurückbleiben und sich dann nachträglich teilen. Daß so verschiedene Übergangsregionen in den einzelnen Gruppen vorkommen, hängt wahrscheinlich von der individuellen Bewegungsart und Lebensweise der betreffenden Tiere ab.

## Zusammenfassung.

1. Nach den vergleichend anatomischen Beobachtungen erfolgt der Übergang von dem monospondylen in den diplospondylen Zustand meistens allmählich. Man kann folgende vier Typen der Übergangsregion unterscheiden: 1. Der Übergang erfolgt plötzlich ohne Übergangswirbel (*Acanthias*, *Cheiloseyllum plagiosum*); 2. der Übergang ist typisch, er beginnt mit einem langen mit zwei Bogenstücken versehenen Wirbelkörper, dann folgen ein oder mehrere Paare von kleinen Wirbeln, die normale (je ein) Bogenstücke haben, aber zwischen den auf diesen Wirbelkörpern sitzenden Wirbelbogen steht kein Interkalare; 3. der Übergang ist charakterisiert durch die Wirbelkörper, auf welchen mehrere Bogenstücke sitzen (*Galeus*, *Mustelus*); 4. die Übergangsregion ist charakterisiert durch die Wirbelkörper, auf welchen zwei Bogenstücke und Interkalaria regelmäßig sitzen (*Halbdiplospondylie*, *Hexanchus*, *Heptanchus*). Alle diese Übergangswirbel sind keine echten monospondylen Rumpf- und auch keine diplospondylen Schwanzwirbel, sie stehen morphologisch in der Mitte, was mit dem physiologischen Verhalten der Übergangswirbel (stärkere Beweglichkeit im Vergleich zur Rumpfwirbelsäule) zusammenhängt.

2. Die embryologischen Beobachtungen zeigen, daß die diplospondylen Wirbelkörper von einem 20 cm langen *Acanthias*embryo in der Übergangsregion nachträglich durch Teilung aus den monospondylen entstehen. Es folgt aus diesen Beobachtungen als eine Selbstverständlichkeit, daß ein monospondyler Zustand der Wirbel vor dem diplospondylen bestehen muß. Diese Voraussetzung bestätigten die Beobachtungen an einem 3 cm langen Embryo, bei welchem die haemalen Bogenstücke in einfacher Zahl im Schwanze vorhanden waren. Es ist somit die Verschmelzungshypothese von GOETTE und HASSE endgültig widerlegt.

3. Ein wichtiger Unterschied zwischen den monospondylen und diplospondylen Wirbeln ist die Stellung gegen die Myosepten und Myomeren. Die monospondylen Wirbelkörper liegen septal, die diplospondylen dagegen myal.

4. Die Lage der monospondylen Wirbel, verknüpft mit den physiologischen Anforderungen (größere Beweglichkeit und Biegsamkeit) des Schwanzes gibt über die Ursachen der Entstehung der Diplospondylie Aufschluß. Sie verursachen die Teilung der Wirbelkörper und Bogenstücke. Die myale Lage der diplospondylen Wirbelkörper kann nur durch die Teilung entstehen, nicht durch

Reduktion von Myosepten und Nerven, weil dann die Wirbelkörper abwechselnd myal und septal liegen müßten; die diplospondylen Wirbel liegen aber nur myal. Die Diplospondylie also ist ein morphologischer Ausdruck ihrer Funktion.

5. Unter dem Gesichtspunkte der Teilung sind auch die Verhältnisse der Übergangswirbel verständlich; zwei Bogenstücke entstehen durch die Teilung des ursprünglich einheitlichen Bogens in zwei Teile; mehrere dagegen durch die Teilung des Bogens und Interkalare, wie das bei Galeus und Zygaena der Fall ist. Bei der Halbdiplospondylie ist charakteristisch, daß die Teilstücke eine dem normalen Verhalten ähnliche Lage aufweisen; die Bogenstücke sitzen mit breiter Fläche auf, zwischen ihnen sind die Interkalarstücke mit der Spitze eingekeilt.

6. Die 6 cm langen Embryonen von *Spinax niger* zeigen einerseits ein diplospondyles Verhalten, andererseits Zwischenstadien zwischen dem monospondylen und diplospondylen Zustande; ja es gibt sogar Stellen, wo ein diplospondyles Segment neben dem monospondylen besteht. Alle diese Verhältnisse können als verschiedene Stadien der in Teilung begriffenen Segmente aufgefaßt werden.

---

Zum Schlusse meiner Arbeit spreche ich Herrn Prof. Dr. B. HATSCHKE für die Überlassung eines Arbeitsplatzes und Anregung des Themas, Herrn Prof. Dr. K. C. SCHNEIDER und Prof. H. JOSEPH sowie Herrn Dr. R. CZWIKLITZER für ihre Unterstützung meinen wärmsten Dank aus.

---

## Literatur.

1. BALFOUR, F. M., A Monograph of the development of Elasmobranch Fishes. London 1878.
2. — Handb. d. vergleich. Embryologie. 2. Bde., übersetzt von B. Vetter. Jena 1880 bis 1881.
3. EBNER, V. v., Urwirbel und Neugliederung der Wirbelsäule. Sitzb. Akad. Wiss. Wien. Math.-naturw. Klasse. B. 97, III. Abt. 1888.
4. GADOW H. and MISS ABBOT, E. C., On the evolution of the vertebral column of Fishes. Phil. Trans. Royal Soc. Vol. CLXXXVI. London 1896.
5. GOETTE, A., Entwicklungsgeschichte der Unke (*Bombinator igneus*) als Grundlage der vergleichenden Morphologie der Wirbeltiere. Leipzig 1875.
6. — Über den Wirbelbau der Reptilien und einiger anderer Wirbeltiere. Zeitschr. f. wiss. Zool. Bd. 62. 1897.
8. — Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystems der Wirbeltiere. Arch. f. mikr. Anat. Bd. 15. 1878.
10. HAY, O. P., On the structure and development of the vertebral column of *Amia*. Field Columb. Mus. Publ. Chicago. Z. Serie Vol. 1, N. 1. 1895.
11. HATSCHEK, B., Zur Metamerie der Wirbeltiere. Anat. Anz. Jahrg. 8. 1892.
12. — Die Rippen der Wirbeltiere. Anat. Anz. IV. Jahrg. 1889.
13. HASSE, C., Das natürliche System der Elasmobranchier auf Grundlage des Baues und der Entwicklung der Wirbelsäule. Jena 1879.
14. — Allgemeine Bemerkungen über die Entwicklung und Stammesgeschichte der Wirbelsäule. Anat. Anz. Jahrg. VIII. 1893.
15. HUBRECHT, A. A. W., Die Wirbelsäule der Elasmobranchier. BRONNS Klassen und Ordnungen. Bd. VI. I. Abschn. 1878.
16. IHERING, H. v., Über die Wirbelverdoppelung bei Fischen. Zool. Anz. Jahrg. VIII. 1878.
17. — Über den Begriff des Segmentes bei Wirbeltieren und Wirbellosen. Zentralbl. f. d. ges. med. Wiss. Nr. 9. 1878.
18. — Das peripherische Nervensystem der Wirbeltiere als Grundlage für die Kenntnisse der Regionenbildung der Wirbelsäule. Leipzig 1878.
19. KLAATSCH, H., Beiträge zur vergleichenden Anatomie der Wirbelsäule. Morph. Jahrb. Bd. XX. 1893.
20. KÖLLIKER, A., Über die Beziehungen von Chorda dorsalis zur Bildung der Selachierwirbel. Würzburger Verh. X. 1860.
21. — Weitere Beobachtungen über die Wirbel der Selachier. Abh. d. Senck. Ges. V. Bd. 1864.

22. MAYER, P., Die unpaaren Flossen der Selachier. *Mitteil. d. zool. Station zu Neapel.* Bd. VI. 1886.
23. MÜLLER, J., Vergleichende Anatomie der Myxinoïden, der Cyclostomen mit durchbohrten Gaumen. I. Teil. Osteologie und Myologie. *Phys.-math. Abh. Akad.* Berlin. 1835.
24. RABL, C., Theorie des Mesoderms. *Morph. Jahrb.* Bd. XIX. 1893.
25. ROBIN, Ch., Recherches sur un appareil, qui se trouve chez les poissons du genre des Raies (*Raja* Cuv.) et qui présente les caractères anatomiques des organes électriques. *Ann. Sc. Nat.* 3. S. T. 7. 1847.
26. STANNIUS, H., Das peripherische Nervensystem der Fische anatomisch und physiologisch untersucht. Rostock 1849.
27. SCHAUNSLAND, H., Die Entwicklung der Wirbelsäule nebst Rippen und Brustbein. *Handb. d. vergl. und exp. Entw.-Lehre der Wirbeltiere* v. O. Hertwig. Bd. 3. 1906.
28. SCHMIDT, L., Untersuchungen zur Kenntniss des Wirbelbaues von *Amia calva*. *Zeitschr. f. wiss. Zool.* 54. Bd. 1892.

## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel I.

Fig. 1. *Scyllium stellare*, Übergangsregion, nach dem Exemplare aus dem Osteol. Museum der Wiener Universität.

Fig. 2. *Scyllium melanostomum*, Übergangsregion, nach dem Exemplar aus dem Ost. Museum.

Fig. 3. *Cheiloscyllium griseum*, Übergangsregion, nach dem Exemplar aus dem Ost. Museum.

Fig. 4. *Squatina angelus*, Übergangsregion (Ost. Museum).

Fig. 5. *Heterodontus (Cestracion) Philippii*, Übergangsregion (Ost. Mus.).

Fig. 6. *Galeus glaucus*, 29.—48. Wirbel, Übergangsregion (Ost. Mus.).

Fig. 7. *Zygaena malleus*, 58.—67. Wirbel, Übergangsregion (Ost. Mus.).

Fig. 8. *Heptanchus*, Übergangsregion, nach PAUL MAYER.

Fig. 9. *Mustelus laevis*, 10 cm langer Embryo. Übergangsregion nach SCHAUNSLAND. Methylenblaupräparat.

Fig. 10. *Hexanchus griseus*. Nach einer Zeichnung von Prof. HATSCHKE, photographiert mit dessen Erlaubnis. W = Wirbelkörper, b = Bogenstück, i = Interkalarstück.

### Tafel II.

Fig. 11. *Acanthias vulgaris*, Embryo 20 cm lang. Schnitt in der Höhe der Aorta. 8fach vergrößert. A Aorta, b Bogenstück, i Interkalare.

Fig. 12. Schnitt aus derselben Serie knapp unterhalb Chorda. Die Doppelkegel der Wirbelkörper sind sichtbar. 8fach vergrößert. s Stelle, wo das Bindegewebe in den Wirbel hineindringt.

Fig. 13. Eine Stelle von Fig. 12 vergrößert dargestellt, b das einwuchernde Bindegewebe, i normales Interkalare, i' neues Interkalare, das zwischen den diplospondylen Wirbelkörpern steht, m Myoseptum. Die Konturen mit 2 Ok. und 3 Obj. von LEITZ gezeichnet; die Details mit 4 Ok., 7 Obj.

Fig. 14. Ein Schnitt durch die Chorda aus derselben Serie. 8fach vergrößert. a Außenzone, i Innenzone, m Mittelzone, die in der Mitte kegelförmig dem einwuchernden Bindegewebe (b) entgegenwächst.

Fig. 15. Ein Schnitt in der Höhe des Rückenmarkes. Dieselbe Serie. 8fach vergrößert.

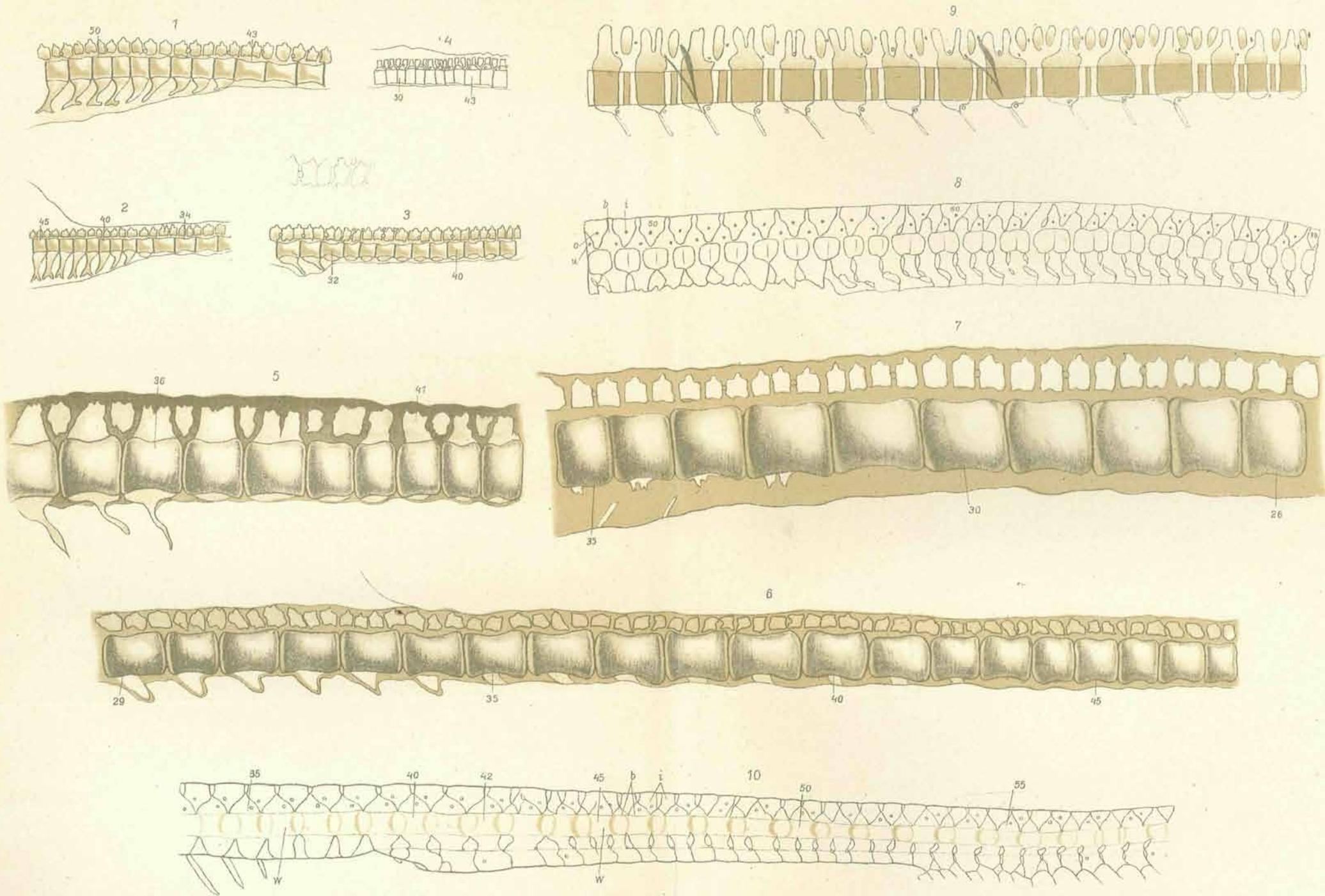
Fig. 16. Ein Schnitt oberhalb des Rückenmarkes. Dieselbe Serie. 8fach vergrößert. s Stelle, wo das Bogenstück geteilt wird.

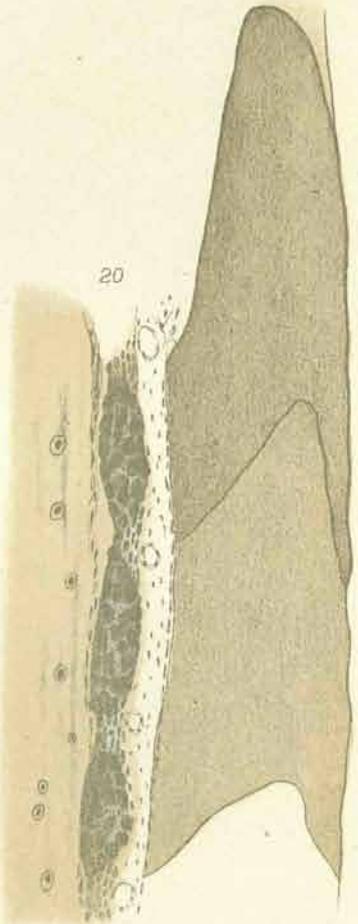
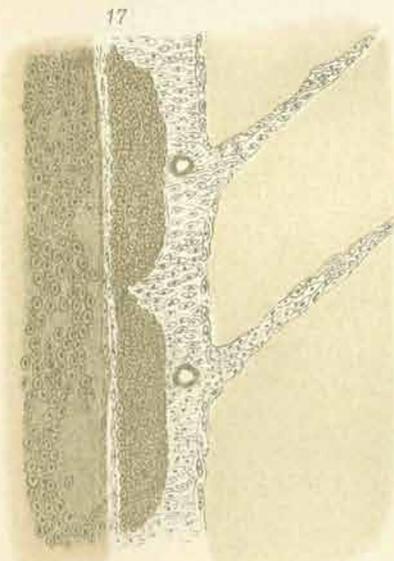
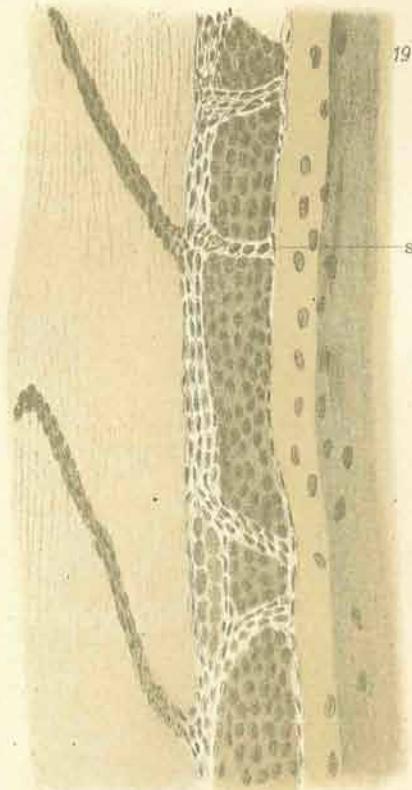
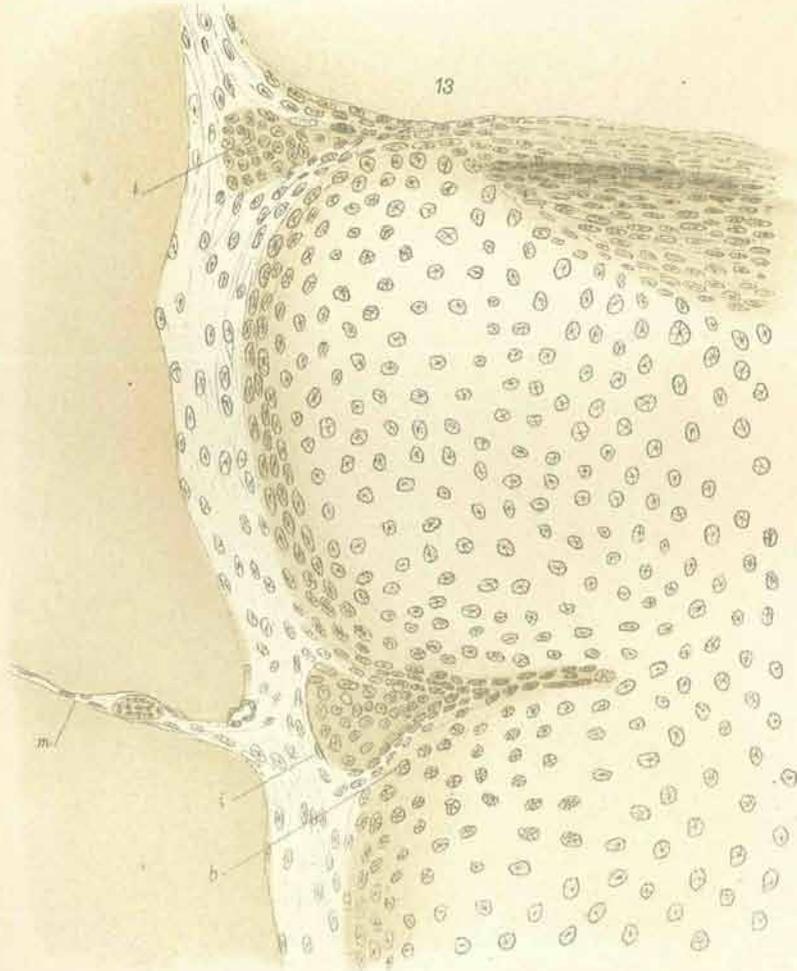
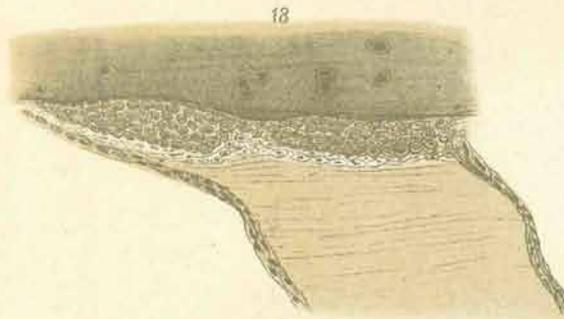
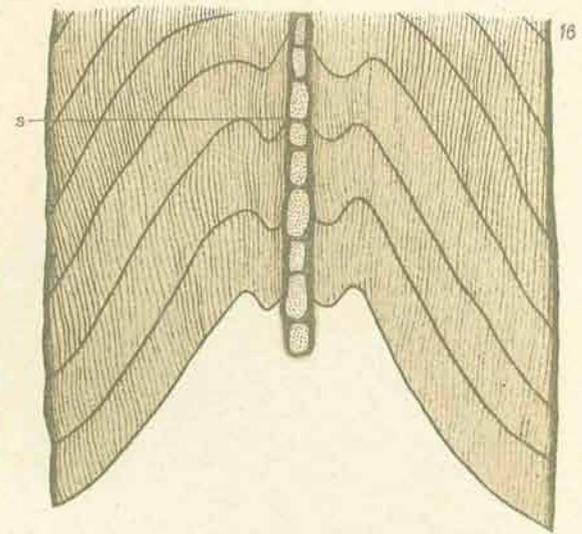
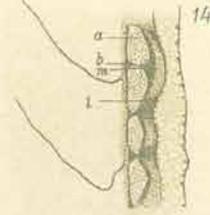
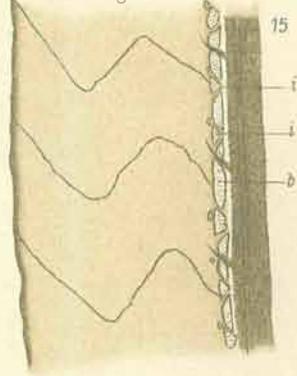
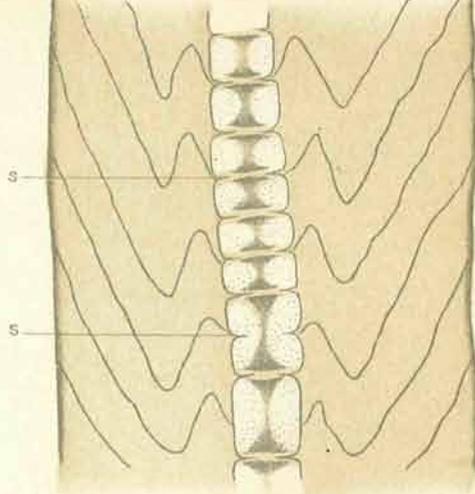
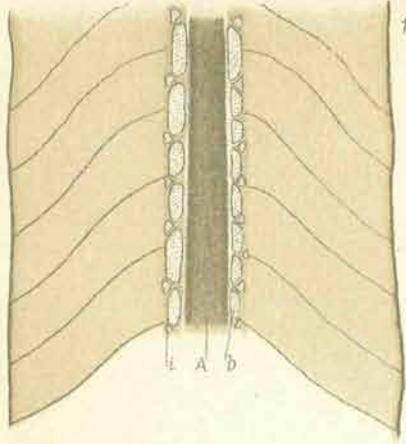
Fig. 17. Ein Schnitt durch einen 3·20 langen Embryo von *Acanthias vulgaris* in der Höhe der Aorta. Die Anlagen von haemalen Bogenstücken sind monospondyl. LEITZ Mikroskop 2 Ok. 3 Obj. und 4 Ok. 7 Obj., mit Hilfe des Zeichenapparates gezeichnet.

Fig. 18. 6 cm langer Embryo von *Spinax*. Übergangsregion. LEITZ Mikroskop. 1 Ok. und 3 Obj., 4 Ok. und 7 Obj.

Fig. 19. *Spinax*embryo. II<sub>1</sub> Serie. 1 Ok. 3 Obj., 4 Ok. 5 Obj. Zwischenstadium zwischen dem monospondylen und diplospondylen. s Stelle, wo das Bindegewebe in das Bogenstück hineindringt.

Fig. 20. *Spinax*embryo. Dieselbe Serie. Schwanz. Ein mono- und ein diplospondyles Segment nebeneinander. 4 Ok. 3 Obj., 4 Ok. 7 Obj.





# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Arbeiten aus dem Zoologischen Institut der Universität Wien und der Zoologischen Station in Triest](#)

Jahr/Year: 1911

Band/Volume: [19](#)

Autor(en)/Author(s): Secerov Slavko

Artikel/Article: [Über die Entstehung der Diplospondylie der Selachier. 1-28](#)