

Untersuchungen
 über
 die Entwicklung des Schultergürtels und des
 Skelets der Brustflosse des Hechts.

Inaugural-Dissertation

zur Erlangung des Grades
 eines

Doctors der Medicin

verfasst und mit Bewilligung

Einer Hochverordneten Medicinischen Facultät der Kaiserlichen Universität
 zu Dorpat

zur öffentlichen Vertheidigung bestimmt

von

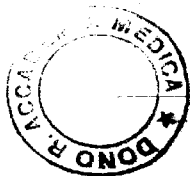
Georg Swirski.

Mit 2 Tafeln.



Ordentliche Opponenten:

Prof. Dr. B. Koerber. — Prof. Dr. E. v. Wahl. — Prof. Dr. E. Rosenberg.



Dorpat.

Druck von Schmackenburg's litho- und typographischer Anstalt.

1880.

Gedruckt mit Genehmigung der medicinischen Facultät.
Dorpat, d. 30. Mai 1880. Decan Boehm.

Nr. 183.

(L. S.)

7

Meinen Eltern.

Zur feierlichen
DOCTOR - PROMOTION

des Herrn

Georg Swirski,

welche

Donnerstag, den 5. Juni 1880, Mittags um 12 Uhr,
im grossen Hörsaale der Kaiserlichen Universität,
stattfinden wird,

laden ergebenst ein

Dorpat,
im Juni 1880.

Decan u. Mitglieder
der medicinischen Facultät.



Meinem hochverehrten Lehrer Herrn Prof. Dr. Emil Rosenberg spreche ich an diesem Orte meinen tiefgefühlten und bleibenden Dank aus für die reichliche Unterstützung, die er mir bei dieser unter seiner Leitung entstandenen Arbeit hat zu Theil werden lassen.

Zugleich ergreife ich die Gelegenheit allen meinen Lehrern an dieser Hochschule für die Belehrung zu danken, die ich während meiner Studienzeit von ihnen empfangen. Insbesondere gilt dieser Dank Herrn Prof. Dr. A. Vogel, unter dessen Leitung ich das Glück hatte, ein Jahr als Assistent im Hospitale zu fungiren, wie auch Herrn Prof. Dr. Hoffmann, meinem augenblicklichen Chef.



Einleitung.

Unter den Untersuchungen, welche vom Standpunkte der Descendenzlehre für das Gebiet der Morphologie sich ergeben, verdienen diejenigen eine besondere Beachtung, bei denen es sich darum handelt, die im Laufe der ontogenetischen Entwicklung sich darbietenden Erscheinungen von den durch die Decendenztheorie gewährten Gesichtspunkten aus zu beurtheilen. In diesem Sinne angestellte Untersuchungen vermögen, wie sich schon vielfach gezeigt hat, nicht nur die Einsicht in die der Untersuchung unterworfenen Organisationsverhältnisse bedeutend zu fördern, es dürften auch, und das gibt solchen Untersuchungen ein erhöhtes Interesse, auf diesem Wege am ehesten Thatsachen bekannt werden, die entweder entschieden zu Gunsten der Descendenzlehre sich verwerthen lassen, oder aber, falls es sich um Thatsachen handelt, die zur Zeit noch nicht genügend interpretirbar erscheinen, auf die Stellen hinweisen können, an der die Theorie eines weiteren Ausbaus bedarf.

Einer solchen Anschauung entsprang die Anregung zur vorliegenden Arbeit. Es sollte, fussend auf den grundlegenden Arbeiten Gegenbaur's ¹⁾ über den Schultergürtel und die Brustflosse der Fische, die Entwicklung dieser Theile an einer für die Untersuchung besonders geeigneten Form in Hinblick auf die Fragen untersucht werden, welche sich für eine entwicklungsgeschichtliche

1) Gegenbaur: Untersuchungen zur vergleichenden Anatomie der Wirbelthiere, Heft II. Leipzig 1865.

Untersuchung aus den Nachweisen Gegenbaur's ergeben, welcher die Geschichte der genannten Skelettheile auf dem Wege der Vergleichung der entwickelten Formen eingehend dargelegt hat.

Unter den hier am Orte leicht zu beschaffenden Fischen erschien der Hecht als das geeignetste Untersuchungsobject. Sein Schultergürtel gehört der dritten ¹⁾ von Gegenbaur bei den Teleostiern unterschiedenen Form an, welche bei Ganoiden durch *Polypterus* repräsentirt wird. Diese Form des Schultergürtels besteht aus einem Scapulare und Procoracoid und zeichnet sich gegenüber der zweiten Form des Schultergürtels, die bei sechs Familien der Physostomen und unter den Ganoiden bei *Amia* und *Lepidosteus* vorliegt, durch das Fehlen eines Spangenstücks aus; das Coracoid ist schon in der zweiten Form sehr rudimentär²⁾ und fehlt der dritten. Der Schultergürtel des Hechts stellt somit eine im Laufe der phylogenetischen Entwicklung vereinfachte Form des Schulderskelets vor, und es durfte somit erwartet werden, dass bei der Beobachtung der ontogenetischen Entwicklung dieses Skelettheils auf jenen phylogenetischen Vorgang Bezug habende Verhältnisse sich darbieten würden. Vor Allem musste das Spangenstück als zuletzt geschwundener Theil in transitorischer Anlage sich zeigen und ebenso konnte die Anlage eines Coracoid erwartet werden.

Auch das Skelet der Brustflosse des Hechts ist als ein hochgradig umgeformtes zu bezeichnen: die den Basalien sich anschliessende Reihe kleiner Knorpelstücke wird als Rudiment einer in früheren Zuständen reichen Menge von Radiengliedern aufgefasst; hier also liess sich erwarten, dass der Vorgang der Reduction dieser Radienglieder wenigstens theilweise ontogenetisch zur Beobachtung kommen würde. Es konnten aber auch in Betreff der Anordnung der Basalien im Laufe der Entwicklung vorübergehend primitivere Verhältnisse sich darbieten. Diese Voraussetzungen mussten in Betreff des Hechts mit um so grösserer Bestimmtheit gemacht

2) Gegenbaur, l. c. 125.

3) Gegenbaur, l. c. pag. 122 u. 123.

werden, als derselbe wegen seiner Zugehörigkeit zur Ordnung der Physostomen denjenigen Formen nahe steht, bei welchen die relativ geringste Umformung der in Rede stehenden Skelettheile erfolgt ist.

In diesem Sinne angestellte Beobachtungen über die Entwicklung des Schultergürtels und der Extremität der Fische sind noch nicht veröffentlicht worden. In wiefern nun die hier mitgetheilten Untersuchungen erfolgreich gewesen, sollen die nachfolgenden Blätter zeigen.

Bevor ich jedoch an die Mittheilung des Ergebnisses der Untersuchung gehe, will ich vorher der Beschaffung des Materials und der Art und Weise gedenken, in der dasselbe untersucht wurde. Nachdem künstliche Befruchtung der Hechteier eingeleitet war, wurden dieselben in kleine Schüsseln, die mit Flusswasser gefüllt waren, gethan. Durch sorgsame Pflege, die in öfterer Erneuerung des Wassers und Befreien der Eier von Pilzen durch häufiges Bürsten mit einem weichen Haarpinsel bestand, gelang es die nöthigen Stadien vom Tage des Ausschlüpfens an bis zu 2,5 Cm. Länge zu erziehen. Die weiteren Stadien bis zu 12,0 Cm. wurden mit Netzen ohne Schwierigkeiten im Embache gefangen.

Als Härtungsmittel kam vorzugsweise 1% Chromsäurelösung in Anwendung, aus welcher die Objecte in 45° später 96° Alcohol übertragen wurden. Zur Entkalkung wurde Pikrinsäure benutzt.

Zur Färbung der Präparate, die stets in toto vorgenommen wurde, verwendete ich anfangs alkoholische Eosinlösung. Dieses Färbungsmittel ist nicht besonders zu empfehlen, da es nur dann gute Bilder giebt, wenn die Präparate sehr lange in demselben gelegen haben; sonst hat man wegen der eintönigen Tinction keinen Vortheil. Die schönsten Bilder aber gab das Haematoxylin. Der Kleinenberg'schen Haematoxylinlösung wurde noch nach Belieben concentrirte alkoholische Haematoxylinlösung hinzugefügt und die Präparate in toto in diese Mischung gethan. Die Dauer der Einwirkung dieses Färbemittels war je nach der Grösse der Objecte eine verschiedene und schwankte zwischen 8–24 Stunden.

Strasser¹⁾ hat bei seiner Untersuchung über den Knorpel den ganz besonderen Vortheil des Haematoxylin für dieses Gewebe hervorgehoben.

Zur Einbettung der Untersuchungsobjecte wurde die Calberla'sche²⁾ Modification der Bunge'schen Masse verwandt, an der ich nur auszusetzen finde, dass sie etwas langsam erhärtet. Nachdem ich andere Einbettungsmassen, wie zum Beispiel die von Kleinenberg³⁾ angegebene, probirt hatte, kehrte ich immer wieder zu der zuerst genannten zurück, da diese allein mir dünne und zusammenhängende Schnitte gab.

Da es mir bei meinen Zwecken auf lückenfreie Serien von Schnitten aukam, war ein Mikrotom unumgänglich. Das von Prof. E. Rosenberg modificirte Rivet'sche Microtom entsprach meinen Zwecken in vollstem Masse und gelang es mir nach einiger Uebung continuirliche Serien anzufertigen. Kleinere Objecte zerlegte ich gewöhnlich in Schnitte von $\frac{1}{60}$ m. m. Dicke, die meisten anderen Objecte wurden in Schnitte von $\frac{1}{50}$ m. m. Dicke zerlegt.

Zur Aufhellung der Schnitte diente fast ausschliesslich Buchenholztheerkreosot. Eingeschlossen wurden die Präparate in Kanadabalsam, das durch Chloroform⁴⁾ flüssig gemacht war.

Um mir die Vorstellung der Schultergürtelformen in den verschiedensten Stadien zu erleichtern und bei der Vergleichung feste

1) Zur Entwicklung der Extremitätenknorpel bei Salamandern u. Tritonen. Eine morphogenetische Studie v. H. Strasser. Morph. Jahrb., Bd. V, Heft 2. 1879. pag 242.

2) Morph. Jahrb. Bd. II. Eine Einbettungsmasse. 1876. pag 445.

3) Grundzüge d. Entwicklungsgeschichte von Balfour u. Foster, übersetzt v. N. Kleinenberg, pag. 246—248.

4) Zu diesem Lösungsmittel wandte ich mich ausschliesslich seitdem ich bemerkte, dass Haematoxylinpräparate in Terpentin ganz bedeutend abblässen. Als ich nämlich gelegentlich eines Versuches mit der aus Paraffin und Talg bestehenden Einbettungsmasse (cf. Braun, die Entwicklung des Wellenpapagei's. Arbeiten aus dem zoologisch-zoatomischen Inst. in Würzburg 1879, B. V, Heft 2), die mit Haematoxylin gefärbten Objecte in Terpentin brachte, um sie für die Paraffinaufnahme vorzubereiten, fand ich dieselbe nach einigen Stunden vollkommen abgeblasst. Es scheint dass hier Bedingungen gegeben waren, die schneller zu dem misslichen Umstande führten, den Braun in seiner eben citirten Arbeit erwähnt.

Formen zu haben, wendete ich mich zu einem von Born ¹⁾ angegebenen Verfahren, das ich nach meinen Erfahrungen schildern möchte.

Eine vollständige Serie von 0,02 m. m. dicken Schnitten zeichnete ich genau mit Berücksichtigung der nächsten Umgebung des betreffenden Theils mit Hülfe der camera lucida bei fünfzigfacher Vergrößerung ab. Darauf verfertigte ich mir Platten aus Wachs, die einen Millimeter dick waren. — Dieses bewerkstelligte ich so, dass ich ein genau 20 Cm. langes und ebenso breites solid gearbeitetes Messinggefäß bis zur Hälfte seiner Höhe mit heissem Wasser füllte und ca. 40 Ccm. der geschmolzenen Masse langsam auf die Wasserfläche ausgoss. Blasen wurden, wo sie auftraten, mit einer heißen Nadel angestochen und über die Theile der Wasserfläche, die von der Masse nicht sofort bedeckt wurden, musste letztere mit einem heißen Messer hinübergeschoben werden, um so eine einheitliche Schicht zu bilden. Da durch Adhaesion der Masse an den Wänden des Schmelzgefäßes Fehler entstehen, so muss man ein durch Uebung gefundenes bestimmtes Plus der Wachsmasse hinzufügen, um hinreichend genaue Platten zu erzielen. Auf Platten, die 1,0 m. m. dick waren, zeichnete ich das, vermittelt Pauspapiers von der Camera-lucida-Zeichnung copirte Bild, durch feine Stichelung mit der Nadel ab und schnitt, dem Contour mit scharfem dünnem Messer folgend, die Platten aus. Zu diesem umständlicheren Verfahren griff ich deshalb, weil ich mich überzeugte, dass die Umrisse, welche ich vermittelt der camera lucida direkt auf die Wachsplatten übertrug, sehr ungenau waren, da die Nadel leicht ausgleitet und die mit

1) G. Born: Ueber die Nasenhöhlen und den Thränenanasengang der Amphibien. Morph. Jahrb., B. II, 1876, pag. 578—579.

2) Nachdem ich anfangs die von Born empfohlene Mischung von Terpentin, Wachs und Stearin zu gleichen Theilen versucht, gab ich schon sehr bald die Anwendung desselben auf und wandte nur reines weisses Wachs an, weil die aus diesem gefertigten sehr viel besser an einander haften. Uebrigens hat auch Born neuerdings (Morph. Jahrb., B. V, Heft 1, 1879, pag. 65) darauf aufmerksam gemacht, dass man Wachs, welches mit ein wenig Terpentin und Stearin versetzt worden, zu benutzen habe.

ihr auf dem Wachse gemachten Eingrabungen vom hellen Grunde nicht abstechen. Man muss daher öfter den Strich erneuern, was beim Ausschneiden entschieden mehr Fehler giebt, als das von mir oben angegebene Verfahren. Jedes ausgeschnittene Wachsplättchen wird nun sofort genau an das vorhergehende angefügt und zwar in einer Richtung, die durch die vorher entworfene genaue und umfangliche Zeichnung zu controliren ist. Das ist von sehr grosser Wichtigkeit, da das Modell sonst sehr leicht zu Formen gelangt, die ganz bedeutend von der Wirklichkeit abweichen. Wenn nun die Dicke der Schnittpräparate 0,02 m. m. betrug, die Vergrösserung der Bilder eine fünfzigfache war und die ausgeschnittenen Wachsplatten jede einen mm. Dicke hatte, so musste ein Modell entstehen, das die natürlichen Verhältnisse 50 Mal vergrössert wiedergab. Auf diese Weise sind die Modelle entstanden, deren Contouren auf Taf. II, Fig. 1--5 zu sehen sind. Für Fig. 2 und 3 sind Modelle sowol nach Quer- als auch nach Sagittalschnitten angefertigt; hiebei wurde die Form, die durch Querschnitte gefunden war, durch diejenige bestätigt, welche bei Benutzung der Sagittalschnitte erhalten wurde.

Wenn ich mich über den Werth der soeben besprochenen Methode äussern soll, so kann ich nur sagen, dass für den bei diesem Verfahren unumgänglichen Zeitaufwand in dem sehr geförderten Verständnisse verwickelter Verhältnisse und der Möglichkeit feste Formen bequem vergleichen zu können, eine sehr vortheilhafte Entschädigung geboten ist.

Nachdem so die Untersuchungsmethoden besprochen worden, werde ich im Nachfolgenden die Entwicklung des Schultergürtels und die des Skelets der Brustflosse gesondert geben, und nur in den ersten Stadien, wo die Beschreibung beider zu trennen nicht möglich ist, dieselben zusammen berücksichtigen.



I. Schultergürtel.

Die Angaben, die in der Literatur über die Entwicklung des Schultergürtels der Fische sich finden, sind sehr spärlich. Sie stammen aus einer Zeit, wo die Loupenuntersuchung am meisten Anwendung fand. Der erste der Autoren, welcher Angaben über die Entwicklung des Schultergürtels macht, ist Heinrich Rathke¹⁾, dessen hierauf bezügliche Stellen ich wörtlich anführen will: „Um die Zeit, da innerhalb der Kiemenbogen die früher beschriebenen Knorpelfäden erzeugt werden, bildet sich in jeder seitlichen Körperhälfte hinter dem Schlundkiefer, da wo die Brustflosse der Leibeswand angeheftet ist, in dieser Wand ein Knorpelfaden, der einen ähnlichen Verlauf als der Knorpel der Kiemenbogen und der Schlundkiefern hat, mit seinem obern Ende an der Grundlage der Wirbelsäule befestigt ist, mit dem untern aber sich an das untere Ende des gleichen Fadens der andern Seitenhälfte anlegt. Es ist die Grundlage des Brustgürtels.“ Diesen Worten lässt sich entnehmen, dass Rathke die Clavicula allein beobachtet hat, da diese aber nie knorpelig sich anlegt, sondern, zum secundären Schultergerüst gehörend, sofort als Knochen auftritt, so hat Rathke den primären Schultergürtel gar nicht gesehen. Dass der genannte Autor den Begriff Knorpel anders fasst, als man das jetzt thut,

1) H. Rathke, Abhandlungen zur Bildungs- und Entwicklungsgeschichte des Menschen und der Thiere, Th. II, Leipzig 1833. Mit 7 Kupfern. Erste Abhandlung: Bildungs- u. Entwicklungsgeschichte des *Bleinius viviparus* oder des Schleimfisches, pag. 26.

sieht man auch daraus, dass er die Strahlen der Brutflosse anfänglich „zarte Knorpelfäden“ sein lässt, die später verknöchern.“¹⁾

Ferner ist es C. Vogt,²⁾ der bei der Entwicklung von *Coregonus Palaea* auch auf den Schultergürtel zu sprechen kommt. Aber auch die Angaben dieses Autors beziehen sich auf die *Clavicula*.

Jüngere Stadien von *Torpedo* und *Narcina* beschreibt Mettenheimer³⁾ und kommt zu dem Schlusse: „Quae observationes demonstrant, zonam Rajarum pullarum cartilaginem continuam esse, in qua articulationes sensim oriantur.“ Von den Knochenfischen sind es *Cyclopterus lumpus* und *Cirrites punctatus*, welche in jüngeren Stadien vom letztgenannten Autor untersucht wurden. Auf Grund dieser Untersuchungen gelangt er zu dem Resultate: „Quibus ex observationibus concludimus, sejunctionem dimidiarum partium non esse rem primariam, sed secundariam, symphysinque clavicularum minus concretionem partium prius divisarum quam divisionem prius intimo cohaerentium esse putandam⁴⁾ . . .“ — Es ist mir nicht gelungen in der Literatur weiteres hierher Gehöriges aufzufinden. Das, was nach den genannten Autoren über den Schultergürtel der Fische sich sagen lässt, ist Folgendes: 1. Bei jüngeren Selachiern ist der Schultergürtel vollkommen einheitlich und gliedert sich später; 2. Die *Clavicula* geht nach Rathke und Vogt aus einer getheilten, nach Mettenheimer aus einer einheitlichen Anlage hervor; 3. Der primäre Schultergürtel der Knochenfische ist in seiner Entwicklung unerforscht⁵⁾.

1) Rathke: l. c. pag. 43.

2) C. Vogt: Embryologie des Salmones. Histoire naturelle des poissons d'eau douce de l'Europe centrale par Agassiz Neuchatel 1842 pag. 134.

3) Carol. Mettenheimer: Disquisitiones anatomico-comparativae de membro piscium pectorali. Diss.-Inaug. Berol. 1847 pag. 33.

4) Diese Ansicht Mettenheimers, welche schon von Gegenbaur (Untersuchungen Heft II pag. 115) beanstandet wurde, findet auch durch die nachfolgenden Untersuchungen ihre Widerlegung.

5) Leider ist mir die Abhandlung von C. Kupffer „Ueber Laichen und Entwicklung des Ostseeheringes. Berlin 1878“, nicht zugänglich gewesen.

Nach dieser kurzen Mittheilung in Betreff der Vorarbeiten, wende in mich zu meinen Untersuchungen, über die ich in den folgenden Blättern Bericht erstatten will.

Betrachtet man ein Hechtchen vom Stad. I¹⁾, wo der Körper wie ein Appendix sich zu dem unter ihm liegenden kugelförmigen Nahrungsdotter verhält, so sieht man mit der Loupe, oder auch schon mit dem blossen Auge, zu beiden Seiten des Medullarrohrs in einer geringen Entfernung von demselben je ein Höckerchen, das sich weisslich ausnimmt und eine nahezu elliptische Form besitzt. Die längere Axe der Ellipse bildet mit der des Medullarrohrs einen nach hinten offenen spitzen Winkel. Die Lage der Höckerchen ist au niveau mit der der Chorda. Die genannten Gebilde sind die Anlagen der Brustflossen. Auf einem Querschnitte durch die mittlere Gegend derselben sieht man (Taf. I, Fig. 1) eine dichtgedrängte Zellmasse des mittleren Keimblattes (MK) sich über dem Contour der Leibeswand in Form eines Dreiecks erhoben, dem das Hornblatt (H) aufliegt, das an der Spitze des Dreiecks eine Falte bildet. Die Basis des Dreiecks reicht bis hart an das parietale Peritoneum. Ungefähr von der Mitte der Basis erhebt sich eine Zellsäule von annähernd Sförmiger Gestalt, die aus dicht

1) Das zur Untersuchung gelangte Material habe ich in nachstehende Reihe je nach dem Grade der Entwicklung geordnet, um im Laufe der Beschreibung mich auf sie beziehen zu können:

Stad. I, vom Tage des Ausschlüpfens aus den Eihüllen, 4 -5 mm. lang.		
„ II,	7 mm. Länge;	
„ III,	9—11 mm. Länge;	
„ IV,	12 mm.	„ Nahrungsdotter vollkommen geschwunden.
„ V,	13 mm.	„
„ VI,	14,5 mm.	„
„ VII,	16 mm.	„
„ VIII,	42 mm.	„
„ IX,	44 mm.	„
„ X,	80 mm.	„
„ XI,	90 mm.	„
„ XII,	100 mm.	„
„ XIII,	2½ Fuss	„
„ XIV,	3½ „	„

an einander gedrängten spindelförmigen Zellen bestehend, sich deutlich von der Umgebung abhebt und zur Falte des Hornblatts hinstrebt. Die Breite dieser mittleren Zellpartie, einer axialen Verdichtung der Zellen des mittleren Keimblattes (AV), ist an der Basis verhältnissmässig am grössten ¹⁾, woselbst die Zellen auch bedeutend enger aneinander geschichtet erscheinen, während zur Spitze hin die Breite allmählig abnimmt und auch die Zellen ihr gedrängtes Wesen verlieren. In Betreff der Zellen wäre zu bemerken, dass ein Missverhältniss zwischen der Grösse des Kernes und der des Protoplasmas besteht. Das Letztere ist von so geringer Masse, dass es nur als ein feiner Streif um den Kern herum erscheint. In den peripheren Partien der dreieckigen Zellmasse des mittleren Keimblattes ist der Kern von rundlicher Gestalt, während er in der axialen Partie wie durch Abplattung in proximo-distaler ²⁾ Richtung spindelförmig erscheint. Seine veränderte Consistenz giebt er aber auch durch die intensivere Tinction mit den verschiedensten Färbungsmitteln kund, so dass er nicht allein durch die Form von der Nachbarschaft sich auszeichnet. Das Hornblatt besteht an der Stelle, wo die Falte sich befindet, aus grossen schönen Zellen mit grossem feinkörnigem Kern und dunkelkörnigem Protoplasma. Die Form der Zellen ist eine cubische. — Denkt man sich jetzt, dass das eben beschriebene aus der Mitte der Extremität genommene Bild in derselben Weise noch mehrmals sich wiederholt, dann aber, nach vorne sowohl als nach hinten, allmählig zuerst die axiale Verdichtung schwindet, dann das Dreieck, gebildet von den peripheren Zellmassen mit runden Kernen, durch scheinbares Breiterwerden der Basis in Folge Abnahme der Höhe Schnitt für Schnitt in den Contour der

1) Dieses Verhalten ist in der Figur nicht besonders auffallend, aber auf den Präparaten leicht nachzuweisen.

2) In Folgendem werden, wenn von der Extremität die Rede ist, die dem Rumpfe näher liegenden Theile desselben die proximalen, die von der Anfügstelle der Extremität entfernteren die distalen genannt; bei Beschreibung der Lagerungsverhältnisse in Bezug auf die Längsachse des Körpers ist bei der Verwendung der Bezeichnung proximal und distal die relative Stellung zum Kopfe massgebend.

Leibeswand übergeht, so hat man einen prismatisch gestalteten Wulst mit sich abplattenden Enden vor sich. Die äussere Kante beschreibt nahezu einen Halbkreis. Die Richtung dieses Wulstes ist von vorn medial nach hinten lateralwärts, sodass seine Längsaxe mit der des Medullarrohres einen spitzen Winkel zum distalen Ende des Individuums bildet. Wir unterscheiden somit eine mediale und laterale Fläche an dieser prismatischen Erhebung, die in sich eine nahezu semicirculäre Platte einschliesst, die als axiale Verdichtung der Zellmasse bezeichnet wurde und zur Basis hin breiter, als gegen den Rand hin, ist. Die Basis ist der ältere Theil des Gebildes und stellt die Anlage der Schultergürtelhälfte dar, während der distale Theil die Anlage für das Skelet der Brustflosse bildet. Eine Grenze zwischen den genannten Theilen zu ziehen, würde auf dieser Entwicklungsstufe nicht gelingen, da erst nach eingetretener Verknorpelung der zum Schultergürtel werdende Abschnitt sich entschieden schneller entwickelt.

Ein weiterer Schritt in der Entwicklung wird dadurch gekennzeichnet, dass Verknorpelung in der axialen Partie der wulstförmigen Zellmasse auftritt. Diese beginnt wol von der Basis aus, tritt also in der Gegend des Schultergürtels zuerst auf und geht, allmählig undeutlich werdend, in die Extremität über. ¹⁾

1) Es ist neuerdings auf die Bildung des Knorpels in den Extremitäten ganz besonders die Aufmerksamkeit gelenkt worden und Strasser (Zur Entwicklung der Extremitätenknorpel bei Salamandern und Tritonen. Morph. Jahrb. B. V 1879, pag. 248 u. 254.) gebührt das Verdienst, sich eingehender mit dieser Frage beschäftigt zu haben. Nach dem genannten Autor geht der Bildung der hyalinen Grundsubstanz ein Stadium voraus, welches er das prochondrale nennt, indem wahrscheinlich durch Umwandlung des Protoplasmas der grosskernigen Zellen im axialen Gewebe ein feines nicht homogenes Alveolenwerk sich bildet. Durch weitere Umwandlung dieses nicht homogenen Elements entstehe die hyaline Grundsubstanz des Knorpels. Ausserdem treten noch „dunkle prochondrale Elemente“, zwischen einzelnen Zellen eingekeilte, comprimirte Protoplasmatheile, in nähere Beziehung zur Bildung der hyalinen Grundsubstanz.

Diese Angaben über die Existenz eines prochondralen Netzwerks sind von Hasse (Ueber den Bau und über die Entwicklung des Knorpels bei den Elasmobranchiern „Zoologischer Anzeiger“ 1879, pag. 326.) an Elasmobranchiern bestätigt worden. Nach dem letztgenannten Autor ist die prochondrale Grundsubstanz homogen, während sie nach Strasser, als

Fig. 2 auf Tafel I stellt einen Durchschnitt durch die rechte Extremität und Schultergürtelhälfte vom Stad. II dar. Ein continuirlicher Zusammenhang des Knorpelgewebes durch die betreffenden Theile hindurch lässt sich unzweifelhaft nachweisen, jedoch hat sich am proximalen Theile (S) die Grundsubstanz mässiger entwickelt, als in der Extremität und es lässt sich so ein unverkennbarer Vorsprung der geweblichen Entwicklung an dem Theile constatiren, der, wie die spätere Entwicklung lehrt, zum Schultergürtel wird; dieser Theil war auf Stad. I (Fig 1) noch nicht so auffallend entwickelt. Fig. 1 A Taf. II stellt nun vom

Verdichtung des Protoplasmas, nicht homogen (l. c pag. 310 p. 1) ist. Dieser Punkt erscheint mir wichtig, da, wenn ein prochondrales Alveolenwerk existirt, es nur so entstanden zu denken ist, wie Strasser es auffasst, als eine Verdichtung des Protoplasmas, die also auch verschiedene Stufen der Verdichtung aufweisen wird, folglich nicht homogen sein kann. Hat aber Hasse homogene Grundsubstanz gesehen, so kann es kein prochondrales Alveolenwerk im Sinne Strasser's sein. Was nun meine Beobachtungen hierüber betrifft, so muss ich gestehen, zu keiner Zeit der geweblichen Entwicklung der axialen Partien der Extremität beim Hecht, trotz Haematoxylinfärbung und Immersionslinse, ein Bild gesehen zu haben, das an Strasser's Schilderung und Bilder vom prochondralen Alveolenwerke erinnerte. Wenn die Zellen in der axialen Partie der Extremität anfangs stark gegeneinander abgeplattet waren (Taf. I, Fig. I), so beginnt auf einem nächstfolgenden Stadium bedeutendes Wachsthum des Zellprotoplasmas, wobei zugleich der Kern eine rundliche Form annimmt. Zu gleicher Zeit tritt aber auch zwischen den Protoplasmaeibern der Zellen ein äusserst feiner Streif von hyaliner Beschaffenheit auf, der sich immer scharf vom Protoplasma abgrenzen lässt. Dieser Process geht sehr allmählig vor sich und beginnt an dem Schultergürtel, um in abnehmendem Masse distalwärts vorzuschreiten, wie Fig. 2 dieses zeigt, wo man auch sieht, wie bei der bedeutenden Zunahme des Protoplasmas eine Beugung der Zellen gegeneinander eingetreten ist, wodurch das vieleckige Wesen zu erklären ist. Am Schultergürtel, wo die Grundsubstanz am reichlichsten sich findet, sind die Zellen rund. Wir sehen also, dass der Knorpelbildung ein Zustand starker Wucherung protoplasmaarmer Zellen in dem axialen Theile der Extremität vorausgeht, welchem dann eine bedeutende Zunahme des Protoplasmas mit gleichzeitiger Bildung von Intercellularsubstanz folgt. Diese Intercellularsubstanz ist von Anfang an hyalin und bildet die Grundsubstanz des Knorpels, die höchst wahrscheinlich aus einer stetigen Umwandlung des Protoplasmas hervorgeht. Diese Umwandlung geht optisch unmerklich vor sich, und habe ich nirgends bei meinem Objecte einen allmähigen Uebergang vom Protoplasma zur Grundsubstanz gesehen. Somit scheint die Existenz eines prochondralen Alveolenwerks für die Fische zur Zeit nicht nachweisbar zu sein.

Stad. II nach einem Modell die Umrisse der rechten Hälfte des Schultergürtels in 50facher Vergrößerung dar. Wir sehen einen grössern distalen und einen kleineren proximalen Theil, getrennt durch eine Lücke. Der distale Theil stellt einen Knorpelstab vor, der von oben proximal- nach unten distalwärts verläuft, und an dem wir einen dorsalen Abschnitt (Sc) und einen ventralen (Co) unterscheiden wollen.¹⁾ Die Grenze zwischen diesen beiden Abschnitten wird durch die unterste Anfügstelle der Extremität gebildet. Vor dem eben beschriebenen grösseren Knorpeltheile liegt ein kleinerer (Pco), dessen Bedeutung erst aus der Betrachtung der Fig. 2 erschlossen werden kann. Er entspricht dem Theile dort, der die ventrale Umrandung des hier vorhandenen Loches (Col) vermittelt. Es ist somit die Form der Fig. 2 (Stad III) aus der Fig. 1 damit zu erklären, dass zwei anfangs getrennte Knorpeltheile unter Bildung einer Oeffnung zusammen treten, die zwischen ihnen liegt. Es liegt das proximale Knorpelstück (Pco) dem ventralen Abschnitte des stabförmigen Theiles näher, als dem dorsalen Theile desselben, weshalb ich annehmen möchte, dass die Vereinigung in nächster Zeit wol zuerst mit dem ventralen- und dann mit dem dorsalen Theile vor sich gegangen wäre. Der Modus dieser Vereinigung scheint Schwankungen zu unterliegen. An einem anderen Individuum vom selben Entwicklungsstadium finde ich die Vereinigung des proximalen Knorpelstücks mit dem dorsalen Abschnitte des stabförmigen Knorpels schon vor sich gegangen (cf. Fig. 1 B), somit eine vordere Umrandung des zukünftigen Loches schon gegeben, während eine grosse Lücke zwischen dem ventralen Theile und den sich vereinigt habenden findet Fig. 1 B Taf. I. Aus diesen Befunden lässt sich ein zweifacher Modus der Vereinigung

1) In der Fig. I A ist der mit der punktirten Linie dargestellte Theil der Schultergürtelhälfte an dem Objecte noch nicht verknorpelt und ausserdem nicht ganz vollständig in den Schnitten erhalten. Für das Modell wurde daher der Vollständigkeit halber der mit Co bezeichnete Theil nach dem, in Fig. 2 mit demselben Buchstaben benannten, nachgebildet. Fig. I B, die einem nach einer lückenlosen Serie angefertigten Modelle entstammt, giebt die richtige Lage des Theils Co für das Stad. II an.

des proximalen Knorpelstücks mit dem distalen stabförmigen Theile^f folgen, sie geht entweder ventral oder dorsal zuerst vor sich. Das zweite Verhalten ist das häufigere. Bemerkenswerth ist an der Fig. 1 A, dass der dorsale Abschnitt recht stark dorsalwärts entwickelt ist, was in diesem Entwicklungsstadium sonst seltenⁱ ist. Die leichte proximale Ausdehnung an der Spitze des dorsalen Abschnitts ist eine Andeutung der hier später sich einleitenden Bildung eines Loches.

Ist nun die Vereinigung der vorher besprochenen Knorpeltheile auf die eine oder die andere Weise vollendet, so bietet sich uns eine Form des Schultergürtels dar wie die Fig 2 für die rechte Hälfte darstellt. Es sind Schnitte parallel zur Medianebene gewesen, die zur Herstellung des Modells dienten und auf solchen konnte das Verhältniss des primaeren zum secundären Schultergürtels sehr gut gesehen werden. Die Clavicula tritt schon sehr früh auf und war auf dem vorhergehenden Stadium deutlich als ein durch Haematoxylin sich intensiv blau färbender homogener Streif zu sehen, dem zu beiden Seiten (auf dem Querschnitte) Osteoblastenreihen eng angelagert sind. Ihre Lage ist etwas medialwärts vom knorpeligen Schultergürtel. In der Fig. 2, in welcher der mit Cl bezeichnete Strich¹⁾ die Stellung der Clavicula ausdrücken soll, sieht man wie diese dem ventralen Abschnitte des Schulterstücks an einer Stelle eng anliegt, während der dorsale Theil durch einen von Bindegewebe ausgefüllten Zwischenraum von der Clavicula getrennt ist. Durch diesen Raum setzt ein Gefäss hindurch, dessen Lumen (Gfl) distalwärts von der Clavicula sich findet. Wir können jetzt schon drei Fortsätze an dem Schultergürtel wahrnehmen, einen dorsalen (Sc) und zwei ventrale, einen proximalen (Pco), und einen distalen (Co). Von diesen drei Theilen hat jedenfalls der distale und zugleich ventrale das Uebergewicht, was auch auf dem vorhergehenden Stadium II der Fall war. Dieser Theil liegt dicht unter der Cutis und convergirt mit

1) Die Bezeichnung ist auf der Tafel ausgefallen.

dem der andern Seite in disto-ventraler Richtung. Da der Nahrungsdotter in diesem Stadium noch sehr reichlich ist, so liegen die beiden Schultergürtelhälften noch sehr weit auseinander, und die dorsalen Abschnitte beider Seiten sind zur Medianebene des Körpers hingeneigt.

Das was in einer nächsten Entwicklungsperiode zu Tage tritt, ist die Bildung zweier neuer Oeffnungen, (Fig. 3. Scl. u. Pcl.) und eine damit Hand in Hand gehende Massenzunahme des proximalen Theils der Schultergürtelhälfte. Bei Besprechung des Stad. III (Fig. 2) wurde erwähnt, dass zwischen der Clavicula und der Schultergürtelhälfte eine bindegewebige Partie sich befand, durch deren unteren Abschnitt ein Gefäß zur Extremität sich hinbiegt, während, was ich nachträglich ergänzend hinzufügen will, durch den obern Abschnitt ein Nerv zur Flosse verläuft. Indem nun von der Clavicula her (ein Vorgang, der, wie unten weiter angeführt werden soll, sehr viel Wahrscheinlichkeit für sich hat) Knorpelmasse zur Schulter heranrückt und sich mit derselben, die Gefäße und den Nerv umgreifend, verbindet, bilden sich die beiden oben genannten Oeffnungen. Es scheint das dorsal gelegene Loch (Scl.) früher gebildet zu werden, als das ventrale (Pcl.). Erstens war schon im Stad. II eine Andeutung für die obere Umrandung des betreffenden Loches an der Spitze des dorsalen Abschnittes des stabförmigen distalen Knorpels zu sehen, zweitens ist das Knorpelgewebe im Stad. IV, während welcher die Oeffnungen sich bilden, im dorsalen Theile für älter anzusehen als das, welches die ventral gelegene Oeffnung (Pcl.) proximalwärts umrandet. Haben sich die beiden Oeffnungen herausgebildet, so stellt sich eine Form dar, wie sie Fig. 3 für das Stad. VIII zeigt. Oben habe ich mich für die Wahrscheinlichkeit einer Knorpelwucherung von der Clavicula her ausgesprochen und so auch die Verhältnisse geschildert. Freilich bin ich nicht so glücklich gewesen Stadien zu finden, in denen zwischen der Clavicula und dem Schultergürtel ein Knorpelstreif sichtbar gewesen wäre, der noch nicht mit dem Schultergürtel in Verbindung stand. Nur nachträglich kann ich die Wahrscheinlichkeit für

den oben beschriebenen Vorgang aus den Befunden, den Serien aus den Stadien IV, V u. VI liefern, entnehmen. Auf Schnitten parallel zur Medianebene, wo die Schultergürtelhälften, da sie nur wenig erst proximalwärts mit einander convergiren, parallel zu der Fläche getroffen werden, sieht man eine proximale, der Clavicula hart anliegende, Knorpelmasse durch jüngeres Gewebe mit der wieder älteren Knorpelsubstanz der Schulter verbunden. Auf dem Modelle, das Fig. 3 in Umrissen wiedergibt, sieht man eine Rinne, die durch den in der Figur angebrachten Strich (R) angedeutet, die Stelle bezeichnet, wo junges Knorpelgewebe älteres trennt. Diese Rinne nun ist in den älteren Stadien nicht mehr vorhanden, sie ist verstrichen während sie, auf der Stufe von IV, V am stärksten ausgeprägt, auf VI, VII noch nachzuweisen, auf VIII, X keine Spur mehr hinterlassen hat. Ferner ist noch hinzuzufügen, dass diese Rinne in den frühesten Stadien, wo sie auftritt, sowol medial- als lateralwärts vorhanden ist. Fasst man das Gesagte zusammen, so lässt sich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass zu dem Schulterknorpel, wie er im Stadium III (Fig. 2) sich darbietet, proximalwärts die Anfügung einer neuen Knorpelmasse in einem späteren Entwicklungsstadium zu Stande kommt, bei welcher Gelegenheit die Oeffnungen Scl. und Pcl. entstehen. Verschweigen lässt sich jedoch nicht, dass ein anderer Modus denkbar und möglich, wenngleich sehr unwahrscheinlich ist. Findet nämlich an dem proximalen Rande der Schultergürtelhälfte in Fig. 2 Taf. II Wucherung des Gewebes statt, die nach vorne geht und, an der Clavicula angekommen, sich geweblich weiter differenzirt und massiger wird, so würden sich Verhältnisse ergeben, die wir oben anders zu deuten versuchten. So lange freilich ein Stadium nicht nachgewiesen ist, wo die Trennung der besprochenen Theile evident ist, wird die zweite Deutung, wenngleich die unwahrscheinlichere, noch in ihrem Rechte bleiben. Nirgends in der Literatur habe ich Angaben finden können, die sich auf ähnliche Beobachtungen beziehen. Eine nähere Beschreibung der Entstehung des Nervenloches im Schultergürtel

der Saurier giebt Goette ¹⁾ bei der Entwicklung derselben nicht, und die Fensterbildungen sind nicht Lücken von Anfang an, sondern Stellen des knorpiligen Scapulo-coracoids, die bindegewebig werden. — Somit ist nun der bindegewebige Raum, den das Stadium III, (Fig. 2) zwischen Clavicula und Schulterknorpel bot, mit Knorpel ausgefüllt und es stellt die rechte Schultergürtelhälfte vom Stad. VII, (Fig. 3) eine Form dar, an welcher 3 Fortsätze wahrzunehmen sind, die wir sofort für Theile ansehen, die im Vergleich zu früheren Stadien in Bezug auf ihre gegenseitigen Massenverhältnisse zu einem Gleichgewichte gelangt sind.

Aber auch ein Blick auf die spätere Entwicklung des Schultergürtels lehrt, dass wir an einen Punkt der Entwicklung desselben angelangt sind, von dem aus wir die einzelnen Theile des Schultergürtels einer Beurtheilung unterziehen können. Eine Form des Schultergürtels, an welcher man 3 Fortsätze unterscheiden kann, ist zunächst bei den Siluroiden vertreten. Durch Gegenbaur ²⁾ wurden die Fortsätze dieser Schultergürtelform auf die des Accipenser zurückgeführt und demgemäss bezeichnet. Da, wie im weitern Verlaufe der Beschreibung sich zeigen wird, die einen Nerv zur Flosse gelangen lassende dorsale Oeffnung des Schultergürtels vom Stad. VII zum späteren umfangreichen Loche des erwachsenen Schulderskelets wird und der Theil, in dem sich diese Oeffnung findet, einem oberen Fortsatze des Siluroidenschultergürtels homolog ist, so darf man den dorsalen Fortsatz des Hechts vom Stad. VII nach dem Vorgange Gegenbaur's Scapulare nennen. Da ferner der proximale und zugleich ventrale Fortsatz des Hechts genau in seiner Lagerung mit dem vorderen Fortsatze des Silurus übereinstimmt, so kann er Procoracoid heissen. Der dritte, ventral und nach hinten gerichtete, Fortsatz kann jetzt nur dem nach unten und wenig nach hinten gerichteten Fortsatze (Gegenbaur, Unters. II, Taf. VII, Fig. 1 A, i) des Silurus homolog sein und ist daher Coracoid zu

1) A. Goette, Beiträge zur vergleichenden Morphologie des Skelettsystems der Wirbelthiere. Archiv für microsc. Anatomie von La Valette St. George Bd. 16, 1879, pag. 513.

2) Gegenbaur, Unters. II, pag. 116.

nennen. Diese Benennungen sollen von jetzt ab für die 3 Theile des Hechtschulter skelets gebraucht und die einem jeden derselben zukommende Oeffnung mit dem entsprechenden Namen belegt werden.

Wenn in den früheren Stadien das Coracoid der ansehnlichste Theil war, so machen ihm jetzt (Stad. VII Fig. 3) Procoracoid und Scapulare durch Massenzunahme den Rang streitig.

Was die Lage des Schultergürtels im Körper betrifft, so convergiren zur Medianebene hin die Procoracoidaltheile ohne sich zu erreichen, während die Enden der Coracoide gleichfalls convergiren, aber von der Medianebene bedeutend weiter entfernt sind als die Enden der Procoracoide. Die Höhenaxe des Schultergürtels fällt mit der senkrechten Axe des Körpers zusammen.

Bei Betrachtung des Stad. VIII (Fig. 4) fällt nun, wenn man es mit dem vorhergehenden vergleicht, zunächst ein Missverhältniss in den Massen der einzelnen Theile auf. Statt der schlanken Fortsätze, die die Form des Stad. VII Fig. 3 charakterisirten, bildet sich jetzt mehr der Charakter einer Platte aus, die medialwärts eine Convexität, lateralwärts hingegen eine Concavität zeigt, welche Verhältnisse im Stad. VII nur andeutungsweise vorhanden waren. Es lässt sich eine ganz auffällige Massenzunahme des Knorpels in dem vorderen Abschnitte des Skelettheils wahrnehmen. Der Zwischenraum zwischen dem Procoracoidal- und Coracoidalloch ist messbar derselbe geblieben wie in dem vorherigen Stad. VII, ebenso ist die Länge des Coracoid fast ganz dieselbe wie vorher. Das Procoracoidalloch aber liegt vom proximalen Rande des knorpeligen Schulter skelets bedeutend weiter ab als in dem vorigen Stadium. Eine bedeutende Zunahme der Knorpelsubstanz hat also zwischen der Oeffnung und dem erwähnten Rande stattgefunden, wodurch die scheinbare Abrückung bedingt ist. Die Entfernung des Procoracoidallochs von dem des Scapulare hat gleichfalls zugenommen durch Wachsthum der Knorpelsubstanz in dieser Gegend. Dabei hat sich aber auch die Spitze des Scapulare nach der Medianebene hin umgebogen, wodurch ein Verhältniss eingeleitet wird,

das in dem nächstfolgenden Stadium noch bedeutend zunimmt, indem ein förmlicher Hacken mit der Krümmung medialwärts sich ausbildet. Dieses Verhalten, das am Wachmodell für das Stadium VIII sehr ausgeprägt zu sehen ist, konnte leider in der Fig. 4, da die umgebogene Partie mit ihrer Längsachse in die Visirebene fiel, auf dem Contourbilde nicht markirt erscheinen. Erst Fig. 5, (U) stellt das hierauf Bezügliche dar. Der Ausschnitt an dem ventralen Rande des Schulter skelets, durch welchen Procoracoid und Coracoid im Stad. VII (Fig. 3) sich ziemlich scharf von einander absetzen ist im Stad. VIII (Fig. 4) ein flacher Bogen geworden, durch welchen beide Theile sanft in einander übergehn. Was nun endlich die Lage des Schultergürtels im Körper für das gegenwärtige Stadium betrifft, so haben sich die proximalsten Enden des Procoracoids unterhalb des Pericardium aneinander gelegt, ohne aber geweblich verschmolzen zu sein. Auch die vorderen Enden der Claviculae lassen sich von einander abgrenzen durch dazwischen liegendes Bindegewebe. Jederseits hat sich das plattenförmige Schulter skelet lateralwärts um eine sagittale Axe gedreht und ist der Mittellinie des Bauches nähergerückt, als das in frühern Stadien der Fall ist. Dieses Herabrücken ist nicht allein auf eine Massenzunahme der untern Partien des Schultergürtels zu beziehen, sondern es sind auch in toto beiderseits die Hälften des Gürtels herabgerückt, was sich durch Vergleichung von vollständigen Ausschnittsbildern aus verschiedenen Stadien nachweisen lässt. In Stadien, wo der Nahrungsdotter noch vorhanden ist, bewirkt dieser durch seinen allmäligen Schwund eine Lageveränderung der Schulterhälften; eine solche findet aber auch noch später statt, wo der Dotter schon vollkommen geschwunden ist, und zwar in den Stad. IV bis VIII, wo dann die Verhältnisse sich fixiren.

Der im Stad. VIII (Fig. 4) schon angebahte plattenförmige Charakter des Schulterknorpels ist in dem jetzt zur Besprechung gelangenden Stad. XI Fig. 5 vollkommen zum Ausdrucke gelangt. Es bildet die rechte Schultergürtelhälfte von diesem Stadium, wie Fig. 5 zeigt, annähernd ein rechtwinkliges Dreieck, dessen rechter

Winkel in der Coracoidalgegend liegt, während die Hypotenuse von dem proximalen Rande des Skelettheils gebildet wird. In der Procoracoidalgegend hat sich ein Ausschnitt gebildet, der von der Clavicula überdeckt zu denken ist. Am Scapulartheile hat sich die Spitze, über dem Scapularloche gelegen, bedeutend stärker umgebogen, so dass ein stark gekrümmter Haken sich herausgebildet hat. Die wellige Linie über dem Scapularloche, auf Fig. 5 mit U bezeichnet, zeigt die mediale Grenze dieses Hakens an. Fig. 6 zeigt auf einem Querschnitte durch die entsprechende Gegend diese Umbiegungsstelle deutlicher. Die umgebogene Partie liegt der Clavicula (Cl), die schon eine recht beträchtliche Grösse erhalten hat, medialwärts hart an. Letztere erstreckt sich im Allgemeinen längs der Hypotenuse des Dreiecks, um mit der Clavicula der anderen Seite sich zu verbinden und zwar durch Bindegewebe, da man auch bei ganz grossen Hechten (Stad. XIII und Stad. XIV) durch einen leichten Messerschnitt die Trennung der Claviculae in der Mittellinie vornehmen kann.

Interessant ist das Verhalten der Oeffnungen in Bezug auf ihre Lage und Grösse im Verhältnisse zu den früheren Stadien. Das Scapularloch hat sich stark in die Länge gezogen, das Procoracoidalloch ist am kleinsten von allen, während ein Blick auf die früheren Contourbilder lehrt, dass die Oeffnungen daselbst in ihrer Grösse sich so ziemlich das Gleichgewicht halten. Fasst man aber die gegenseitige Lagerung der Oeffnungen in den Fig. 3, 4 und 5 ins Auge, so ist eine Wandelbarkeit des Procoracoidalloches in Bezug auf seine Stellung zu den übrigen Oeffnungen unverkennbar.

Wenn es nämlich auf Fig. 3 Stad. VII auf der halben Entfernung zwischen Scapular- und Coracoidalloch, die beide vertical übereinander stehen, sich befand, so ist es im Stad. VIII dem Coracoidalloche nähergerückt, um endlich im Stad. XI in gleicher Höhe mit demselben zu liegen. Diese Lagerungsverhältnisse sind ziemlich constant, so dass man aus ihnen mehr oder weniger auf das Entwicklungsstadium des Skelettheils schliessen könnte. Die Lagerung der Oeffnungen, wie sie Stad. XI wiedergiebt, entspricht

der am vollkommen erwachsenen Hechte vom Stad. XIII und XIV vollständig. Es gelang mir nämlich immer an dem knöchernen Schultergürtel der letztgenannten Stadien 3 Oeffnungen nachzuweisen, von denen aber das Procoracoidal- und Coracoidalloch sehr klein sind, so dass man sie, ihre Genese nicht kennend, vollständig übersieht, wie sie denn auch auf den Bildern, die Gegenbaur¹⁾ und Huxley²⁾ geben, fehlen. Das Interessanteste aber, das das Stad. XI uns darzubieten vermag, ist der Coracoidaltheil. Von dem schlanken disto-ventralwärts gerichteten Fortsatze des Stad. VII (Fig. 3) ist jetzt nur ein unförmliches zapfenartiges Knorpelstück übrig geblieben. Das Coracoid, das zu Anfang, also in den Stad. II. und III., einen fast überwiegenden Theil des Schultergürtels ausmachte, im Stad. VII noch beträchtlich war, bleibt schon im Stad. VIII vor den übrigen Theilen in Bezug auf Grössenzunahme im Rückstande, um im Stad. XI endlich relativ und absolut kleiner zu werden — zu schwinden. Es lassen die Contouren eine directe Messung zu, durch welche sich die Längenabnahme des Coracoidfortsatzes constatiren lässt. Man bemerkt aber auch, dass die Breite des rudimentären Stückes vom Stad. XI die des Stad. VIII überwiegt; es muss also an Umfang zugenommen haben. Ein Querschnitt durch dieses Rudiment ist auf Taf. I, Fig. 10, für die linke Seite wiedergegeben und giebt sofort Aufschluss darüber, wie man sich diese Umfangszunahme zu erklären hat. Man sieht auf Fig. 10 eine nahezu kreisförmige Knorpelfläche, die sich aus 2 Feldern zusammensetzt. Das mediale Feld hat eine ovale Form, ist blasser tingirt, das laterale Feld hingegen ist von halbmondförmiger Gestalt, dunkler tingirt, schmiegt sich an das erste an und ergänzt es so zu einer rundlichen Scheibe. Prüfen wir nun die histologischen Verhältnisse der beiden Knorpelfelder näher. In der blaugefärbten Grundsubstanz des ovalen Knorpelfeldes liegen Knorpelzellen in ihren Höhlen, die einen sehr unregelmässigen Contour aufweisen. Sie sind im

1) Gegenbaur, l. c. Taf. VI, Fig. 10.

2) Huxley: Handbuch der Anatomie der Wirbelthiere. Uebersetzt v. Ratzel. Breslau 1837, pag. 135, Fig. 49 B.

Ganzen etwas länglich und zeigen Streifen, die besonders in der Richtung der Längsachse der Höhlen von ihnen ausgehen. In diesen unregelmässigen Knorpelhöhlen liegen verkümmerte Zellen, deren Protoplasma verzerrt ist, und deren Kern gleichfalls einen unregelmässigen Contour aufweist. Die Grundsubstanz erhält sowol durch die Streifen, welche von den Höhlen ausgehen, als auch durch solche, die unabhängig von den ersteren die Grundsubstanz in derselben Richtung durchziehen, ein streifiges Aussehen. Geht man in der Betrachtung der Schnitte der beschriebenen Serien weiter distalwärts, so wird die Anzahl der Zellen immer geringer, die vorhandenen sind sehr undeutlich begrenzt, die Grundsubstanz wird im selben Masse streifiger, bis endlich ein für Knorpel anzusprechendes Gewebe nicht mehr, sondern fibrilläres Bindegewebe, vorhanden ist. Da nun die ovale Form genau dem Querschnitte eines Coracoidfortsatzes vom Stad. VIII entspricht, so unterliegt es keinem Zweifel, dass wir es hier mit dem sich reducirenden Coracoidfortsatze zu thun haben, der also vom Stad. VIII an nicht mehr gewachsen, sondern eine Degeneration eingegangen ist. Man kann im Anschluss an den reducirten Knorpel das Bindegewebsbündel sehr leicht auf den Schnitten der Serie verfolgen und, da die Schnitte von bekannter Dicke sind, so ergibt sich durch Rechnung die Länge des Bündels, die mit der des Coracoidfortsatzes, da wo er sich vom Schultergürtel absetzt, im Stad. VIII ziemlich genau übereinstimmt.¹⁾ Ein ganz anderes Verhalten weist die benachbarte halbmondförmige Knorpelpartie auf. Wir haben es mit jungem sehr zellreichen Knorpelgewebe zu thun, das an Masse in proximo-distaler Richtung abnimmt und dem älteren Gewebe eng anliegt. Obgleich die Grundsubstanzen beider Theile in einander übergehen, ist die Grenze, die durch die so verschiedene Entwicklungsstufe der Gewebe beider Theile gegeben ist, eine sehr präcise. Proximalwärts gehen beide Knorpelmassen allmählig und

1) Das Knorpelgewebe fällt einer Resorption anheim, während das Perichondrium in Form eines Bindegewebsstreifens die Stelle des früheren Knorpelfortsatzes anzeigt.

ohne Grenze in die Substanz des Schultergürtels über. — Das Caracoid geht also, nachdem es anfangs stetig gewachsen war, vom Stad. VIII eine Degeneration ein, die distal beginnt und proximal fortschreitet. Zu gleicher Zeit, wo die Degeneration auftritt, beginnt eine Wucherung von Knorpelgewebe von der lateralen Seite her und umgreift den proximalen Theil des Coracoidfortsatzes. Dieses jüngere Gewebe steht in continuirlichem Zusammenhange mit dem Schultergürtel.

Die Form, wie sie das Stad. XI hat, ist nur im Allgemeinen eine dem vollkommen erwachsenen Zustande entsprechende. Die Verknöcherung, die an den vorderen Partien zuerst auftritt, bewirkt eine Verminderung der Dicke der Knorpelplatte. Die vollen, voluminösen Formen des knorpeligen Schulter skelets gehen durch die Verknöcherung in flächenhafte, dünne über: eine wahre Einschmelzung der Knorpelmasse.

Wenn wir im Vorhergehenden die Beschreibung der ontogenetischen Verhältnisse des Schultergürtels im Auge hatten, so soll die Aufgabe dieser Zeilen sein, die gefundenen Thatsachen vom phylogenetischen Standpunkte aus zu betrachten.

Die früheste Form, die sich uns nach der Verknorpelung darbot, war die auf Taf. II, Fig. 1 abgebildete. Es lässt sich nicht in Abrede stellen, dass der distale einheitlich entstandene Knorpelbogen mit der Bogenform des Schultergürtels der Selachier (Haie) übereinstimmt. Bei den Haien liegt jedoch der Bogen im Körper so, dass der ventrale Bogentheil zugleich der proximale ist, und da er die Vereinigung mit der anderen Seite eingeht, müsste er eigentlich dem Theile homolog gesetzt werden, den wir als Procoracoid bezeichnet haben (Fig. 3, Taf. II). Bedenkt man aber, dass durch vergleichende Betrachtung nach Gegenbaur ¹⁾ der ventrale Abschnitt des Bogens der Selachier dem unteren Fortsatze der Ganoiden (*Accipenser*, *Polyodon*) gleich zu setzen ist; dass dann

1) Gegenbaur, l. c. pag. 97.

bei Welsen der untere, dem der Ganoiden vergleichbare, Fortsatz eine Abweichung in disto-ventraler Richtung erlitten hat; sodann endlich, dass nach unseren Untersuchungen, das Coracoid, zu den frühesten sich anlegenden Theilen des Schultergürtels gehörend, im Laufe der Entwicklung des Individuums eine Reduction einget, so steht nichts dem entgegen, das Coracoid des Hechtschultergürtels für ein Homologon des ventralen Abschnitts des Bogens der Sela-chier anzusehen. — Aber schon bei der vergleichenden Betrachtung des Schultergürtels der Fische sieht man, wie das Procoracoid eine spätere Bildung ist, indem erst bei den Ganoiden die Bildung des-selben sich einleitet, bei den Teleostiern aber schon zu einer sehr grossen Mächtigkeit gelangend, zur Vereinigung mit dem entsprechen-den Theile der anderen Seite hinstrebt. Wir sehen aus dieser Betrachtung, dass ein Theil des Schultergürtels, der zu Anfang bei primi-tiveren Formen eine Vereinigung mit dem entsprechenden Theile der anderen Seite herstellte, allmählig durch Umgestaltung des Schulderskelets in Folge von Anpassung an die verschiedensten Umstände aus seiner eigentlichen Funktion verdrängt wird, um endlich in Formen, die von dem primitiven Zustande in Bezug auf den genannten Skelettheil am meisten abgewichen sind, nur vor-übergehend als ein Erinnerungszeichen an überwundene ursprüng-liche Verhältnisse aufzutreten.

Von Interesse musste es sein, zu erfahren, in wie weit ein ähn-lich gestalteter Fortsatz des Coracoid erwachsenen Teleostiern zu-kommt. Gegenbaur,¹⁾ spricht sich über diesen Theil folgender-massen aus: „Auch die Ausbildung eines hinteren Fortsatzes des Procoracoid bietet viele Verschiedenheiten. Bald fehlt jede Spur eines solchen (wie bei *Esox*), bald stellt er eine kurze, häufig durch einen Ausschnitt von der Brustflossenverbindung geschiedene Ver-längerung dar, oder er ist wie bei *Fistularia*, in ein langes, alle übrigen Schultertheile an Volum bei weitem überragendes Knochen-stück umgewandelt, an welchem der Beckengürtel befestigt ist.“

1) Gegenbaur: l. c. pag. 126.

Beim erwachsenen *Esox* konnte ich an der Stelle, wo in Fig. 5, Taf. II, Co, das Rudiment des primären Coracoidalfortsatzes, umgeben von dem neugebildeten lateralen Knorpel, sich befindet, auch ein zapfenförmiges Knorpelstück finden, an das sich sehr feste Bindegewebsstränge ansetzen. Es ist die betreffende Ecke des primären Schultergürtels im Hecht nicht so abgerundet, wie es Fig. 10, Taf. VII im zuletzt citirten Werke Gegenbaur's zu sehen ist. Das betreffende Knorpelstück bricht bei der Präparation leicht ab und es bietet sich dann wol ein Bild, wie in der genannten Figur medialwärts vom Bas. V die knorpelige Ecke zeigt. Es findet sich also beim Hecht an der Stelle des früheren Coracoidalfortsatzes ein neuauftretenes zapfenförmiges Knorpelstück, das, als ein seit dem Stad. X gewachsener Theil des Schultergürtels, den sich reducirenden Fortsatz ersetzt hat. Das transitorische Gebilde wollen wir daher den primären, das später auftretende hingegen den secundären Coracoidalfortsatz nennen. Zur Untersuchung auf den secundären Fortsatz des Coracoid standen mir Exemplare von *Zeus faber* und *Fistularia* zu Gebote. Der Befund im *Zeus faber* ist folgender: In genau proximo-distaler Richtung, in einer Linie mit dem ventralen Rande des Procoracoid verlaufend, setzt sich vom Schultergürtel durch einen dorsalen Ausschnitt ein ca. 1. m.m. dickes und 3 m.m. langes Knochenstückchen ab, das mit einem Muskelbauche in Verbindung steht; dieser Muskel setzt sich, in einer und derselben Richtung mit dem Fortsatze verlaufend, an einen ca. 3 Cm. langen senkrecht stehenden Knochenstab an, der mit der Clavicula in beweglicher Verbindung steht. Ein sehr feines, leicht zu übersehendes Loch findet sich an der Stelle kurz vor dem Abgange des Fortsatzes von dem Schultergürtel. Bei *Fistularia* setzt sich in gleicher Weise ein ca. 6 m. m. langer, 2 m. m. breiter Fortsatz mit einem dorsalen Ausschnitte vom Schultergürtel ab, um sich gleichfalls mit einem Muskel, der in proximo-distaler Richtung verläuft, zu verbinden. Die Sehne des Muskels ist in grosser Ausdehnung verknöchert und sieht bei oberflächlicher Betrachtung wie

eine Fortsetzung des Fortsatzes selbst aus. Nach den Befunden am Hecht glaube ich auch für die eben genannten Teleostier annehmen zu müssen, dass der hintere Fortsatz des Schultergürtels ein verknöchertes sekundärer Coracoidalfortsatz ist.

Dass ein transitorischer Coracoidalfortsatz auch anderen Teleostiern zukommt, davon habe ich mich an Cyprinoiden und dem *Gasterosteus aculeatus* überzeugt. Bei ersteren hat er eine etwas plattgedrückte Form, so dass er auf Querschnitten eine elliptische Gestalt zeigt. Bei *Gasterosteus* ist er recht dünn und lang und bietet auf Querschnitten eine Kreisform. Leider war es mir nicht möglich diese Teleostier genauer auf die genannten Verhältnisse zu erforschen. Es genügt aber für jetzt darauf hingewiesen zu haben, dass bei den eben genannten Fischen ein Coracoidalfortsatz in jugendlichen Perioden vorhanden ist, der entweder vollständig beim erwachsenen geschwunden ist (*Gasterosteus*) oder theilweise sich erhält (Cyprinoiden¹⁾).

Von einer phylogenetischen Deutung des kleinen proximalen Knorpels (Pco) in Fig. 1 Taf. II müssen wir aus Mangel an anderweitigen entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen vor der Hand absehen.

Ein Theil des Schultergürtels, dessen Bildung bei den Ganoiden sich einleitet, bei den Teleostiern aber zu einer ausgesprochenen Form gelangt, ist das Spangenglied. Die am Scapulare des Hechts sich geltend machende Umbiegung (Fig. 5, Fig. 6, U) ist nur mit grosser Vorsicht als eine Andeutung an das Spangenglied aufzufassen. Hätte sich ein von der ventralen Umgebung des Scapularloches ausgehender und der sich umbiegenden Ecke des Scapularloches entgegen strebender Fortsatz des Schulterknorpels nachweisen lassen, so wäre dasselbe, besonders in Hinblick auf den Befund bei Cyprinoiden mit Sicherheit als ein Rudiment der Spange anzusehen.

1) Gegenbaur: l. c. pag. 121.

Was nemlich die Entwicklung dieses Spangenstücks bei Cyprinoiden anbetrifft, so konnte ich nach den Befunden, die mir die verschiedenen Entwicklungsstadien derselben boten, nur schliessen, dass das betreffende Stück sich ontogenetisch später anlegt als die übrigen Theile des Schultergürtels. In Stadien, die in Bezug auf Länge den Stad. III—VI entsprachen, findet man eine Form, die mit der des Hechts (Fig 3. Taf. II) ziemlich übereinstimmt, aber nicht eine Spur von einem Spangenstück aufweist. Erst im Stad. VII beginnt eine Wucherung des Knorpels von der Spitze der Scapula her, welcher eine andere von der ventralen Umgebung des Scapularloches entgegenkommt; indem die neugebildeten Knorpeltheile sich vereinigen, wird die Spange hergestellt, die auf dem Querschnitte ein Bild darbietet, wie es Fig. 7 Taf. II (Sp) zeigt. Zu bemerken ist jedoch hiebei, dass die zur Untersuchung gelangten Cyprinoiden, die ich hinsichtlich ihrer Species nicht bestimmt habe, nicht einer Brut entstammten, sondern zu verschiedenen Zeiten dem Embache entnommen waren; es konnten daher, da noch nicht von allen Cyprinoiden positiv sicher bekannt ist, dass sie ein Spangenstück besitzen, auch solche getroffen worden sein, die überhaupt kein Spangenstück anlegen. Dagegen möchte ich aber hervorheben, dass nach dem Stad. VII ohne Ausnahme ein Spangenstück ausgebildet war, was doch nicht hätte der Fall sein dürfen wenn auch solche gefangen waren, die kein Spangenstück besitzen. Ich folgere aus den angegebenen Befunden, dass das Spangenstück sich erst spät anlegt. Darf man die dorsale Umbiegung der Scapularspitze als Andeutung eines Spangenstücks auffassen, das nicht mehr vollständig zu Stande kommt? Wenn schon oben auf Grund der an Cyprinoiden gewonnenen Befunde ein Mangel eines von der ventralen Umrandung des Scapularloches her gegen die Scapularspitze sich richtenden Fortsatzes constatirt werden konnte, so ist von der an der Scapularspitze stattfindenden Umbiegung zu sagen, dass sie durch mechanische Momente bedingt sein könne. Stellt man sich nämlich vor, dass das starke Wachsthum des Scapulare in dorsaler Richtung von Seiten der bereits sehr stark ausgebildeten starren

Clavicula einen Widerstand findet, so wird eine Umbiegung stattfinden müssen, welches Verhältniss Fig. 6 angiebt. Bei Cyprinoiden, deren Schultergürtel noch knorplig ist, liegt der Clavicula die Scapularspitze an, geht dann aber unter einem sehr spitzen Winkel in die Spange über, die dann in ventraler Richtung dem übrigen Schultergürtel zustrebt, um sich mit ihm zu vereinigen. Beim Hecht liegt die Scapularspitze, so weit sie umgebogen ist, medialwärts, der Clavicula an, ohne aber in einen Theil überzugehen, der unter spitzem Winkel medial und ventralwärts zum Schultergürtel hinstrebt. Es ist somit eine Agenesie¹⁾ für das Spangenstück beim Hecht zu verzeichnen.

Das wichtigste Ergebniss der mitgetheilten Untersuchungen ist, dass auch hier das Individuum im Laufe seiner Entwicklung in Bezug auf Theile seines Skeletsystems Formen durchläuft, die auf primitivere Zustände zurückzuführen sind, und die nur vom Standpunkte der Descendenztheorie aus im Zusammenhalt mit jenen primitiveren Formen verstanden werden können.

1) Hinsichtlich der Definition dieses Begriffes cf. A. Rosenberg: Ueber die Entwicklung des Extremitäten-Skelets bei einigen durch Reduction ihrer Gliedmassen charakterisirten Wirbelthieren. Zeitschrift für wissenschaft. Zoologie B. 23; 1872 pag. 121.

II. Skelet der Brustflosse.

In der Literatur finden sich gelegentliche Angaben über die Entwicklung der Brustflossen zahlreicher als solche über den Schultergürtel. Indem ich chronologisch vorgehend die Autoren erwähne, beginne ich mit Forchhammer ¹⁾.

Dieser Autor giebt ganz kurz an, dass nach der Bildung des Herzens im *Blennius viviparus* die Brustflossen auftreten, an denen schon mehrere Strahlen zu unterscheiden waren, und die mit dem Körper einen rechten Winkel bildeten.

Genauere Angaben giebt Rathke ²⁾ bei Beschreibung der Entwicklung desselben Fisches. Bald nachdem die Kiemenspalten zu Stande gekommen sind, treten dicht hinter dem letzten Paare dieser Spalten die Brustflossen auf, die die Form von dünnen schaufelförmigen Platten haben, und deren Aehnlichkeit mit den ersten Anlagen der Vogelflügel Rathke besonders auffiel. Darauf theilt sich eine jede Flosse „indem sie an ihrer Wurzel nicht mehr als gegen den Rand hin an Dicke gewinnt, in zwei scharf gesonderte Hälften, in ein dickeres schmäleres und kürzeres Wurzelstück und ein viel zarteres aber dafür auch breiteres und längeres Randstück. In jenem ferner entsteht darauf eine einfache und sehr zarte Knorpelplatte (Carpus), in diesem aber werden, theils durch partielle Verdickung, theils durch Verdichtung der denselben ausmachenden

1) Thomas Forchhammer: De *Blennii vivipari* formatione et evolutione observationes. Diss. Inaug. Kiliae 1819.

2) Rathke: l. c. pag. 26 § 18.

Substanz, mehrere divergirend von dem Wurzelstück auslaufende Strahlen, die Flossenstrahlen gebildet.“ Von diesem „Carpus“ sagt er weiter ¹⁾, dass derselbe eine halbmondförmige Knorpelplatte darstellt, „die sehr viel später verknöchert als der Schultergürtel, durch Ausbildung mehrerer und der Form nach verschiedener Knochenkerne.“

Nach C. E. von Baer ²⁾ tritt die vordere Extremität von *Cyprius Blicca* als ein dreieckiger Höcker auf, der, vom Bauche aus gesehen, einen deutlichen Lappen bildet. Sie entwickelt sich ziemlich rasch und tritt viel früher als die Bauchflosse zu Tage. ³⁾

Vogt ⁴⁾ geht in seinem Werke auch auf die Entwicklung der Brustflosse ein, seine Angaben bestätigen im Ganzen die Beobachtungen Rathke's. Er unterscheidet eine „périphérie“ und eine „partie centrale“ (Randstück und Wurzelstück Rathke's), welche letztere eine einheitliche Knorpelplatte darstellt, die erst durch eintretende Ossification sich gliedert.

Filippo de Filippi ⁵⁾ sowohl als Duvernoy ⁶⁾ beschränken sich wie Forchhammer darauf, kurz anzugeben, dass ungefähr nach der Bildung des Herzens die Brustflossen auftreten. Mettenheimer, ⁷⁾ thut einen Ausspruch, dessen Begründung man in den Untersuchungen seiner Vorgänger hätte finden müssen. Er sagt nemlich: „*Quod carpus superiorum vertebratorum sicut piscium osserorum ex unica lamina cartilaginosa a principio constat, quae demum sensim sensimque, tamen ante quam ossificata est, in plures partes*

1) Rathke: l. c. pag. 43.

2) C. E. v. Baer: Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Fische. Leipzig 1835, pag. 22.

3) v. Baer: l. c. pag. 37.

4) Vogt: l. c. pag. 131—133.

5) Filippo de Filippi: Memoria sullo sviluppo del Ghiozzo d' Acqua dolce (*Gobius fluviatilis*) Milano 1841.

6) Duvernoy: Observations pour servir à la connaissance du développement de la poecilie de Surinam (*poecilia surinamensis*) communiquées à l'académie des sciences, séances des 15 et 22 avril 1844.

7) Mettenheimer: l. c. pag. 32.

singulares discedit . . .“ Es tritt also nach Mettenheimer's Angabe Gliederung der einheitlichen Platte ein, bevor noch Ossification sich eingestellt hat, was aus den Beobachtungen der vorhergenannten Autoren nicht hervorgeht, somit also wohl für Mettenheimer's Entdeckung anzusehen wäre.

Lereboullet¹⁾ erwähnt bei der Entwicklung des *Esox lucius*, dass nach der Bildung des Herzens die Brustflosse auftritt. Ich citire die Stelle wörtlich, da sie ein Object betrifft, das auch mir zur Untersuchung gedient hat: „La nageoire pectorale se montre sous la forme d'un tubercule arrondi; ce tubercule s'amincit en un petit lobe, qui fait saillie au dessus du vitellus dans le voisinage de l'organe auditif.“

Oellacher²⁾ endlich hat in einer vorläufigen Mittheilung die Entwicklung der Brustflosse der Bachforelle gegeben, indem er Querschnitte beschreibt, die im Allgemeinen mit der Beschreibung, wie ich sie von ebensolchen des Stad. I gemacht habe, übereinstimmen, jedoch erwähnt er nicht der die Skeletanlage darstellenden axialen Partie. Auf die Schlüsse, die der genannte Autor auf Grund seiner Untersuchungen macht, wird weiter unten eingegangen werden.

Nach diesem kurzen literarischen Ueberblicke wende ich mich zur Mittheilung des Ergebnisses meiner Untersuchungen.

Auf Seite 15 wurde erwähnt, dass eine Hornblattfalte der prismaförmigen, die Anlage der Extremität darstellenden Wucherung der Hautplatte aufsitzt. Diese Falte geht nun, proximal sowol als distal allmähig niedriger werdend, in das übrige Hornblatt über und ist schon nachzuweisen zu einer Zeit, wo die Wucherung der Hautplatte über das Niveau der Leibeswand hinaus noch garnicht stattgefunden hat. Sie ist also nicht eine Ausstülpung, sondern als eine

1) Lereboullet: Recherches d'embryologie comparée sur le développement du brochet, de la perche et de l'écrevisse. Mémoires présentés par divers savants à l'académie des sciences T. XVII 1852 pag. 568.

2) Oellacher: Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Bachforelle. Vorläufige Mittheilung. Berichte des naturwiss. medicin. Vereins. Innsbruck IX Jahrgang 1878.

unabhängig für sich entstandene Wucherung des Hornblattes aufzufassen. Man kann an einer und derselben Serie die Uebergangsstufen von einer einfachen Vermehrung und Vergrößerung der Hornblattzellen bis zur Ausbildung einer Falte wie sie Taf. I, Fig. 1 zeigt verfolgen. Bei Betrachtung dieser Figur wird man sehr an das Bild erinnert, das Balfour in seinem Werke auf Taf. XII, Fig. 1, von *Scyllium canicula* gegeben hat.¹⁾ Die Schilderung, die der genannte Forscher von der ersten Entwicklung der Selachierextremität giebt, stimmt mit der des Hechts überein. Auch dort erhebt sich eine Hornblattfalte unabhängig von dem mittleren Keimblatte. Abweichend jedoch vom Befunde beim Hecht ist, dass bei Selachiern diese Hornblattfalte, distalwärts in eine Hornblattverdickung sich fortsetzend, mit der Falte der hinteren Extremität (Torpedo) in Verbindung steht.

Oellacher²⁾ nun hat an der Bachforelle diese Falte der Brustflosse nicht bemerkt, so dass er, da Bauch- und Rückenflosse eine solche aufweisen, in die das mittlere Keimblatt später hineinwächst, für die Brustflosse eine andere Entstehungsweise annehmen zu müssen glaubt. Auf Grund seiner Untersuchungen kommt er zum Schlusse, dass „die Frage nach der verschiedenen morphologischen Bedeutung der Brust- und Bauchflossen auch vom Standpunkte der Genese aus wohl als keine ganz müssige zu bezeichnen“ sei. Der Grund aber, weshalb Oellacher die Seitenfalte der Brustflosse nicht gesehen hat, liegt wol darin, dass er Stadien untersucht hat, wo in die Falte schon Zellen des mittleren Keimblatts hineingewuchert waren, während an der hinteren Extremität der Process der Faltenbildung sich erst einleitete.

In Stad. I, wo die axiale Verdichtung der Zellen noch vorhanden ist, findet man die Falte noch vollkommen intact. Erst im Stad. II mit beginnender Verknoorpelung der axialen Partie, wuchern die Zellen des mittleren Keimblatts in die Falte hinein. Um diese

1) Balfour: A monograph on the development of Elasmobranchs Fishes. London 1878, pag. 101.

2) Oellacher: l. c. pag. 141.

Zeit stellt das Skelet der vorderen Extremität eine nahezu halbkreisförmige Knorpelplatte dar, die einheitlich ist und nirgends eine Spur von Gliederung zeigt. Schnitte, die parallel zur Flossenfläche angefertigt sind, lassen hierüber keinen Zweifel. Diese Extremitätenplatte (Ep. Fig. 2, Taf. I) steht mit dem Schultergürtel in kontinuierlichem geweblichen Zusammenhang. Zur Spitze der Extremität hin ist der Knorpel am jüngsten, wir finden daselbst nur sehr wenig Grundsubstanz.

In dem nächstfolgenden Stadium macht sich jetzt in der Extremität eine Verdünnung der einheitlichen Platte bemerklich; diese Verdünnung betrifft eine schmale Zone in der Mitte der Platte und es beginnt der Process am proximalen Rande, um distalwärts fortzuschreiten; der äusserste Rand, den wir die distale Zone nennen wollen, wird jedoch hiebei nicht erreicht. Die proximale Zone der Extremitätenplatte des Stad. V ist im Fig. 3. Taf. I auf einem Schnitte senkrecht zur Fläche der Flosse zu sehen. Mit Z ist die verdünnte Partie der Extremitätenplatte, wodurch diese in 2 Theile gegliedert erscheint, bezeichnet. Das Gewebe an dieser verdünnten Stelle unterscheidet sich von der der Extremitätenplatte. Während nemlich letztere (cf. Fig. 7 Ep.) Knorpelgewebe aufweist, das spärliche aber deutlich wahrnehmbare Grundsubstanz besitzt, welche durch Haematoxylin sich intensiv blau färbt, bleibt das Zwischengewebe hell, da es nur verschwindend kleine Mengen von Intercellularsubstanz zeigt, das Protoplasma der Zellen blass blau sich färbt, während der Kern eine etwas dunklere Tinction erhält. Wie die Verdünnung der Extremitätenplatte vor sich geht, lässt sich nur aus dem Vergleiche der verschiedenen Stadien erschliessen. Da nämlich die Platte, wo sie einheitlich ist, überall gleich viel Intercellularsubstanz zeigt, so wird wol an der Stelle, wo die Verdünnung auftritt, ein Schwund der Grundsubstanz nebst einigen Zellen anzunehmen sein, da die betreffende Partie oft nur eine einzige Zellreihe aufzuweisen hat (Taf. I, Fig. 7, Z), während ursprünglich zwei bis drei Reihen vorhanden waren.

Nachdem dieser Zustand bestanden, macht sich im Stad. VIII

eine weitere Theilung der proximalen Zone der Extremitätenplatte geltend. Der propterygiale Theil des Extremitätenskelets (der obere Theil der Extremitätenplatte der Fig. 3) geht eine abermalige Theilung ein, durch welche die Basalien II u. III zu Stande kommen. Die Theilung geht ebenfalls in proximo-distaler Richtung vor sich. Ausserdem hat dieses Stadium das Interessante, dass die distale Zone, also der Theil des Flossenskelets, welcher von der primären sowol als von der secundären Gliederung der Platte unberührt geblieben war, in gewissen Zwischenräumen neben einanderstehende Knorpelcentra aufweist. Das Basale I legt sich in einer Reihe mit den Basalien liegend, als erstes Knorpelcentrum an, um so den Halbkreis zu beginnen. Es ist nemlich geweblich von allen übrigen distalen Knorpelstücken am weitesten entwickelt. Die nachfolgenden Stücke weisen zum Metapterygium hin immer geringere Mengen von Grundsubstanz auf, sind also jüngeren Datums. In dem Stad. VIII, das eben der Besprechung unterliegt, zählt man 9 distale Knorpelstücke. Taf. I Fig. 8 zeigt bei schwächerer Vergrößerung auf einem Schnitte parallel zur Fläche der Flosse distale Knorpelstücke (6, 7, 8, 9), die durch grössere Zellen und reichlichere Grundsubstanz sich von der übrigen distalen Zone auszeichnen. An die Knorpelcentra 7 u. 8 setzen sich die entsprechenden angeschnittenen Knochenstrahlen an. Die einzelnen Centra ragen um etwas über den Rand der distalen Zone hervor. Fig. 9 zeigt bei 420facher Vergrößerung die propterygiale Hälfte des Knorpelcentrums 7. Man sieht auf dem Bilde wie die Zellen des Centrums stark vergrössert sind und die Grundsubstanz von bedeutenderer Mächtigkeit ist, als das in der nächsten Umgebung der Fall ist. Die erste Zelle, die als Elementarorganismus einen Impuls zur Bildung von Grundsubstanz empfangen hat, vergrössert sich, continuirlich die peripheren Theile ihres Protoplasmas in Knorpelgrundsubstanz umwandelnd. Durch rasche Zunahme der letzteren wird ein Druck auf die benachbarte noch intercellularsubstanzarme Umgebung ausgeübt, wodurch die Zellen ihre Concavität zum Centrum hinwenden, bis sie selbst von demselben Impuls ergriffen durch Bildung

von Knorpelgrundsubstanz auf ihre Nachbarn einwirken, wie es die erste Zelle gethan. Der Process der Zellenthätigkeit nimmt vom Centrum zur Peripherie ab, um endlich ein Ende zu erreichen, so dass also auch das Centrum der älteste Theil des neugebildeten Knorpelstücks ist. So glaubte ich mir die Anordnung der Zellen in den genannten Knorpelfeldern erklären zu müssen.

Ein weiterer Fortschritt in der Entwicklung der Extremitätenplatte thut sich nun dadurch kund, dass in der metapterygialen Hälfte derselben eine Theilung stattfindet, durch welche die Basalia IV und V ins Leben treten. Wahrscheinlich geht wol auch hier dieser Process in proximo-distaler Richtung vor sich, wie das bei der propterygialen Hälfte der Platte zu sehen war. Auf einem Schnitt senkrecht zur Fläche der Flosse des Stad. IX bietet sich daher ein Bild wie es Fig. 4, Taf. I. zeigt ¹⁾. Man sieht hier die ursprüngliche einheitliche Platte in 5 Theile ²⁾ (Basale I, II, III, IV, V) gegliedert, die unter sich durch ein Gewebe verbunden sind, das die Charaktere des intercellularsubstanzarmen Knorpels an sich trägt. Zwischen Bas. III und IV hat das Gewebe ein streifiges Aussehen erlangt und präsentirt sich als das am weitesten umgebildete einer Reduction anheimfallende Gewebe; an dieser Stelle trat die erste Theilung der Platte auf. Fig. 5 zeigt die Bas. III und IV mit ihrem Zwischengewebe (Z) von dem Stad. IX bei 200facher Vergrößerung. Eine Angabe über die Zahl der in diesem Stadium vorhandenen Knorpelcentra der Randzone zu machen, sehe ich mich ausser Stande.

1) Der propterygiale und zugleich dorsale Theil der Flosse liegt im Bilde unten, der metapterygiale und zugleich ventrale liegt im Bilde oben.

2) Die Gliederung in 5 Theile ist nur eine scheinbare, auf dem Schritte senkrecht zur Fläche der Flosse sich gewöhnlich zeigende. In Wirklichkeit ist eine Gliederung der proximalen Zone der einheitlichen Platte in 4 Theile erfolgt. Das Basale I legt sich nemlich, wie auf pag. 54 erwähnt, als ein eigenes Knorpelcentrum an und zwar wahrscheinlich noch zu einer Zeit wo die Theilung im propterygialen Abschnitte der Platte noch nicht erfolgt ist, denn wo die letztere auftritt, da ist das Bas. I schon geweblich sehr weit entwickelt. Durch intercellularsubstanzarmen Knorpel steht es mit Bas. II und mit den Knorpelstücken des Randes in Verbindung.

Das Bas. V., das zuletzt sich herausgebildet hat, geht in weiteren Stadien eine nochmalige Theilung an seiner distalen Partie ein, die aber nur unvollständig ist, da sie selten bis zum proximalen Theile des Basale reicht. Hiermit hat dann die Gliederung ein Ende erreicht und es bietet der proximale Theil der Extremitätenplatte eine Form wie das Schema in Fig. 10 Taf. II zeigt.¹⁾ Eine Reihe neben einander liegender Knorpelstäbe, die vom Meta- zum Propterygium an Länge abnehmen, stehen mit einander durch ein intercellularsubstanzarmes Knorpelgewebe in Verbindung, das zwischen dem Basale III u. IV schon eine Umwandlung zu Bindegewebe eingeht, welcher Process dann nach und nach auch das Zwischengewebe der Basalien ergreift, um die letzteren dann als isolirte Knorpelstäbe in späteren Stadien erscheinen zu lassen.

Von jetzt ab gewinnt die distale Zone der Extremitätenplatte ein Interesse. Nachdem im Stad. VIII die Zahl der primären Knorpelstücke sich auf 9 belaufen, ist sie im Stad. XII auf 12 gestiegen (cf Fig. 8 Pf II). Der späteren Vergleichung wegen wollen wir die Lage der einzelnen Stücke genauer berücksichtigen. Der metapterygialen Ecke des Bas. II entspricht genau das prim. Knorpelstück 5, so dass auf den Zwischenraum von II und III auch der Zwischenraum zwischen 5 und 6 fällt. Im Bereiche des Bas. III liegen die Knorpelstücke 6, 7 und 8, worauf dann auch die Zwischenräume von III und IV wie von 8 und 9 einander entsprechen. Dem Interstitium zwischen IV und V correspondirt 12. Das Basale I ist mit dem prim. Knorpelstücke 1, von dem es in früheren Stadien sich deutlich abgrenzte, vereinigt, und ist auch schon die Verknöcherung vom Randstrahle aus recht vorgeschritten. Besonders proximalwärts ist die Verknöcherung über das Bas. I hereingebrochen. Sodann ist sie an der Stelle, wo die Vereinigung

1) Zu bemerken ist hier, dass die Fig. 10 Taf. II in ihrer proximalen Zone nach einer Serie von Flächenschnitten der Flosse eines Hechts von 7 Ctm. Länge combinirt worden ist, wo die Basalien noch durch intercellularsubstanzarmen Knorpel zusammenhängen. Die distale Zone der Figur aber gehört einem Hecht vom Stad. XIV an.

des Bas. I und des prim. Knorpelstücks 1 stattgefunden hat, recht tief in den Knorpel vorgedrungen, so dass auf Bildern von älteren Stadien nur noch ein ganz feiner knorpeliger Verbindungsstreif übrig geblieben ist.

Im Stad. XIII (Fig. 9, Taf. II) correspondirt dem Interstitium zwischen II und III das Knorpelstück 5, das im vorhergegangenen Stadium mehr zum Propterygium hin gelegen war. Da die Partie zwischen III und IV nicht genau zu bestimmen war, so ist nicht zu sagen, welches Knorpelstück auf das Interstitium gekommen wäre ¹⁾. Dem Interstitium zwischen IV und V entspricht in diesem Stadium Knorpelstück 11, während 12 ein unscheinbares, leicht zu übersehendes Knorpelstückchen in der Nähe von 11 darstellt. Im Bereiche des Bas. V sind wie im vorigen Stadium keine Knorpelstücke zu sehen. Das aber, was in dem gegenwärtigen Stadium hinzugekommen, ist eine secundäre proximale Reihe, bestehend aus 3 kleinen Knorpelstückchen von vollkommen runder Form (α, β, γ), die den primären Knorpelstücken 4, 5, 6, je an der proximalen und zum Metapterygium hin gelegenen Ecke derselben angefügt sind.

Die primären Knorpelstücke, die im Stad. VIII von fast kreisförmiger Gestalt waren, haben in dem Stad. XII u. XIII eine eckige Form, die besonders ausgeprägt zum Propterygium hin sich findet, zum Metapterygium hin macht sich mehr das kreisförmige oder ellipsoide Wesen geltend, was auch mit einer Grössenabnahme einhergeht. Die zeigen Knorpelstücke ist in den beiden besprochenen Stadien hyaline Grundsubstanz von reichlicher Masse, die zum Metapterygium allmähig abnimmt; das 12te, das im Stad. XII eine schöne hyaline Intercellularsubstanz aufweist, hat jetzt ein streifiges Aussehen. Das Gewebe, das die primären Knorpelstücke sowol, als die secundären unter einander vereinigt, ist als intercellularsubstanz-

1) Bemerkten möchte ich hier, dass die Serien von den Stadien XII, XIII u. XIV so hergestellt wurden, dass die Flossen, da sie als Ganzes zu grosse Flächen darboten, in Stücke zerlegt unter das Messer des Microtoms kamen. Stad. XII wurde in 2, Stad. XIII u. XIV in 3 Stücke zerlegt. Durch Combination der aus den verschiedenen Theilen der Flosse erhaltenen Schnitte, die für sich Serien bildeten, ergaben sich ohne Schwierigkeit die Fig. 8, 9, 10; in wiefern die letztere schematisch, ist in der Erklärung der Figuren gesagt.

armer Knorpel zu bezeichnen; zu den Basalien hin jedoch wird dieses Gewebe streifig und zeigt so einen allmöglichen Uebergang zu Bindegewebe.

Im Stad. XIV (Fig. 10 Taf. II) endlich, das älteste, das mir zur Untersuchung kam, zählt man in der primären Knorpelreihe 10 Stück, von welchen das Knorpelstück 4 auf das Interstitium zwischen II u. III kommt; 5 steht dem Bas. III sehr nahe, während es im Stad. XIII dem Interstitium zwischen II u. III entsprach. Das Knorpelstück 7 kommt auf den Zwischenraum zwischen III u. IV. 8 steht an der propterygialen Ecke des Bas. IV. Da 9 verkümmert ist, so kommt 10 der metapterygialen Ecke des Bas. IV entsprechend zu liegen. Mit dem Knorpelstück 10 ist die primäre Reihe zu Ende, denn scharf grenzt sich dasselbe von der metapterygialwärts folgenden distalen secundären Reihe ab. Dieselbe liegt hart dem Rande der distalen Zone der ursprünglichen Extremitätenplatte an und besteht aus 5 in gewissen Zwischenräumen auf einanderfolgenden mit a, b, c, d und e bezeichneten Knorpelstückchen¹⁾. In der proximalen secundären Reihe ist in diesem Stadium nur ein Stück zu verzeichnen und zwar ein dem primären Knorpelstücke 1 anliegendes.

Bei Betrachtung der distalen secundären Knorpelreihe bei stärkerer Vergrößerung, sieht man wie die kleinen Knorpelfelder in einem Gewebe liegen, das man für intercellularsubstanzarmen Knorpel ansehen muss. Die reichlichere Grundsubstanz der Knorpelcentren geht nemlich an der Peripherie der Stücke ziemlich schnell in Form von Strängen in das Nachbargewebe hinein, das sehr zellenreich von einem hyalinen Netzwerk durchzogen ist, welches an verschiedenen Stellen von verschiedener Dicke ist. In der näch-

1) Leider sind diese Verhältnisse auf Taf. II, Fig. 10 nicht so zu sehen, wie sie sich auf den Schnitten praesentiren, die von diesem Stadium gemacht worden sind. In der Figur macht die Reihe a, b, c, d, e den Eindruck, als wenn sie fortlaufend die primäre Reihe ergänzen würde. Das ist keineswegs der Fall. Die secundären Knorpelstückchen muss man sich im Verhältnisse zu dem 10^{ten} prim. Knorpelstücke bededeut kleiner und mehr distalwärts gerückt vorstellen.

sten Nähe der Knorpelcentren ist dies Netzwerk hyalin, geht aber zu den Basalien hin continuirlich in Faserstränge über, zwischen denen die Zellen eingestreut liegen.

Fassen wir zusammen was sich aus der Betrachtung der distalen Zone der Extremitätenplatte in den verschiedenen Stadien ergibt, so möchten wir folgende Punkte besonders hervorheben.

1. In der distalen Zone der Extremitätenplatte bilden sich um die Zeit wo letztere im propterygialen Theile eine Gliederung eingeht, Knorpelcentra aus, die wir die primäre Reihe der Knorpelstücke genannt haben. Im Stadium VIII waren 9, im Stad. XII 12 zu zählen, mit welcher Anzahl diese Reihe ihr Maximum erreicht.

2. Durch eine Verschiebung der distalen Zone gegen die proximale, wobei erstere in der Richtung vom Pro- zum Metapterygium hin sich bewegt, findet eine Lageveränderung der primären Reihe im Verhältnisse zu den distalen Enden der Basalien statt, wobei das 12. Stück des Stad. XIII eine Reduction eingeht, während im Stad. XIV das 9. aus der primären Reihe rückt und das 11. und 12. nicht mehr nachzuweisen sind.

3. Es entwickeln sich, während die genannten Vorgänge Statt haben, secundäre Reihen von Knorpelstücken, von denen eine proximale, aus 3 Stücken bestehend, im Stad. XIII dem Bereiche der prim. Stücke 4, 5, 6 entspricht; im Stad. XIV ist diese Reihe nur durch ein Knorpelstück im Bereiche des prim. Knorpelstücks 1 repräsentirt. Dafür hat sich aber im letzten Stadium eine distale secundäre Reihe, aus 5 Stücken bestehend, herausgebildet, die im Bereiche des Basale V liegt.

Was das secundäre Flossenskelet betrifft, so sieht man auf Querschnittsbilder von Flossen früher Stadien deutlich wie die Querschnitte der Hornfäden als kleine glänzende Punkte zwischen dem Hornblatte und den Zellen des mittleren Keimblatts gelegen sind und zwar gilt diese Lagerung für die ganze Länge der Hornfäden. In älteren Stadien schieben sich jedoch proximalwärts Zellen des mittleren Keimblatts zwischen die Hornfäden und das Hornblatt, wodurch dieselben dem Randtheile des Flossenskelets

näher treten, während die distalen Partien noch immer zwischen Hornblatt und dem mittleren Keimblatte liegen. Es lässt sich daher nicht genau sagen, woher die Hornfäden bei den Teleostiern stammen. Die gleichbenannten Gebilde bei den Selachiern werden in den tiefsten dem Skelete fast unmittelbar anliegenden Bindegewebeschichten gefunden, weshalb sie auch für ein ganz besonders geformtes Bindegewebe angesehen werden. Weder Baudelot¹⁾ noch Hertwig²⁾, die das secundäre Skelet der Fische sich zum Gegenstande eingehenden Studiums gemacht haben, geben über die Entwicklung der Hornfäden etwas an.

Durch Zusammentreten der Hornfäden zu Bündeln entstehen 16 bis 17 Flossenstrahlen, welche, soweit die Reihe der primären Knorpelcentra reicht, je einem derselben entsprechen. Am Propterygium sind sie am stärksten und grössten, während sie zum Metapterygium hin, kleiner und weicher werdend, sich immer mehr dem jugendlichen Zustande nähern. Das Wachstum und die Ausbildung der Knochenstrahlen sind von Baudelot und Hertwig an Knochenfischen erforscht und fand ich keine Veranlassung in dieser Hinsicht einen Beitrag meinerseits beizusteuern.

Zum Schlusse möchte ich noch Einiges hinzufügen über die Stellung der Flosse in den verschiedenen Entwicklungsperioden des Hechts. Wie wir bei der Beschreibung des Stad. I im ersten Theile der Arbeit sahen, bildete die Anlage des Schultergürtels und der Extremität in ihrem Verlaufe proximo-distalwärts einen spitzen Winkel mit dem Medullarrohr, fiel aber sonst so ziemlich in eine horizontale Ebene mit dem letzteren. Die schon verknorpelte Extremität nimmt in Stad. II eine mehr senkrechte Stellung ein, indem das Propterygium proximo-dorsal, das Metapterygium disto-ventral liegt, somit die Breitenachse der Flosse (eine vom Pro-

1) Baudelot, M. E., Observations sur la structure et le développement des nageoires des poissons osseux. Archives de zoologie expérimentale et générale publ. par de Lacaze Duthiers T. II, 1872 Notes et revue pag. XIX.

2) Hertwig, O: Ueber das Hautskelet der Fische. Morph. Jahrb. v. Gegenbaur Band II Leipzig 1876 pag. 328.

zum Metapterygium gezogene Linie) und die sagittale Körperachse in einem nahezu rechten Winkel sich schneiden. Dieser Zustand verbleibt bis zum Stad. VIII, wo schon allmählig eine Neigung des Propterygium ventralwärts eintritt, worauf dann die Breitenachse der Flosse wieder einen sehr spitzen Winkel nach hinten mit der Horizontalaxe des Körpers macht. Es sind jetzt die Brustflossen, die, wie oben erwähnt, anfangs in der Nähe des Medullarrohrs lagen, jetzt der Mittellinie des Bauches nahe gerückt. Auch die Form der Extremitätenplatte hat im Laufe der Entwicklung Veränderung zu erliden gehabt. Während sie zu Anfang einem Halbkreise sich näherte, erleidet sie sehr allmählig eine Abflachung im propterygialen Abschnitte, dafür aber eine stärkere Abrundung zum metapterygialen Theile hin, wodurch sich dieser vom Rumpfe schärfer abhebt.

Das was zuerst bei der Entwicklung der Extremität des Hechts unsre Aufmerksamkeit in Anspruch nahm, war das Auftreten der Hornblattfalte, die durch Balfour's Beobachtung derselben an Selachiern an Interesse gewinnt. Leider war es nicht möglich am Hechte nachzuweisen, dass diese Seitenfalte einen irgendwie transitorischen Charakter besitzt, was von Wichtigkeit gewesen wäre, wenn man bedenkt, welche Bedeutung ihr neuerdings beigelegt wird. Zur Zeit des Auftretens der Seitenfalte sahen wir aber auch eine Wucherung der Hautplatte unter jener, wodurch eine Erhebung sich bildete, welcher die Hornblattfalte aufsass. In dieser letzteren entwickelte sich, wie wir sahen, nachdem Zellen des mittleren Keimblatts in die Falte hineingewuchert waren, das secundäre Flossenskelet, während in der prismaförmigen Erhebung der Hautplatte sich das primäre Skelet ausbildet. Dieses stellte zu Anfang eine einheitliche Knorpelplatte von halbmondförmiger Gestalt dar, die im weiteren Verlaufe eine Gliederung einging. Dadurch konnten wir zwei Zonen an dieser Extremitätenplatte unterscheiden, die in ihrem Verhalten abweichende Verhältnisse darboten. Die proxi-

male Zone geht eine Gliederung in zwei, dann vier nebeneinander liegende längliche Theile ein, während die distale Zone in sich rundliche Knorpelcentra hervorbringt, die sich in eine primäre und zwei secundäre (proximale und distale) Reihen ordnen liessen. Aus der Literatur über die Entwicklung der Brustflosse wissen wir, dass zuerst durch Rathke eine einheitliche Knorpelplatte im *Blennius viviparus* nachgewiesen, sodann von Vogt in *Coregonus Palaea* gesehen und von Mettenheimer endlich die Gliederung dieser einheitlichen Platte, noch bevor sie verknöchert (im Gegensatze zu den Angaben der ersten Autoren), angeführt worden ist. Durch die hier mitgetheilten Untersuchungen am Hecht sind diese Angaben bestätigt und die einzelnen Vorgänge näher dargelegt worden. Hinzufügen möchte ich noch, dass ich auch bei Cyprinoiden und dem *Gasterosteus* eine solche einheitliche Platte gesehen habe, die sich gliedert, bevor Verknöcherung eingetreten ist. Es ist somit anzunehmen, dass dieser Bildungsmodus des Brutflossenskelets ein den Knochenfischen allgemein zukommender ist.

Auffallend nun musste es erscheinen, dass diese Thatsache in einem gewissen Widerspruche mit der von Gegenbaur¹⁾ aufgestellten Archipterygiumtheorie steht. Man hätte nach dieser erwarten sollen, dass vor allen Dingen das Flossenskelet in einzelnen discreten Strahlen sich anlegt. Von Interesse musste es daher sein zu erfahren, wie bei primitiveren Formen, den Selachiern, der Bildungsmodus des Extremitätenskelets sich darstellt. Durch Bernays²⁾ ist bekannt, dass die Glieder der einzelnen Radien junger Individuen von *Acanthias vulg.* und *Scyllium canicula* in proximo-distaler Richtung durch ein Gewebe verbunden sind, das in continuirlichem Zusammenhange mit dem der Radienglieder steht. Ebenso will er das für die Verbindungsstelle zwischen den Basalien des Meso- und Metapterygiums

1) Gegenbaur, C: Ueber das Skelet der Gliedmassen der Wirbelthiere im Allgemeinen und der Hintergliedmassen der Selachier insbesondere. Jen. Zeitschrift f. Med. u. Naturw. B. V Leipzig 1870, pag 376, vergl. Ueber das Archipterygium. Jen. Zeitschrift B. VII 1873 pag. 131.

2) Bernays, A. Entwicklung d. Kniegelenks d. Menschen Morph. Jahrb. B. IV, 1878, pag. 438.

gesehen haben, nur soll die Differenzierung hier weiter fortgeschritten gewesen sein, als das bei den Radien der Fall war. Für uns musste es von Interesse sein zu wissen, ob auch seitlich, durch die ganze Flosse hindurch, die Radien in einem solchen Zusammenhange sich finden. War das für jugendliche Stadien nachzuweisen, so musste für die Selachierextremität ein Bildungsmodus, ähnlich dem der Knochenfische angenommen werden. Herr Professor Rosenberg hatte die Freundlichkeit, mir die linke vordere Extremität eines 10 Cm. langen *Scyllium canicula* und dasselbe Glied eines erwachsenen Exemplars zur Disposition zu stellen. Es wurde die ganze linke Extremität, die in Carmin gefärbt war, in proximo-distaler Richtung und senkrecht zur Fläche der Flosse in eine Schnittserie zerlegt. Das Ergebniss dieser Untersuchung ist, dass sowol die Basalien mit den Radien, als auch die Radien unter einander durch die ganze Ausdehnung der Flosse hindurch durch ein Gewebe im Zusammenhange stehen, das wir oben als intercellularsubstanzarmen Knorpel bezeichnet haben. Die Zwischenzonen sind immer intensiver gefärbt, als das Gewebe der Radien selbst. Fig. 6, Taf. I zeigt auf einem Querschnitte zwei Radien und das zwischen ihnen liegende Gewebe. In Fig. 5, die daneben steht, ist eine entsprechende Partie vom Hecht dargestellt. Die Aehnlichkeit der Verhältnisse ist eine sehr auffallende, in beiden Fällen werden die Glieder durch intercellularsubstanzarmen Knorpel vereinigt. Dieser gewebliche Zusammenhang der Radien untereinander wird zum distalen Rande hin immer schwächer, das Zwischengewebe wird immer rissiger und endlich auf einen sehr schmalen Verbindungsstreif reducirt. Die äusserste Gegend der Randzone bot wieder einen deutlicheren Zusammenhang. Beim erwachsenen *Scyllium* findet sich nun zwischen den Radien sowol, als Basalien nirgends ein Gewebe wie es die jugendlichen Zustände zeigten, überall sah man fibrilläres Bindegewebe zwischen den jetzt vollkommen isolirten Gliedern. Es ist unmöglich anzunehmen, dass durch eine nachträgliche Vereinigung der gewebliche Zusammenhang in dem jungen Individuum zu Stande gekommen sei. Wir können nun, nach dem

was wir am Hechte gesehen haben, für die Entwicklung der Selachierextremität einen ähnlichen Bildungsmodus annehmen, also auch eine ursprünglich einheitliche Platte, die allmählig im Laufe der Entwicklung in die so zahlreichen Glieder übergeht, die beim Erwachsenen vollkommen unabhängig von einander entstanden zu sein scheinen.

Interessant ist, zu sehen, wie aus den eben mitgetheilten Befunden an der Selachierextremität ein Licht auf die frühesten Zustände des Gliedmassenskelets geworfen wird. Wenn nach den augenblicklich bestehenden Theorien über die Genese des Gliedmassenskelets isolirte Knorpelstäbe das Material darstellen, aus welchem nachträglich durch Verwachsung oder Bestehenbleiben der einzelnen Knorpelstäbe die Mannigfaltigkeit der Formen des Extremitätenskelets sich herleitet, so sprechen jedenfalls die oben mitgetheilten entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen dafür, dass jene isolirten Knorpelstäbe, mit denen die Theorien operiren, erst nachträglich aus einer einheitlichen Extremitätenplatte hervorgegangene Theile sind. Gegenbaur leitet, wie bekannt, das biserial Archipterygium von einem Kiemenbogen und diesem angefügten Kiemenstrahlen ab, welche letztere im Laufe der Entwicklung sich biserial einem, die übrigen an Stärke übertreffenden Mittelstrahl anschliessen und so die Grundform des Gliedmassenskelets darbieten, die im *Ceratodus* noch fortbesteht, in den andern Wirbelthieren aber unter den mannigfachsten Modificationen, die sie erfahren haben, unzweifelhaft sich wiederfinden lässt. Gegen diese biseriale Grundform des Gliedmassenskelets lässt sich an und für sich nichts einwenden, da man sich wol vorstellen kann, wie allmählig aus einer einheitlichen Platte eine Extremitätenform entstanden ist, wie sie dem *Ceratodus* zukommt. Von dieser Form wären dann in weiterer Instanz die weiter abgewichenen Gliedmassenskelete der höheren Wirbelthiere abzuleiten. Was nun aber die Frage nach der Herkunft des biserialen Archipterygiums anlangt, so scheint mir eine Schwierigkeit zu bestehen eine einheitliche Knorpelplatte, aus der sich die zum Aufbau des Archipterygiums verwandten Knorpelstäbe differenziren,

mit einem Kiemenbogen in Zusammenhang zu bringen. Die Existenz einer solchen Knorpelplatte lässt sich dagegen, wie mir scheint, leichter mit der Ansicht in Einklang bringen, welche Thacher ¹⁾ und Mivart ²⁾ über die Herkunft der Extremität und ihres Skelets geäußert haben. Diese Autoren gehen bekanntlich von einer einheitlichen Seitenfalte ³⁾ aus, in welcher metamer angeordnete Knorpelstäbe sich fänden, die durch Zusammentreten in der proximalen und distalen Rumpfgegend unter gleichzeitigem Schwund derselben in der mittleren Rumpfgegend das Extremitätenskelet hervorgehen lassen. Da man nun sehr wol eine Knorpelplatte, wie die oben erwähnte, als einen Bestandtheil einer Seitenfalte sich vorstellen kann und auch die Annahme keine Schwierigkeit findet, dass aus dieser Platte die einzelnen Knorpelstäbe entstanden seien, mit denen Thacher und Mivart operiren, so scheint die Auffassung der letzteren Autoren ein geringes Plus an Wahrscheinlichkeit gegenüber der von Gegenbaur geäußerten zu haben. In einem Punkte kann ich jedoch den Anschauungen von Thacher und Mivart nicht beistimmen. Dieselben lassen den Gürtel nachträglich aus jenen Knorpeln entstehen, womit nicht im Einklang steht, dass, wie beim Hecht nachweisbar war, der Schultergürtel sich am frühesten aus der einheitlichen axialen Gewebsmasse herausdifferenzirt und in seiner Entwicklung den andern Theilen der Extremität stets voraus ist.

1) Thacher: Median and paired fins a contribution to the history of vertebrate limbs. Transactions of the Connecticut Academy, Vol. III, 1877.

2) Mivart: Notes on the fins of Elasmobranchs etc. Transactions of the Zoological Society of London, Vol. X. — part. 10, London 1879.

3) Hinsichtlich der Berechtigung zur Annahme einer solchen Seitenfalte wird von den obengenannten Autoren auf eine Beobachtung Balfour's (l. c. pag. 101) verwiesen, der bekanntlich an Selachierembryonen an der Seitenfläche des Rumpfes, der Längachse desselben folgend, eine leistenförmige Verdickung des Hornblatts beobachtet hat, aus deren vorderem resp. hinterem Abschnitt die erste Anlage der Extremität in Form einer anfangs wenig prominirenden Hornblattfalte zu Stande kommt. Gegenüber dem Interesse, das diese Beobachtung gefunden und bei der Verwerthung, die sie erfahren hat, darf aber wohl daran erinnert werden, dass der Gedanke der Herleitung beider Extremitäten einer Seite aus einem einheitlichen Gebilde, einer Seitenfalte, aufs Klarste

Wenn sich zwischen primitiven und reducirten Formen des Extremitätenskelets der Fische in Bezug auf die Entwicklung derselben eine grosse Uebereinstimmung in den frühesten Stadien herausgestellt hat, so dürfte es lohnend sein, zu untersuchen, in wiefern bei den Amphibien und weiter den amnioten Wirbelthieren gleichfalls Andeutungen einer Entstehung der gesonderten Bestandtheile des entwickelten Extremitätenskelets aus einer einheitlichen Anlage sich nachweisen lassen. In Bezug hierauf hat Strasser¹⁾ die wichtige Mittheilung gemacht, dass bei den von ihm untersuchten Amphibien eine ganze Anzahl von Skelettheilen,

schon von K. E. v. Baer ausgesprochen, und durch die Ergebnisse wiederholter Beobachtung begründet worden ist. Darüber lassen keinen Zweifel die nachstehend citirten Stellen, die bei den Erörterungen gänzlich unberücksichtigt geblieben sind, welche in Betreff der Frage nach der Herkunft der Extremitäten in der neueren Literatur sich finden. In dem zweiten Bande seines Hauptwerkes (Ueber Entwicklungsgeschichte d. Thiere Th. II Königsberg 1837) sagt K. E. v. Baer pag. 76: Ich habe seit Herausgabe des ersten Bandes sehr deutlich gesehen, dass am dritten Tage (Hühnchen) die vordere und hintere Extremität jeder Seite zusammenhängen und zusammen nur eine Seite oder, um von der angenehmen Benennung nicht abzuweichen, eine Platte bilden, die vorn und hinten in einen höhern Wulst sich erhebt.“ Auf pag. 100 sagt er ferner: „Die Extremitäten des Rumpfes sind Wucherungen einer auf den Bauch- und Rückenplatten liegenden Schicht, die man an den beiden ersten Tagen nicht erkennt, wohl aber schon am Uebergang in den dritten Tag... Wir bemerkten auch, dass, nachdem man eine ganz kurze Zeit hindurch auf jeder Seite einen Wulst in der ganzen Länge des Rumpfes beobachtet hat, jeder Wulst sich in zwei getrennte Leisten, eine vordere und eine hintere sammelt, indem die Mitte unkenntlich wird, dass von der Basis dieser Leisten aus eine Entwicklung nach oben, nach unten und zugleich nach aussen fortschreitet.“ Von den Säugethieren sagt er pag. 209: Die Extremitäten sind in früher Zeit denen der Vögel völlig gleich. Auch hier ist zuerst eine lange allgemeine Leiste, eine äussere Fleischschicht, als Basis für Entwicklung der Extremitäten und der Wurzelglieder insbesondere zu erkennen.“ Ueber die Extremitäten der Fische äussert er sich folgendermassen pag. 313: „Nach einer zusammenhängenden wuchernden Leiste, die der Entwicklung beider Extremitäten voranginge, habe ich vergeblich mich umgesehen. Auch ist die vordere Extremität sehr viel früher sichtbar, als die hintere. Sie erscheint als eine längliche Erhabenheit, die sich bald in ein breites ungestieltes Blatt ausdehnt, welches auf einer geringen Erhebung aufsitzt, so dass hier nur die Scheidung in Wurzelglied und Endglied kenntlich ist. Das Endglied hat, so lange keine Flossenstrahlen in ihm sind, viele Aehnlichkeit mit dem Endgliede in der Extremität der Landthiere im Embryonen-Zustande.“

1) Strasser: l. c. passim.

die später gesonderte Knorpelstücke darstellen, in früheren Stadien mit einander zusammenhängen. Hieran schliessen sich die Beobachtungen, welche Koelliker¹⁾ in Betreff des Menschen und des Kaninchen mittheilt. Hiernach entsteht das ganze Extremitätenskelet „als eine von Anfang an zusammenhängende Blastemmasse, in der vom Rumpfe gegen die Peripherie zu, Knorpel um Knorpel, Gelenkanlage nach Gelenkanlage deutlich wird und sich differenzirt, so dass jeder Knorpel vom ersten Anfang an selbständig und ohne Zusammenhang mit den Nachbarknorpeln sich anlegt, zugleich aber auch von seinem ersten Entstehen an mit seinen Nachbarn durch die gleichzeitig mit ihm deutlich werdenden Gelenkanlagen vereinigt ist.“ Auf Seite 492 sagt Koelliker, dass das Bildungsgesetz des Extremitätenskelets das ist, „dass im Centrum der Extremitätenanlage eine Blastemmasse von der übrigen sich sondert, und Hand in Hand mit ihrer Sonderung auch zugleich in Knorpel und verbindende und umhüllende Weichtheile sich zerlegt.“ Es besteht somit bevor Verknorpelung eintritt eine Blastemmasse, die sich differenzirt hat, also der axialen Verdichtung entspricht, die wir beim Hecht in dem frühesten Stadium beschrieben. Die erste Anlage des Extremitätenskelets der Säugethiere würde also die Form einer einheitlichen Platte haben. Der Bildungsmodus der Skeletanlagen der Extremitäten, wie er bei den Fischen sich fand, würde bei den Amphibien sich noch wiederholen, von da ab aber abgekürzt auftreten, indem die Verknorpelung der einheitlichen axialen Blastemmasse zu einer einheitlichen Knorpelplatte, ausbleibt und sofort die betreffenden Theile des Skelets isolirt knorpelig sich anlegen. Das was für uns aus dieser Betrachtung folgt, ist, dass die so verschiedenartig gestalteten Gliedmassen der Wirbelthiere im embryonalen Zustande zunächst sehr einfache Zustände darbieten, daher auch vom Standpunkte der Descendenztheorie aus, auf einen einfachen Typus zurückzuführen sind.

1) Koelliker: Entwicklungsgeschichte des Menschen u. der höheren Thiere 2. Aufl. 1879 pag. 491 u. 492.

Es erübrigt jetzt noch einige Bemerkungen über die Knorpelstücke in der distalen Zone des Extremitätenskelets zu machen. Die primäre Reihe, die wir als die primitivste aufzufassen haben, erleidet eine Verschiebung an den Basalien ungefähr um die Länge eines ganzen Knorpelstücks, wobei das 11. und 12. Stück dieser Reihe schwinden, und das 9. zu einer Reduction sich vorbereitet. Wir dürfen in dem 11. und 12. Knorpelstück der primären Reihe Theile sehen, die, vorübergehend auftretend, an Zustände der distalen Zone erinnern, in welchen dieselbe eine grössere Zahl von Radiengliedern enthielt. Der Schwund dieser beiden Knorpelstücke unterstützt somit die Deutung, die Gegenbaur der in Rede stehenden Reihe kleiner Skelettheile gegeben.

Während die primäre Reihe der Knorpelstücke eine Reduction an dem metapterygialen Flossentheile erleidet, geht proximal- und distalwärts von der genannten Reihe ein neuer Process vor sich: es entwickeln sich Knorpelstücke, die, da die Stadien in welchen sie auftreten zu den spätesten gehören, als neuer Erwerb aufzufassen sind, der wol bestimmt sein dürfte, auf die Nachkommenschaft sich zu vererben und so neue Formen des Gliedmassenskelets auszubilden. Bruch¹⁾ hat ebenfalls bei sehr grossen Exemplaren des Rheinlachs es statt einer, zwei hintereinanderliegende Reihen von Knorpelstücken in der distalen Zone der Extremität beobachtet. Man darf nach den Erfahrungen am Hecht die zweite distal auftretende Reihe von Knorpelstücken in die Kategorie der secundären distalen verweisen.

Wie aus den vorstehenden Mittheilungen hervorgeht, hat sich auf einzelne der in der Einleitung dargelegten Fragen, in Hinblick auf welche die Untersuchung unternommen war, die Antwort in einer Weise ergeben, wie sie vom Standpunkte der Descendenzlehre vorausgesetzt werden konnte. So liess sich bei Untersuchung der Entwicklung des Schultergürtels das Caracoid als transitorisches Gebilde

1) Bruch: Vergleichende Osteologie des Rheinlachs (*Salmo salar*). Mainz 1861 pag. 19 § 45.

nachweisen und auch die Entwicklung des Procoracoids illustrierte, indem dasselbe ontogenetisch allmählig an Ausdehnung und Volumen gewann, den Process, der aus der Vergleichung der entwickelten Formen des Procoracoid erschlossen werden kann. Im Gebiete des Skelets der Brustflosse zeigte die Reduction des 9., 11. und 12 Knorpelstücks in der auf die Basalien folgenden primären Reihe, dass diese in der That in phylogenetisch früheren Zuständen aus mehr Skelettheilen bestanden haben muss. Die Beobachtung einer den Ausgangspunkt für die Bildung der Bestandtheile des Extremitätenskelets darstellenden einheitlichen Knorpelplatte, welche auf Grundlage der Vergleichung der entwickelten Formen vorauszusetzen keine Veranlassung vorlag, liess sich leicht dem für die Untersuchung benutzten Gesichtspunkt unterordnen, nachdem die gleiche Einrichtung bei den Selachiern erkannt worden war.

Ein negativer Befund ergab sich in Betreff der Frage nach der Existenz eines Spangenstücks und auch die Basalien zeigten sich gleich von vornherein in der Anordnung angelegt, die den entwickelten Zustand charakterisirt. Letztere Thatsache lässt sich leicht unter den Begriff einer Verkürzung der Entwicklung bringen; was dagegen die erstere anlangt, so hat sie ein besonderes Interesse in Hinblick auf das über das Coracoid Mitgetheilte. In Betreff des letzteren als des phylogenetisch früher geschwundenen Theils hätte sich ein negatives Untersuchungsergebniss viel eher erwarten lassen. Es handelt sich hier um ein Verhältniss, das noch nicht in ausreichender Weise erklärt werden kann, aber auch dem für die Untersuchung benutzten Gesichtspunkt nicht widerspricht, wie es denn auch nicht ohne Analogie dasteht. Um ein hierher gehöriges Beispiel anzuführen, werden beim Menschen noch vier Kiemenpalten angelegt, zugleich aber können nicht mehr als 35 Wirbel nachgewiesen werden, und das Hamatum legt sich als einheitlicher Skelettheil an. Die aus solchen Beispielen sich ergebenden Verhältnisse enthalten ein Problem, zu dessen Lösung es weiterer vom Standpunkte der Descendenzlehre zu unternehmender Untersuchungen bedarf.

Erklärung der Abbildungen.¹⁾

Die Figuren der ersten Tafel und die Figg. 6 u. 7 der Tafel II sind mittelst der Oberhäuser'schen camera lucida angefertigt worden. Die neben den Figuren stehenden Brüche geben die Vergrößerung an. Wo bei der Beschreibung der Figuren es nicht besonders erwähnt ist, beziehen sich die Angaben auf den Hecht.

Fig. 1. Schnitt senkrecht zur Längsaxe des Körpers aus der mittleren Gegend des Schultergürtels vom Stad. I, linke Seite. 220/1.

AV = Axiale Verdichtung der Zellen für die Skeletanlage.

D = Darm;

H = Hornblatt;

Mk = Zellen des mittleren Keimblattes;

p = Peritonealhöhle;

d = dorsale, v = ventrale Gegend des Körpers.

1) Trotz mehrmals wiederholter Correcturen ist es nicht gelungen, die Tafeln von störenden Fehlern gesäubert zu erhalten. Die feinere Ausführung der Tafeln lässt so viel zu wünschen übrig, dass, wenn nicht äussere Umstände mich genöthigt hätten, jetzt diese Arbeit zu veröffentlichen, die beigelegten Tafeln durch andere ersetzt worden wären.

Fig. 2. Schnitt senkrecht zur Längsaxe des Körpers aus der distalen Gegend des Schultergürtels und der Extremitätenplatte vom Stad. II, rechte Seite. 140/1.

Ep = Extremitätenplatte;
 H = Hornblatt;
 Hf = Hornfäden;
 M = Muskeln;
 S = Schultergürtel;
 d = dorsale, v = ventrale Körpergegend.

Fig. 3. Schnitt senkrecht zur Fläche der rechten Flosse vom Stad. V.

Ep = Extremitätenplatte;
 Z = Zwischenzone;

Fig. 4. Schnitt senkrecht zur Fläche der rechten Flosse vom Stad. IV. Die dunkler gehaltenen Parteen zwischen den Basalien sind die Zwischenzonen. 37/1.

I, II, III, IV, V = Basalien.

Fig. 5. Darstellung der Bas. III u. IV mit der Zwischenzone (Z) aus dem vorigen Präparate. 260/1.

Fig. 6. Schnitt senkrecht zur Fläche der linken Flosse eines 10 Cm. langen *Scyllium canicula*. 80/1.

R = Radius; Z = Zwischenzone.

Fig. 7. Die mittlere Partie der Extremitätenplatte der Fig. 3. 420/1. Bezeichnung wie dort.

Fig. 8. Schnitt parallel zur Fläche der rechten Flosse aus der distalen Zone des Stad. VIII 70/1.

6, 7, 8, 9 = Centra der primären Knorpelstücke. Die Vorsprünge bei 7 und 8 sind die Durchschnitte der Flossenstrahlen.

Fig. 9. Die Hälfte des Knorpelcentrums 7 der Fig. 8 nebst anliegendem intercellularsubstanzarmen Gewebe 420/1.

Fig. 10. Querschnitt durch den primären (C) und den sekundären (C') Coracoidfortsatz der rechten Seite vom Stad. XI. Die Farbenunterschiede der Knorpelfelder sind zu grell.

Tafel II.

Fig. 1—5 stellen Umrissse von Wachsmoellen dar, die nach der in der Einleitung besprochenen Methode hergestellt wurden. Die Contouren sind mit dem Lucae'schen Zeichenapparate (Archiv f. Anthrop. B. II, Braunschweig 1867, pag. 3) angefertigt worden, indem die Modelle mit ihrer verticalen Axe in der Horizontalebene sich befanden. In den genannten Figuren ist die rechte Schultergürtelhälfte dargestellt worden mit nach links (vom Beschauer aus) gerichtetem proximalem Theil derselben, so dass die mediale resp. dorsale Fläche des genannten Skelettheils vorliegt. Fig. 1, 2, 3 stellen die natürlichen Verhältnisse 50 Mal, Fig. 4 und 5, 25 Mal vergrößert dar. Folgende häufiger sich wiederholende Bezeichnungen haben nachstehende Bedeutung: Co = Coracoid; Col = Coracoidalloch; Pco = Procoracoid; Pcl = Procoracoidalloch; Sc = Scapula; Scl = Scapularloch.

Fig. 1 A. Stad. II. Die Schultergürtelhälfte besteht aus 2 unvereinigten Stücken. Col. giebt die Gegend an, wo das Coracoidalloch sich später bildet.

Fig. 1 B. Zeigt den Modus der Vereinigung der Knorpelstücke, bei welcher dieselbe an dem dorsalen Abschnitte des distalen Knorpels zuerst eintritt.

Fig. 2. Stad. III. Der Strich, welcher das Procoracoid (Pco.) berührt, soll die Stellung der Clavicula zu dem proximalen Rande der Schultergürtelhälfte andeuten. Zwischen der Clavicula und dem genannten Rande ein Gefäßlumen (Gfl.). Die Bezeichnung der Clavicula (Cl.) ist ausgefallen.

Fig. 3. Stad. VII. Der Strich R giebt die Richtung der Rinne an.

Fig. 4. Stad. IX. Das dorsale Ende des Scapulare ist medialwärts umgebogen, was in der Umrisszeichnung nicht hervortritt.

Fig. 5. Stad. XI. U bezeichnet die mediale Umbiegung der Scapularspitze, die in diesem Stadium schon das Maximum erreicht.

Fig. 6. Stad. X. Schnitt senkrecht zur Längsaxe des Körpers in der Gegend des distalen Theils der linken Schultergürtelhälfte. Scapular- (Sc.) und Coracoidalloch (Col.) sind angeschnitten. Statt S ist Sc. zu lesen. U = Umbiegung der Scapularspitze; N = Nerv, der durch das Scapularloch zur Flosse geht; M = Schultermuskeln.

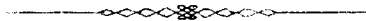
Fig. 7. Schnitt senkrecht zur Längsaxe des Körpers. Die linke Schultergegend eines 22 m.m. langen Cyprinoiden zur Demonstration der Spange (Sp.). Die streifige kurze Scheidewand in dem untersten Theile der Figur zeigt die ventrale Mittellinie des Körpers. Die Medianebene des Körpers würde also in die Verlängerung dieser Scheidewand nach oben fallen. Bezeichnungen wie in der vorigen Figur.

Fig. 8. Stad. XIII. Combination der Bilder, die vermittelt der camera lucida entworfen waren. Schnitte parallel zur Fläche der rechten Flosse. Die Verkleinerung der combinirten Bilder wurde durch den Lucae'schen Zeichenapparat gewonnen. Die Flosse war der Bequemlichkeit wegen in 2 Theile zerlegt worden. I, II, III, IV, V = Basalien. 1—12 primäre Reihe der Knorpelstücke der distalen Zone der Extremitätenplatte.

Fig. 9. Stad. VIII. Rechte Flosse; das Bild auf dieselbe Weise gewonnen wie Fig. 8. Zerlegung der Flosse in 3 Theile. α , β , γ = secundäre proximale Reihe der Knorpelstücke.

Fig. 10. Stad. XIV. Rechte Flosse. In dieser Figur ist die proximale Zone nach den Verhältnissen eines 70 m.m. langen Hechts

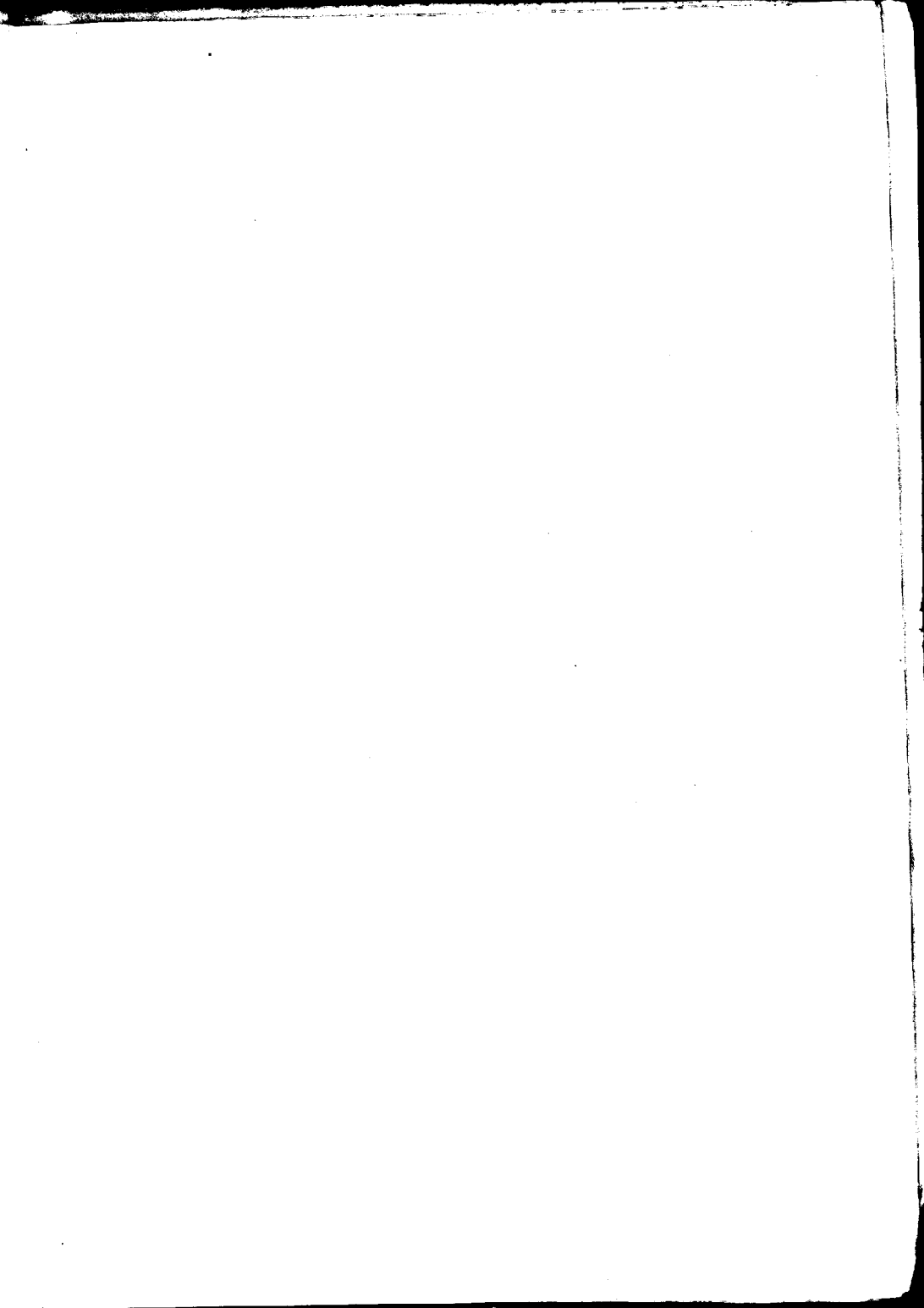
combinirt worden, während die distale Zone einer Flosse vom Stad. XIV angehört. Die Lagerung der Knorpelstücke in Bezug auf die distalen Enden der Basalien entspricht genau den Verhältnissen wie sie im Stad. XIV sich finden. 1—10 primäre Reihe; a, b, c, d, e = secundäre distale Reihe. In der Figur ist die letztgenannte Reihe durch ein Versehen des Lithographen so gezeichnet, als wenn sie eine Fortsetzung der primären wäre. Man hat sich die Grössenabnahme von a, b, c in Bezug auf Knorpelstück 10 viel plötzlicher zu denken. Die Grössenverhältnisse der 3 letzten Figuren sind sehr verschieden. Bas. I und Knorpelstück 1 sind verbunden dargestellt.

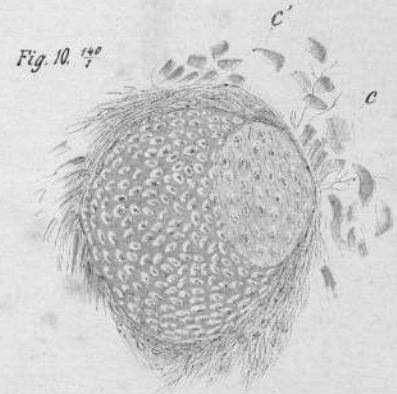
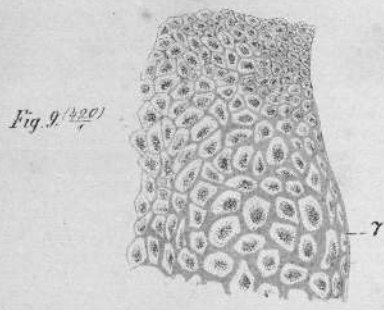
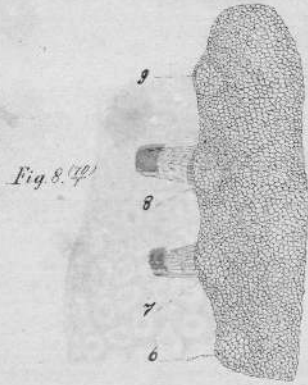
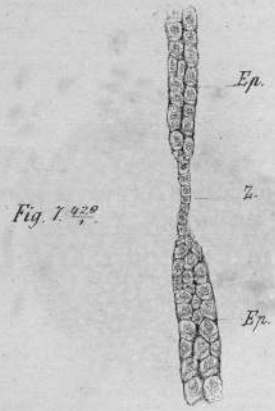
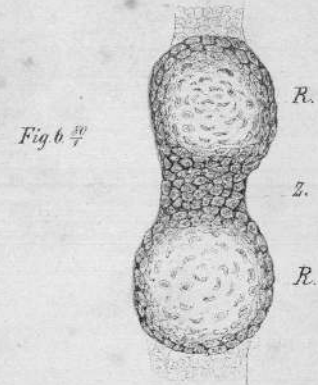
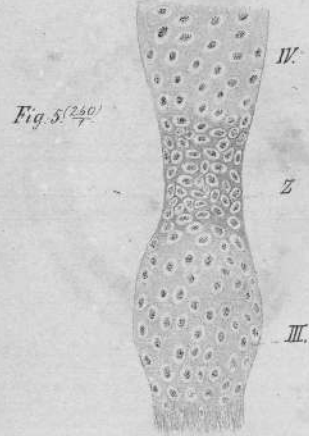
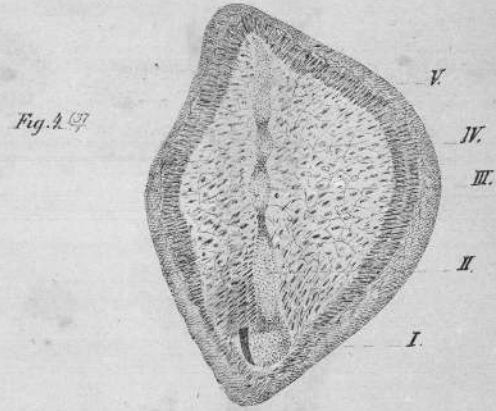
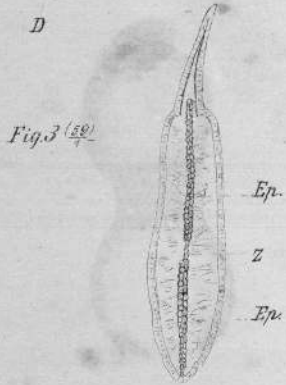
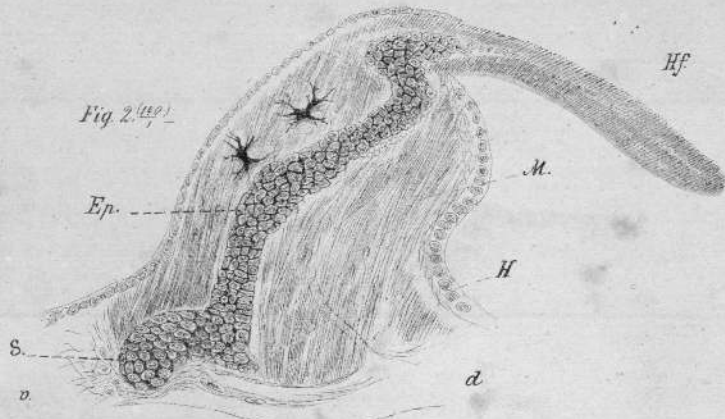
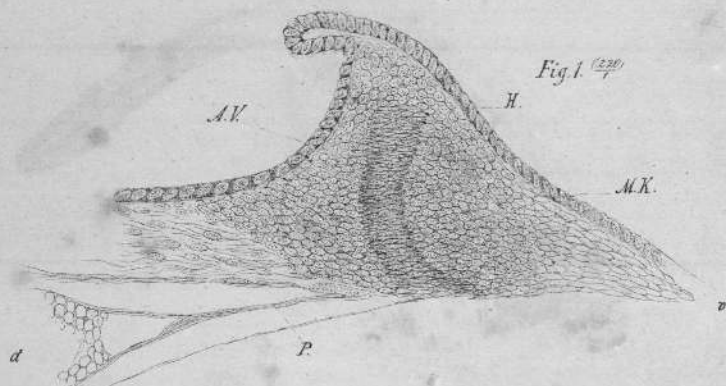


Thesen.

1. Die Urform des Gliedmassensskelets der Wirbelthiere ist eine einheitliche, nicht gegliederte Gewebsplatte.
 2. Die Ansicht, nach welcher die hintere Extremität der Fische der übrigen Wirbelthiere nicht homolog ist, darf als unbegründet bezeichnet werden.
 3. Zwischen den paarigen und unpaarigen Flossen der Fische besteht keine Homodynamie.
 4. Es wird sich nachweisen lassen, dass den meisten Teleostiern ein Coracoidalfortsatz als transitorisches Gebilde zukommt.
 5. Bei fluctuirenden Inguinalbubonen ist der Priessnitz'sche Umschlag der Incision vorzuziehen.
 6. Saturirte Jodoformcollodiumlösung verdient bei Erysipelas angewandt zu werden.
 7. Die Darreichung von Medicamenten in Gelatinecapseln ist zu verwerfen.
 8. Die Thatsache, dass der Bau der Organismen ohne die Kenntniss der Entwicklungsgeschichte unverständlich bleiben muss, wird noch nicht hinreichend beachtet.
-







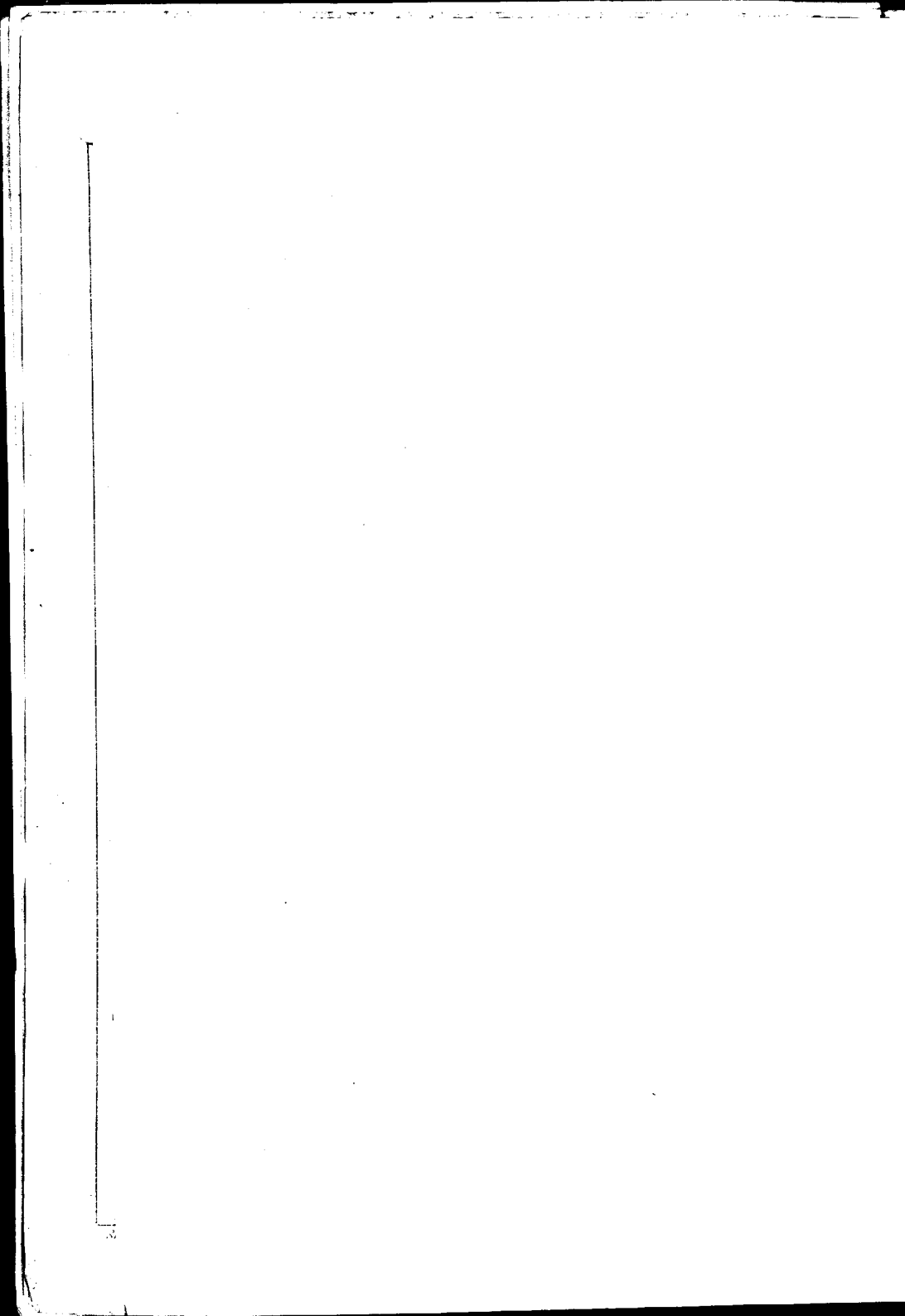




Fig. 1. (50/)

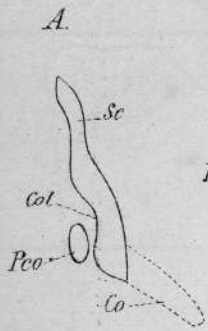


Fig. 2. (50/)

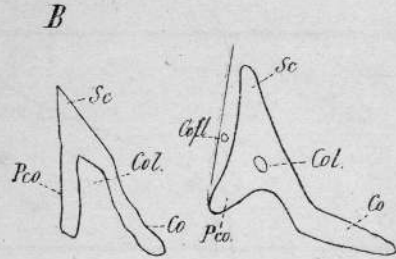


Fig. 3. (50/)

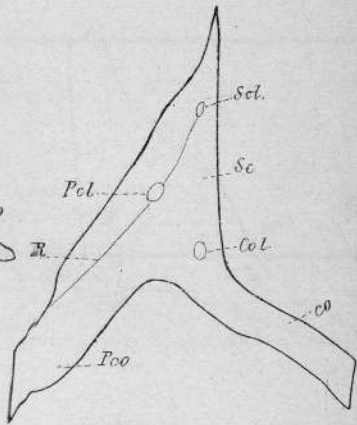


Fig. 4. (25/)

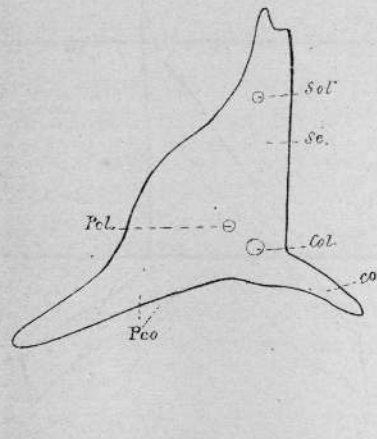


Fig. 5. (25/)

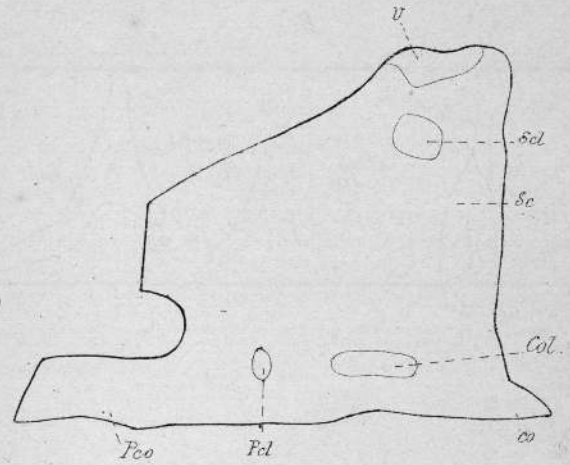


Fig. 6. (50/)

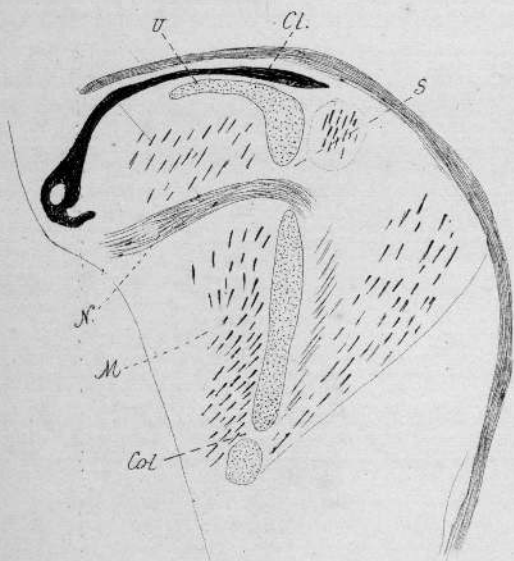


Fig. 7. (50/)

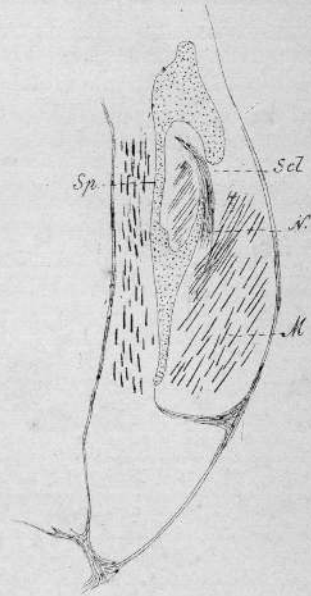


Fig. 8.

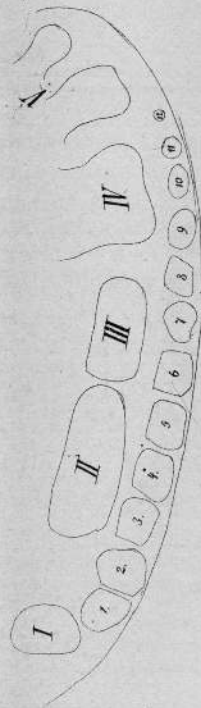


Fig. 9.

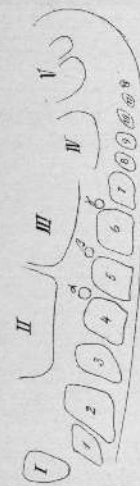
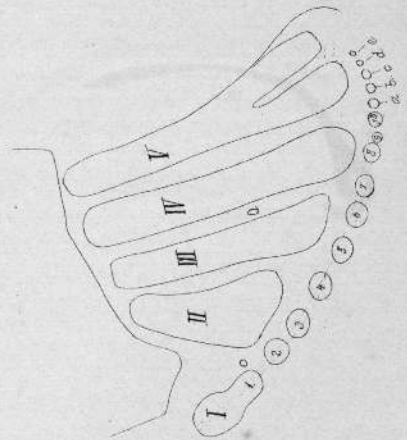
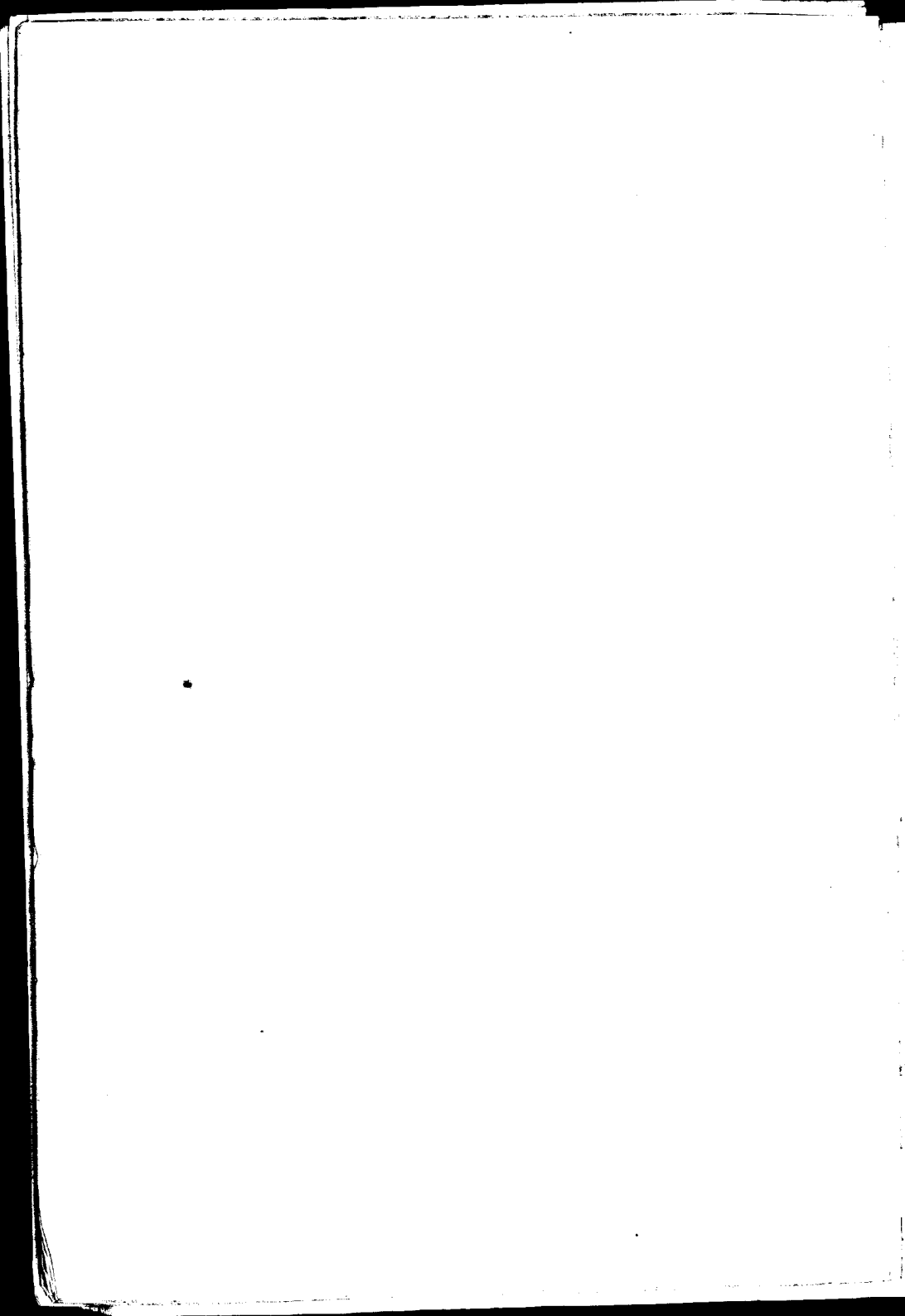
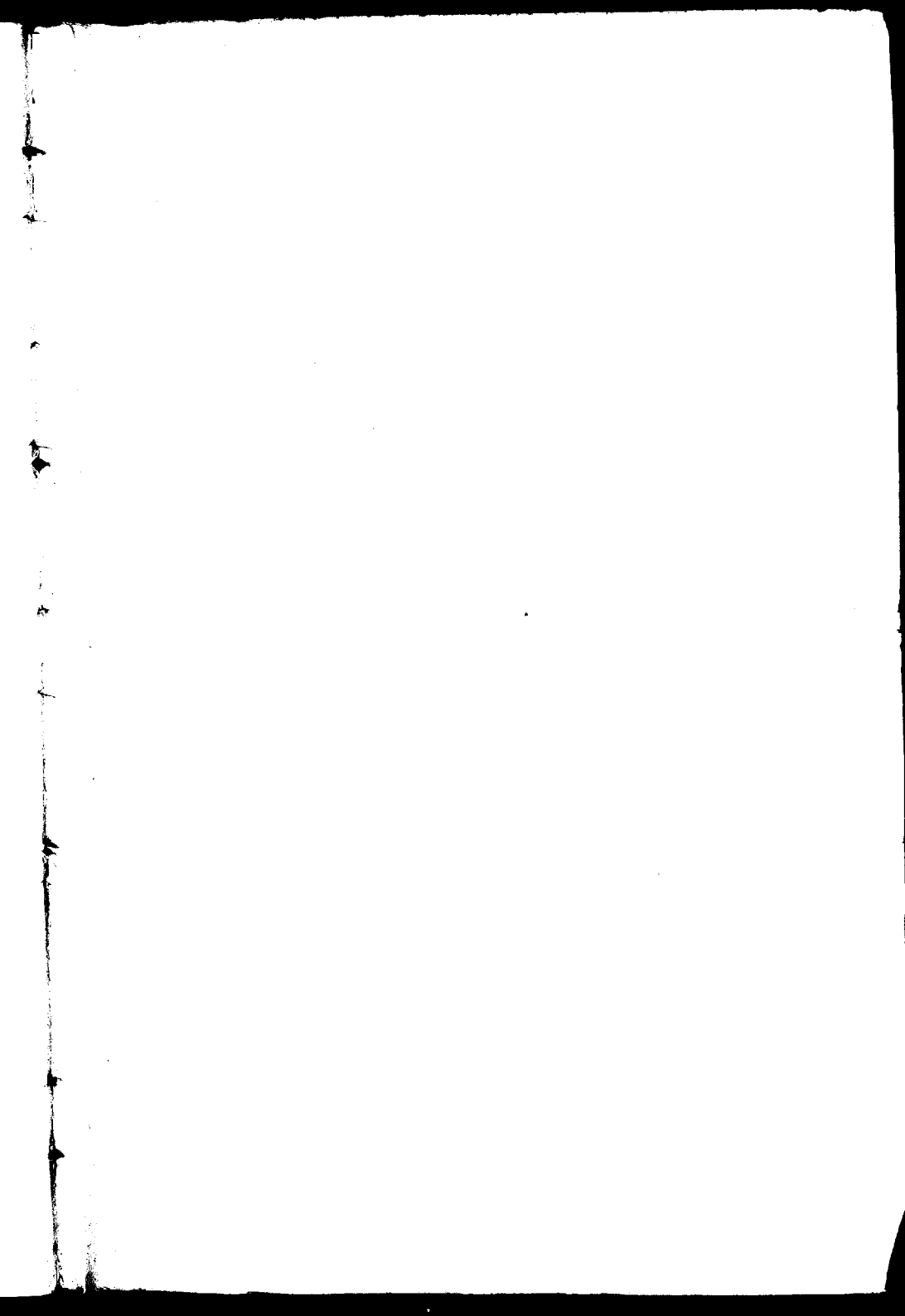


Fig. 10.









14817

12485