

Die Copulationsorgane der Plagiostomen.

Von

Dr. Karl Robert Petri
aus Schässburg in Siebenbürgen.

Mit Tafel XVI—XVIII.

Trotz des merkwürdigen Baues und der Umbildung, welche die Bauchflossen der männlichen Selachier zeigen, giebt es bis jetzt nur wenige Arbeiten, welche sich auf eine genauere und eingehendere Untersuchung dieser sonderbaren Organe eingelassen hätten. Der Grund dafür ist vielleicht darin zu suchen, dass man erstens nicht leicht und zu jeder Zeit des betreffenden Materials habhaft werden kann, dass man ferner die Beobachtung an lebenden Thieren als den einzig möglichen Weg, eine definitive Erklärung der räthselhaften Function dieser Organe zu erlangen, betrachtete, dass endlich vielleicht auch der Gegenstand für nicht wichtig genug gehalten wurde, um ihn einer genauern Untersuchung zu würdigen und man sich mit dem begnügte, was man bereits darüber wusste, oder zu wissen meinte.

Wenn nun zwar die aus den Resultaten anatomischer Untersuchung und Vergleichung gezogenen Schlüsse über die Function dieser Organe immer noch der Bestätigung durch die Beobachtung am lebenden Thiere bedürfen, so ist es doch immerhin möglich, sich auch auf rein wissenschaftlich-theoretischem Wege wenigstens eine annähernde Gewissheit zu verschaffen, indem man seine Untersuchungen auf eine möglichst grosse Anzahl von Arten und Gattungen erstreckt, und dann auf inductivem Wege zu einem allgemeinen Gesetze zu gelangen sucht. Da mir keine Gelegenheit geboten war, den zuweilen viel einfachern und praktischern Weg unmittelbarer Beobachtung einzuschlagen, so blieb mir eben nichts anders übrig, als auf dem Wege wissenschaftlicher Induction vermittelt anatomischer Untersuchung zu einem Resultate zu gelangen, zu welchem Zwecke ich Alles herbeigezogen und benützt

habe, was mir irgend von Werth zur Erreichung des Zieles zu sein schien. Ich habe mir Mühe gegeben nach bestem Wissen und Können die Frage über die Art der Function dieses Organs einen Schritt der Entscheidung näher zu bringen, und wenn dies mir nicht gelungen ist, so ist lediglich meiner Unerfahrenheit und der Schwierigkeit des Untersuchungsobjectes die Schuld zuzuschreiben. Ich habe bloß das, was ich mit eigenen Augen gesehen habe, und wovon ich selber überzeugt bin, mitgetheilt. Alle Abweichung von dem wahren Sachverhalt habe ich, soweit dies in meinem Vermögen stand, vermieden. Herrn Professor LEUCKART, in dessen Laboratorium ich die Arbeit begonnen und vollendet habe, verdanke ich manchen werthvollen Wink, den er mir aus seinem reichen Erfahrungsschatze zu Theil werden liess, und der mich oft erst auf den rechten Weg brachte, oder in einer Annahme bestärkte. Ihm vor allem fühle ich mich verpflichtet für die Zuverlässigkeit, mit welcher er meine Arbeit zu fördern suchte. Herrn Professor CLAUS in Wien statue ich hiermit ebenfalls meinen innigsten Dank ab für die Freundlichkeit, mit der er mir die Uebersendung von frischem Material vermittelte, ebenso Herrn Dr. GRÄFFE in Triest für die Uebersendung desselben.

Literatur.

Die ältesten Arbeiten über die merkwürdigen Organe der Plagiostomen, welche mir vorliegen, sind die von Dr. ELIESER BLOCH¹⁾ aus dem Jahre 1785 und 1788. In seiner älteren Arbeit untersucht er *Raja clavata* in Bezug auf diese »vermeintlichen Anhänge«. Er stellt gleich am Anfange die Behauptung auf, dass diese »Anhänge« wegen ihrer doppelten Anzahl und ihrer scheinbar zweckentsprechenden Gliederung nur zum Umfassen und Festhalten des Weibchens bei der Begattung dienen könnten, ähnlich wie bei den höhern Wirbelthieren die Vorderfüsse dieses Geschäft verrichteten, weswegen er sie auch als Füße bezeichne, dass sie aber durchaus nicht als männliche Glieder fungiren könnten. Er kommt zu dieser Annahme auf dem Wege einer scheinbaren Analogie. Er findet im Flossenstamme, den Basalia und ihrer Fortsetzung, Aehnlichkeit mit gewissen Knochen der Extremitäten höherer Wirbelthiere, und identificirt sie auch gleich mit denselben, ohne dabei die Flossenstrahlen weiter zu berücksichtigen; sogar dieselbe Nomenclatur sucht er dabei durchzuführen. In dem terminalen Knorpelcomplex seiner »Füße« sieht er modificirte Phalangen,

1) Dr. ELIESER BLOCH: 1. »Von den vermeintlichen doppelten Zeugungsgliedern der Rochen und Haie«. Untersuchung am Nagelrochen (*Raja clavata*). 1785. 2. »Von den vermeinten männlichen Gliedern des Dornhaies (*Squalus Acanthias*)«. 1788. Schriften der Gesellschaft n. fr. zu Berlin. Bd. VI u. VII.

welche zu keinem andern Zwecke gerade so complicirt geschaffen sein könnten, als zum Greifen. Ferner theilt er die »Anhängé«, wie er sie gewöhnlich nennt, in einen obern, mittlern und untern Abschnitt, welche Eintheilung jedoch nicht so gerechtfertigt ist, als es bei *Raja clavata* gerade den Anschein hat, indem sie sich nicht an allen Organen in derselben Art durchführen lässt. Im Ganzen zählt BLOCH 41 Knorpel, wovon er 4 dem obern Abschnitt, 2 dem mittlern und 5 dem Endabschnitt des »vermeintlichen Anhangs« zutheilt. Wie sich später herausstellen wird, ist diese Angabe falsch. Wenn man nämlich, wie BLOCH rechnet, und vom Beckengürtel (exclusive) zählt, so erhält man in der That 43 Knorpelstücke. Von der Drüse sagt er einfach, dass sie eine klebrige Feuchtigkeit absondere, welche dazu diene, zu verhindern, dass beim Greifen und Anklammern weder der »Fuss« des Männchens noch der Körper des Weibchens verwundet werde. BLOCH denkt sich die Art und Weise des Greifens folgendermassen: Das Männchen drückt die »Füsse«, nachdem dieselben zuvor ausgebreitet worden, fest an den Körper des Weibchens; hierauf lassen die Muskeln nach, und die einzelnen Knorpelstückchen klammern sich, durch die Elasticität der sie verbindenden Häute und Membranen und durch ihre eigene Schnellkraft zusammengezogen, an dem Körper des Weibchens an. Auf diese Art ist es dem Männchen nun möglich das Weibchen so nahe wie möglich an sich heranzuziehen und die Uebertragung des Samens von Kloake zu Kloake zu bewerkstelligen. Diese Hypothese, wie ich es nennen will, hat von vornherein etwas sehr verlockendes. Doch ist schon von CUVIER auf einen Mangel derselben aufmerksam gemacht worden, nämlich den, dass ein energisches Greifen wegen des Fehlens der dazu nöthigen Muskulatur gar nicht denkbar ist. Ferner habe ich besonders bei den Scyllien alle jene anatomischen Bedingungen vermisst, welche überhaupt ein Greifen ermöglichen und auch das »Greiforgan« der Spinaces hat keine zu einer derartigen Function geeignete Beschaffenheit.

In seiner zweiten Arbeit über den Dornhai begeht BLOCH wie in der ersten vor allem den Fehler der Identificirung eines bestimmten Theils der Flosse mit der hintern Extremität der höhern Wirbelthiere. Ausserdem lässt er zwei Knorpelstücke, von denen das eine in der Stammreihe der Flosse hinter dem ersten Gliede des Stammes, das andere lateral von diesem gelegen ist, unbeachtet, obgleich beide morphologisch von grösster Wichtigkeit sind. Er findet seine Annahme, dass dieser »Anhang« als Greiforgan fungire, auch beim Dornhai bestätigt.

Auf ein weiteres Detail der Bloch'schen Untersuchungen einzugehen, halte ich hier für überflüssig, da ich ohnedem noch später auf Einzelnes zurückkommen werde.

CUVIER¹⁾ in seiner vergleichenden Anatomie giebt eine, wie mir scheint, bloß auf Untersuchungen Anderer gestützte Beschreibung der Haftorgane des Nagelrochen. Er zählt ganz richtig 13 Knorpelstücke, nur erhält er diese Summe auf falschem Wege. Anstatt 4 Knorpel im ersten Abschnitt zu zählen, theilt er diesem nur 3 zu, indem er den vierten Knorpel, welcher dorsal dem dritten Knorpel der Stammreihe aufliegt, unberücksichtigt läßt, dagegen findet er im dritten Abschnitt 7 Knorpel, welche Zahl ich auf keine Weise herausbringen kann. Die Beschreibung der Drüse beschränkt sich wie bei BLOCH bloß auf das Wenige bereits angeführte. Die Frage über die Function läßt er unentschieden, weil sowohl in Betreff der Ansicht BLOCH's, als auch der GEOFFROY's, dass diese Organe zum Kitzeln des Weibchens durch Einschieben in die Kloake dienten, bedeutende Gründe für und wider sprächen. Dass sie jedoch als Schwimmapparate jedenfalls mit benutzt werden könnten, glaubt er durch das Vorhandensein eines »Niederziehermuskels«, zugleich des stärksten der Flossenmuskulatur bewiesen.

Professor MAYER²⁾ in Bonn will auf Grund der CUVIER'schen Anordnung »der Organe des Festhaltens« eine Homologie finden zwischen den Copulationsorganen der Plagiostomen, den Copulationsfüßchen der Crustaceen, den Daumenwülsten bei den Fröschen, dem Sporn bei den Schnabelthieren etc. und auf Grund dieser Homologie auch die Function dieser Organe allesammt identificiren. Das Männchen der Selachier bringe nämlich, wie dies auch bei den Crustaceen der Fall sei, den »Anhang« zunächst an seine Kloake, in welche die Samenleiter ausmünden; durch einen *Musculus flexor* werde der Halbcanal des Anhangs sodann der Länge nach geöffnet, so dass das Sperma in denselben eintreten könne, und endlich würden durch einen dritten Muskel die einzelnen Knorpelstückchen auseinander gebreitet. Hierauf legten sich beide Anhänge mit ihren beiden halboffenen Canälen und ihren ausgebreiteten Enden derart aneinander, dass die beiden Halbcanäle sich zusammen zu einem geschlossenen Canale vereinigten, die ausgebreiteten Enden sich kelchartig um den After des Weibchens lagerten und so eine Uebertragung des Samens ermöglichten, ohne dass bei der Action ein Einschieben der Anhänge in die Vagina nöthig sei. Zu dieser Auseinandersetzung wäre eigentlich gar nichts weiter zu sagen, als

1) CUVIER: »Vorlesungen über vergleichende Anatomie«, übersetzt und mit Anmerkungen und Zusätzen versehen von J. F. MECKEL. 1840. Thl. IV.

2) MAYER: »Ueber die Bedeutung der fußförmigen Anhänge bei Rochen und Haien und ihr Wiedervorkommen bei niedern Thieren.« Notizen aus dem Gebiete der Natur- und Heilkunde von FROBIEP. Bd. 40, No. 376. 1834.

dass sie sehr willkürlich, zwar schön gedacht, aber nicht brauchbar sei. Die ganze Hypothese scheint aus einer mangelhaften Kenntniss der Copulationsorgane hervorgegangen zu sein. Vor allem ist es nicht gut möglich, eine nähere Beziehung dieser Organe zwischen den verschiedenen Thiergruppen, wie er sie namentlich aufführt, nachzuweisen, weder in morphologischer noch in ontogenetischer Beziehung. Ferner ist eine Uebertragung des Samens vermittelt dieser »Anhänge« gar nicht denkbar, indem erstens der Canal an beiden Flossen sich an der lateralen Seite der Organe, höchstens etwas auf die dorsale Fläche gerückt, befindet, so dass eine Vereinigung der beiden Halbeanäle zu einem geschlossenen Canal nicht gut möglich ist. Zweitens lassen sich die verkalkten Knorpel, welche die Wände des Canals bilden, vermöge ihrer Steifheit und festen Verbindung mit dem Stamme dieses Flossentheils weder weiter öffnen noch schliessen, wenn auch die dazu nöthige Muskulatur vorhanden wäre, was aber nicht der Fall ist. Ich versuchte bei *Raja clavata*, an welcher Professor MAYER seine Untersuchung gemacht hat, den schmalen Spalt dieses Canals etwas zu erweitern, doch konnte dieses selbst bei grösserm Kraftaufwand nicht geschehen, ohne die den Canal bildenden Knorpel dabei abzubbrechen. Unbestreitbar kann dieser Canal nur allein zur Leitung des Secretes der Drüse dieses Organs dienen. Er steht in gar keinem Zusammenhang mit den Geschlechtsorganen.

Die drei hier angeführten Arbeiten, die zweite Arbeit BLOCH's »über den Dornhai« nicht gerechnet, beschränken sich auf die Untersuchung des complicirten Copulationsorgans von *Raja clavata* und aus diesem einen Falle wollen sie allgemeine Schlüsse ziehen; dass dabei sehr einseitige Ansichten zum Vorschein kommen liegt auf der Hand. Ein anderer Fehler, welcher ebenfalls allen diesen Arbeiten zukommt, betrifft die morphologische Auffassung der Organe. Anstatt in dieser Gestaltung der Selachierflosse einfach eine Modification zu erkennen, und sie auf eine einfachere Flossenbildung, auf einen Flossentypus zurückzuführen, suchen die Einen darin eine Aehnlichkeit oder gar Homologie mit den Extremitäten höherer Wirbelthiere, der Andere stellt andere falsche Homologien auf, welche gar keinen entwicklungsgeschichtlichen Hintergrund haben. Allerdings konnte eine Zurückführung auf eine einfachere Form nur auf Grundlage einer Entwicklungstheorie, welche solche Modificationen als Folge der Anpassung an gewisse Lebensbedingungen oder Functionen erklärt, Platz greifen; doch eine solche Auffassung lag wenigstens zur Zeit BLOCH's und CUVIER's noch viel zu weit ab; man hing noch zu sehr an den überlieferten Vorstellungen.

Von neuern Arbeiten, welche dies Thema ausführlicher behandeln,

ist mir nur die von Professor GEGENBAUR¹⁾ bekannt. GEGENBAUR behauptet in dieser Arbeit unter anderm, dass er bei *Scyllium* die Copulationsorgane in der einfachsten Form gefunden habe; etwas complicirter seien sie zwar bei *Raja* (?); das complicirteste Organ jedoch besitze *Acanthias* (*vulgaris*). Nach seinem Befunde ist der ganze Complex von Knorpeln und Hautverbindungen bei *Raja* nicht vorhanden; es beschränkt sich das ganze Organ auf einen Knorpelstab, einer Verlängerung der Stammreihe, welche an der lateralen Seite eine rinnenförmige Conca-vität zeigt und Träger einer ziemlichen Masse von Weichtheilen ist. Diese Angaben müssen jedenfalls als unrichtig zurückgewiesen werden, weil sie der Thatsache des ausgebildeten Organs widersprechen, und wie Herr Professor GEGENBAUR mir brieflich mittheilte, ist er selber bereits von dieser irrthümlichen Ansicht abgekommen, ohne aber bis jetzt Gelegenheit gehabt zu haben, eine Correctur derselben zu geben. Die Angaben, welche er macht, sind aber doch nicht so falsch, als es den Anschein hat. Ich glaube nämlich entdeckt zu haben, dass bei den Organen jüngerer Thiere, bevor letztere ein gewisses Alter erreicht haben, welches wahrscheinlich mit der vollkommenen Geschlechtsreife zusammenfällt, eine Anzahl dieser Knorpel nur in Form von hautartigen Lamellen existirt, dass die Bildung des Knorpels erst allmählig vor sich geht und gleichsam verschiedene Stadien durchmacht, bevor das Organ seine völlige Ausbildung erreicht. Wenn man nun solch unentwickeltes Organ untersucht, mag dasselbe allerdings einfacher erscheinen, als es bei vollkommen ausgebildeten Thieren der Fall ist. Ich habe selber einige derartige Bauchflossen untersucht, eine von einem Rochen, andere von *Acanthias vulgaris*, und zwar von letzterem aus verschiedenen Stadien, und durch Vergleichung mit dem Befund bei älteren Thieren meine Annahme bestätigt gefunden. Von grosser Wichtigkeit ist diese Beobachtung für die morphologische Betrachtung dieser Organe. Darauf komme ich übrigens in einem spätern Abschnitte noch einmal zu sprechen.

Der eben erwähnte Umstand scheint Herrn Professor GEGENBAUR irregeführt zu haben. Die Beschreibung, die er von *Acanthias* giebt, stimmt vollkommen mit meinem Befunde beim ausgewachsenen Thiere überein.

Ausser dieser mehr die morphologischen Beziehungen der Copulationsorgane behandelnden Arbeit von GEGENBAUR wären noch zu er-

1) GEGENBAUR: »Ueber die Modificationen des Skelets der Hintergliedmassen bei den Männchen der Selachier und Chimaeren.« *Jenaische Zeitschrift* Bd. V. 1870.

wählen die allgemeinen Bemerkungen, welche STANNIUS¹⁾ in seiner vergleichenden Anatomie giebt. Er bezeichnet die Organe der Plagiostomen als Hilfsorgane, welche wahrscheinlich bei der Begattung zur Uebertragung des Sperma durch Einschieben in die weiblichen Geschlechtstheile dienen. Er giebt ganz richtig die Anzahl der Knorpel mit MAYER auf 13 an bei Raja, nur unterlässt er dabei, ebenso wie seine Vorgänger, zu bemerken, dass davon drei Knorpel mindestens sich nicht an der Constituierung dieser Organe betheiligen, sondern als Basalia der Flossenstrahlen anzusehen sind. Von dem Canal, welcher als Ausführungsgang für die Drüse des Organs dient, sagt er, wahrscheinlich auf erwähnte Arbeit von MAYER gestützt, dass derselbe erweiterungsfähig sei, was durchaus nicht der Fall ist. Seine Angaben über die Drüse sind sehr ungenau und zum Theil unrichtig. Er giebt an, dass sie von einer quergestreiften Muskellage umhüllt sei und aus weiten geraden Schläuchen bestehe, welche mit zahlreichen Oeffnungen in die Rinne des Organs münden. Dass eine quergestreifte Muskelhülle vorhanden ist, ist richtig; die Schläuche jedoch sind nicht gerade, sondern verzweigt und es mündet immer je ein Bündel von Schläuchen in einem Ausführungszäpfchen. Näheres über die Art der Function giebt er nicht an und lehnt sich überhaupt mit seinen Angaben an die Arbeiten von MAYER und LEYDIG²⁾. Doch sind auch die histologischen Aufschlüsse, welche Lützterer über die Drüse des Zitterrochen giebt, ziemlich dürftig. Die Drüse, welche er vor sich hatte, maass 4,5 Zoll. Er beschreibt sie als wurstförmig, von innen nach aussen sich verschmächtigend, mit etwa 60 in einer Längslinie in der gegen das Begattungsorgan gerichteten Rinne befindlichen Ausführungsöffnungen; ferner bestehe sie aus einfachen, schon mit freiem Auge sichtbaren, mit ihrem offenen Ende gegen die Ausführungsöffnungen, mit ihrem blinden Ende gegen die Peripherie gerichteten Schläuchen und scheide ein milchweisses, fettigglänzendes Secret aus, welches durch Natron causticum in eine blasse feinkörnige Masse mit hellen Kernen umgewandelt werde. Er schreibt den Haftorganen, wie er sie zuerst nennt, die Function der Uebertragung des Samens in die weiblichen Geschlechtstheile zu, wobei vielleicht das Secret dieser Drüse eine die Samenmasse schützende oder einhüllende Rolle spiele.

LEYDIG begeht den Fehler, den ich bereits in der etwas jüngern Arbeit STANNIUS' berücksichtigt habe, die Drüse aus einfachen Schläuchen

1) Dr. HERMANN STANNIUS: »Handbuch der vergleichenden Anatomie.« II. Aufl. Berlin 1854. II. Theil p. 278.

2) Dr. FRANZ LEYDIG: »Beiträge zur mikroskopischen Anatomie und Entwicklungsgeschichte der Rochen und Haie.« Leipzig 1852.

bestehen zu lassen. STANNIUS scheint ausserdem noch eine andere richtige Angabe LEYDIG's, nämlich die, dass die Schläuche mit etwa 60 in einer Längslinie in der gegen das Begattungsorgan gerichteten Rinne befindlichen Ausführungsöffnungen ausmünden, missverstanden zu haben. Er versteht unter dieser Rinne den äussern Canal des Organs, welcher sich an der lateralen Seite hinzieht, was durchaus falsch ist, da mit dieser Rinne eine Furche gemeint ist, welche sich auf der ventralen Seite der Drüse selbst in deren Längsrichtung hinzieht. Die Ansicht LEYDIG's, dass das Secret dieser Drüse der Samenmasse als schützende Hülle beigemischt werde, scheint mir nicht wahrscheinlich, vielmehr glaube ich, wie ich später ausführlicher darstellen werde, dass die Function der Drüse bloss auf die Einsalbung der äussern Oberfläche der Copulationsorgane beschränkt ist, worauf auch die eigenthümliche beim Gerinnen talgartige Beschaffenheit des Secretes hinweist.

Eine vergleichende Anatomie der Copulationsorgane der Selachier endlich ist von L. AGASSIZ geliefert; doch muss ich mich mit dem Hinweis auf deren Vorhandensein begnügen, da ich nicht in den Besitz derselben gelangen konnte.

Zur Bestimmung der von mir untersuchten Species gebrauchte ich MÜLLER und HENLE's ¹⁾ Werk über die Plagiostomen.

Nomenclatur der Copulationsorgane.

Zunächst will ich versuchen, diese sonderbaren Modificationen der Bauchflossen, wie sie allen männlichen Selachiern zukommen, mit einem festen passenden Namen zu versehen, da dieselben einen solchen eigentlich noch nicht besitzen. BLOCH nennt sie Fuss oder Hand, welche zum Greifen dient, bedient sich auch häufig der Bezeichnung »Anhänge«. Bei CUVIER finden sich diese Organe aufgezählt unter den Organen des Festhaltens; in der weitem Ausführung nennt er sie auch Nebenglieder, sonst aber vermeidet er jede speciellere Bezeichnung, weil die Function, auf Grund deren eine Benennung am geeignetsten gegeben werden kann, noch ganz und gar zweifelhaft sei. MAYER versucht zwar einen Nachweis der Function, scheint sich aber selber etwas unklar gewesen zu sein und wendet so ziemlich die Bezeichnungen an, die wir auch bei BLOCH und den spätern finden, also Fuss, fussförmige Anhänge, Geschlechtsfuss, sogar Penis. MONRO ²⁾ nennt sie in seiner vergleichenden Anatomie Zeugungsglieder. STANNIUS bezeichnet sie mit LEYDIG im

1) MÜLLER und HENLE: »System der Plagiostomen.« Leipzig 1852.

2) ALEXANDER MONRO: »Vergleichung des Baues und der Physiologie der Fische mit dem Baue des Menschen und der übrigen Thiere.« Aus dem Englischen übersetzt durch JOH. GOTTL. SCHNEIDER. Leipzig 1787.

Anschluss an CUVIER als Haftorgane. GEGENBAUR endlich beschränkt sich darauf, dieselben unter dem allgemeinen Titel von »Modificationen der Hintergliedmassen« zusammen zu fassen. Am wenigsten berechnigt finde ich die Bezeichnung als fussförmige Anhänge oder als Anhänge überhaupt, da wir es hier durchaus nicht mit Anhängen zu thun haben, sondern mit Modificationen wesentlicher Theile der Bauchflossen. Der Name Nebenglieder muss unter derselben Voraussetzung fallen, wäre übrigens auch zu allgemein und zu wenig bezeichnend. Unmotivirt finde ich die Benennung als Zeugungsglieder, da mit ziemlicher Bestimmtheit behauptet werden kann, dass sie nicht zur Uebertragung des Samens dienen, ausserdem mit den Geschlechtsorganen in gar keinem weder innern noch äussern Zusammenhang stehen. Als Fuss im Allgemeinen könnte man sie noch am ehesten bezeichnen, wenn der Bezeichnung blos gleichsam ein morphologisches Symbol zu Grunde gelegt wird, als Theil eines den hintern Extremitäten höherer Wirbelthiere homologen Organs, wobei natürlich jede Identificirung speciell der Copulationsorgane mit dem entsprechenden Organ höherer Wirbelthiere zu vermeiden wäre. Weniger passend finde ich den Namen Geschlechtssuss, da noch zu wenig über die Function constatirt ist, als dass man diesen Namen anwenden könnte. Uebrigens ist sogar die Behauptung aufgestellt worden¹⁾, dass nicht einmal den Männchen allein solche Organe zuzuschreiben sind, sondern dass sie auch an Weibchen beobachtet wären; füglich könnten sie also auch nicht durchweg zur Bezeichnung des Geschlechtes dienen.

Ich habe es nun als für am geeignetsten gehalten, diese Organe als Pterygopodien oder Flossenfüsse zu bezeichnen, d. h. als Theil der Bauchflosse, welcher im Zusammenhang mit den übrigen Theilen derselben ein der hintern Extremität der höhern Wirbelthiere homologes Organ repräsentirt. Die Bezeichnung beruht also auf der morphologischen Zugehörigkeit des Organs und auf der Möglichkeit, dasselbe im Zusammenhang mit der übrigen Flosse als Modification des Gliedmassenskelets bei den Selachiern auf den Grundtypus der Wirbelthierextremität, das biseriale Archipterygium, zurückzuführen, weil eine Bezeichnung auf Grund einer muthmasslichen Function zu wenig Garantie bietet und man Gefahr läuft, dass eine solche nicht oder zu wenig dem Wesen dessen, was es eigentlich bezeichnen soll, entsprechen könnte. Ich habe den Namen fernerhin gewählt, weil er mir auch bezeichnend schien. Wenn man früher von Anhängen, fussförmigen Anhängen, Haftorganen, Zeugungsgliedern, Nebengliedern, vielleicht sogar

1) MÜLLER und HENLE l. c.

Penis sprach, hatte man gar keine Vorstellung von dem eigentlichen Wesen des Objects, wohin es zuzurechnen und wo es zu suchen sei. Wenn diese Benennung auch keinen Anspruch erhebt auf eine durchgreifende, allgemeine Gültigkeit, so erfüllt sie doch vorläufig ihre Aufgabe, indem sie nämlich erstens wenigstens nichts Falsches aussagt und zweitens in praktischer Hinsicht den Vortheil einer festen Bezeichnungsweise bietet, welcher nicht zu unterschätzen ist.

Als Pterygopodien bezeichne ich demgemäss den hintern modificirten Theil der Flosse, welcher gewöhnlich da beginnt, wo der laterale Besatz normal gebildeter Flossenstrahlen aufhört. Ausgeschlossen bleibt also das Basale des Flossenstammes mit seinen Gliedern, welche die früheren Beobachter bis auf STANNIUS zu diesem »Anhange« rechneten und als obern Theil desselben bezeichneten. Das Pterygopodium selber könnte dann noch eingetheilt werden in zwei Abschnitte, von denen der vordere, dem mittlern Abschnitte Blocq's entsprechend, vom Beginn der Pterygopodienrinne bis zur Erweiterung derselben in die offene Grube, oder anders ausgedrückt, bis zur Stelle, wo der Besatz beweglicher Knorpel beginnt, ginge, während der hintere, der dritte Abschnitt Blocq's, durch diesen Complex beweglicher Knorpel selber dargestellt würde. Doch eine solche Eintheilung am Pterygopodium durchzuführen, finde ich nur insofern als zulässig, als dasselbe als ein Organ von bestimmter Function in seiner Vollendung für sich betrachtet wird. Sobald es sich aber um das morphologische Verhältniss überhaupt handelt, ist jedenfalls jede derartige Eintheilung bei Seite zu setzen, da dann das Pterygopodium nur im Verein mit der Flosse als ein Ganzes betrachtet werden kann.

Allgemeine Beschreibung der Pterygopodien.

Um Irrungen zu vermeiden bemerke ich, dass ich bei meiner Betrachtung das Thier auf der ventralen Fläche liegend denke und zwar mit dem oralen Pole von mir abgewandt, so dass die Körperachse senkrecht auf mich zu läuft. Mit Rücksicht hierauf bezeichne ich als rechte Flosse diejenige, welche mir rechts liegt, und als linke die meiner linken Seite entsprechende Flosse. Als dorsalen Theil ferner die Fläche der Flosse, welche dem Bauche anliegt und der Rückenfläche des Körpers entspricht, und als ventrale die dieser entgegengesetzte Fläche. Lateral nenne ich die nach aussen liegenden Seiten der Flossen, resp. die rechte Seite der rechten Flosse und die linke Seite der linken Flosse, medial die der Mittellinie des Thieres zugekehrten Seiten der Flosse.

Als vorn und hinten bezeichne ich die bezüglich dem oralen und aboralen Pole entsprechenden Theile der Flosse.

Die äussere Form der Pterygopodien ist ebenso mannigfaltig wie die Arten der Plagiostomen und wie die Grösse derselben. Nach MÜLLER und HENLE soll die Grösse sogar bei gleich grossen Exemplaren derselben Gattung verschieden sein können. Zwei wesentliche Momente, welche jedoch allen diesen Organen zukommen, sind erstens ein halb-offener Canal, welcher sich immer an der lateralen Seite oder nahe derselben etwas dorsal hinzieht, durch das Vorhandensein einer Drüse bedingt ist und zur Beförderung des Secretes derselben dient; zweitens eine variirende Anzahl von beweglichen Knorpelstückchen, welche eine Dilatation des Pterygopodium ermöglichen. Im gewöhnlichen, normalen Zustande sind die Flossenfüsse von einer ziemlich lose befestigten, lederartigen (Rochen) oder chagrinartigen, steifen Haut (Haie) überzogen, welche an der dorsalen Fläche und an der medialen Seite, wo eine Reibung mit benachbarten Körpertheilen vorhanden ist, in eine zartere, geschmeidigere Haut übergehen kann. In der Rinne und in der Grube, in welche die erstere im zweiten Abschnitte übergeht, nimmt das Integument den Character einer elastischen Membran an, welche die Retraction der einzelnen Knorpel aus ihrer ausgebreiteten Stellung bewirkt. Die Spitzen und Kanten einzelner Knorpelstückchen ragen ohne Hautbedeckung aus der Grube hervor, indem die Haut sich an diesen Stellen abgenutzt hat. Die Drüse, welche ich Pterygopodiendrüse, *glandula pterygopodii*, nennen will, liegt der durch die Flossenstrahlen gebildeten Fläche auf der ventralen Seite auf und ist im einfachen Falle ein durch Einstülpung der äussern Haut entstandener Sack, dessen Hautepithel sich in ein Drüsenepithel umgewandelt, während sich aus dem subcutanen Bindegewebe ein zuweilen sehr derber Muskelschlauch differenzirt hat. Das hier kurz geschilderte Verhalten persistirt bei den Haien während der ganzen Lebensdauer. Bei den Rochen dagegen findet sich in dem Drüsensack ein länglicher, ovaler Wulst mit einer Längsrinne, in welcher sich eine etwas variirende Anzahl von Ausführungsöffnungen in Form kleiner Zäpfchen befinden. In Folge der Arbeitstheilung ist die Function der Absonderung an diesen Wulst, die eigentliche Glandula, übergegangen. Die Drüse zeigt auf dem Querschnitt eine ovale Form; der Wulst liegt mit der Furche nach dem Lumen des Sackes; es sind zwei Muskelhüllen zu unterscheiden, von denen die innere dem Drüsensack anliegt und zum Ausdrücken des Secretes aus demselben dient; die äussere Hülle bildet den Drüsensack und dient zum Befördern des Secrets nach aussen. Die eigentliche Glandula zeigt, schon makroskopisch betrachtet, eine radiäre Structur. Da wo die Ausführungsöffnung

aus dem Drüsensack sich befindet, setzt sich die innere Auskleidung desselben in einen bindegewebigen Schlauch fort, welcher sich über der Oeffnung der Rinne befestigt. (Vergl. Fig. 5, C Fig. 42, Fig. 43 und Fig. 8 A, B, C.)

Die Zahl der den hintern Abschnitt des Pterygopodium bildenden Knorpel ist sehr verschieden. Alle gruppiren sie sich um einen Hauptknorpelstab, der selbst wieder gegliedert sein kann (Torpedo, Scyllium, Acanthias) und als Fortsetzung der Basalia des Flossenstammes zu betrachten ist. Die Muskeln bilden eine oft mit Theilung verbundene Fortsetzung der Flossenmuskulatur und können nach der Function in zwei Gruppen geschieden werden, in Flexoren und Dilatatoren. Die Flexoren haben die Aufgabe, dem Pterygopodium der augenblicklichen Function entsprechende Stellungen durch Beugen zu geben; die Dilatatoren sollen den beweglichen Knorpelcomplex des hintern Abschnitts ausbreiten und den Umfang des Pterygopodium dilatatorisch vergrössern.

Die Innervirung der Pterygopodien geschieht von den Spinalnerven aus, welche auch die Flossen versorgen; die Blutgefässe erhalten sie auch von denen der Flosse.

Ich habe meine Untersuchungen an Flossen von 7 verschiedenen Species gemacht, von denen 3 der Familie der Rajidae, 4 der Familie der Torpedidae, 2 der Familie der Scyllia und 1 der Familie der Spinaces angehörte; es waren folgende: 1) *Raja clavata* (Rond.), 2) *Raja Schultzei* (N.), 3) *Raja miraletus* (Lin.), 4) *Torpedo marmorata* (Rud.), 5) *Acanthias vulgaris* (R.), 6) *Scyllium catulus* (Cuv.), 7) *Scyllium canicula* (Cuv.).

Die Flosse von *Raja clavata* maass von der Stelle an, wo sie mit dem Beckengürtel articulirt, ungefähr 22,5 Cm. Von der Stelle an, wo die Rinne beginnt bis zur äussersten Spitze des Pterygopodium 45,5 Cm. Die grösste Breite des Pterygopodium betrug ungefähr 3,5 Cm.

Raja Schultzei maass in der Länge von der Schnauzenspitze bis zur Schwanzspitze etwas über 48 Cm. Die Länge der Flosse betrug vom Beckengürtel bis zur Pterygopodienspitze 20,7 Cm., die Länge des Pterygopodium vom Beginn der Rinne 44,7 Cm. Die grösste Breite des Pterygopodium betrug 4,9 Cm.

Die Flossenlänge von *Raja miraletus* betrug 44,5 Cm., die Pterygopodienlänge 6,3 Cm., die grösste Breite 4,4 Cm.

Die Flossenlänge von *Torpedo marmorata* betrug 6 Cm.; die Pterygopodienlänge vom Beginn der Rinne 3,5 Cm., grösste Breite ungefähr 4 Cm.

Flossenlänge von *Acanthias vulgaris* betrug 8 Cm., die Pterygopodienlänge 5,3 Cm., grösste Breite ungefähr 4 Cm.

Flossenlänge von *Scyllium catulus* betrug etwas über 10 Cm., Pterygopodienlänge 4,2 Cm., grösste Breite 2 Cm.

Flossenlänge von *Scyllium canicula* betrug 4,3 Cm., Pterygopodienlänge 2 Cm.

Specielle Anatomie der Pterygopodien.

Acanthias vulgaris.

Der Flossenfuss hat im Ganzen eine etwas gekrümmte Form, indem derselbe von der Höhe des Sporns, wie schon Blocu den vom Integument ganz entblösten lateralen Stachel nannte (Fig V A, *sp*) nach der medialen Seite umbiegt, und mit dem ersten Abschnitt des Pterygopodium einen sehr stumpfen Winkel bildet. Das Integument liegt sehr straff an und hat in Folge der der Cutis eingelagerten Placoidschuppen eine sehr harte und spröde Beschaffenheit. Das Basisstück der Placoidschuppen hat eine kartenherzförmige Gestalt mit tiefer Kerbe und trägt einen nach hinten gekrümmten Stachel, welcher sich firstartig über der Platte desselben erhebt und mit seiner Spitze die Epidermis durchdringt, so dass die Oberfläche des Pterygopodium sich ziemlich rauh anfühlt, besonders wenn man mit der Hand nach vorn streicht. Nach vorn auf der dorsalen Fläche, wo eine innige Berührung des Pterygopodium mit der Bauchhaut stattfindet und gegen das Ende des zweiten Pterygopodienabschnittes verliert die Haut allmähig ihre Rauheit und nimmt eine weichere nach der Spitze zu lederartige Beschaffenheit an. In der Grube wird das Integument zur elastischen Membran, welche besonders den Sporn als kräftiger Wall umgiebt. Auf der lateralen Seite etwas stark auf die dorsale Fläche gerückt, befindet sich die Rinne, an deren Bildung sich hier besonders die Muskulatur beteiligt, indem sie zwei nahe aneinander gerückte Wälle bildet (Fig. 5 A, *hr*). Die Auskleidung der Rinne wird durch das Integument besorgt, welches in derselben einen epithelartigen Character annimmt und sich aus der Rinne in einen anfangs röhrenförmigen engen Schlauch fortsetzt, der sich allmähig zu einem weiten, blind geschlossenen Sack erweitert. Dieser Drüsensack (Fig. 12) ist auf der von den Flossenstrahlen gebildeten ventralen Fläche gelegen und erstreckt sich seiner Länge nach sogar über den Beckengürtel hinaus unter der Bauchhaut und ist an seine Unterlage durch ein festes Bindegewebe geheftet. Es ist die durch Einstülpung der äussern Haut entstandene Drüse, *Glandulae pterygopodii*. Sie hat die Function, ein im frischen Zustande schleimartiges,

als geronnene Masse talgartiges Secret abzusondern, welches durch den halboffenen Canal nach aussen tritt. Es kann über die Ränder dieses Canals fließen und sich an der Oberfläche des Pterygopodium ausbreiten; seine talgartige Beschaffenheit soll dem Pterygopodium die Rauheit und dem Knorpel, welche oft des Integuments entbehren, ihre Schärfe benehmen. Die Länge der Drüse betrug bei diesem Exemplar ungefähr 4 Cm., die Breite in der Mitte ungefähr 0,9 Cm.

Die Anzahl der an der Bildung des Pterygopodium beteiligten Knorpel beträgt bloß 5, mit Inbegriff der übrigen Knorpel des Flossenstammes 8 Knorpelstücke. An den vordersten Stammknorpel, das Basale, welches die Verbindung der Flosse mit dem Beckengürtel vermittelt, schliessen sich zwei kurze Knorpelstücke an, von denen das laterale (Fig. 5 D, r'), etwas längere, nur von der dorsalen Seite sichtbar ist, und dem breitem, aber kürzern Knorpelstücke b' ausliegt. Nach GEGENBAUR (l. c.) ist auch das laterale Knorpelstück r' zum Stamm zu rechnen und als eine Differenzirung des letztern zu betrachten, welche »gegen die Regel der transversalen Gliederung des Stammes« stattgefunden hat. Da jedoch dies betreffende Knorpelstück noch zwei Radien trägt, so bin ich geneigt (wie ich später des Weiteren ausführen werde), dies Stück als ein Verwachsungsproduct der vordersten Glieder seiner beiden Radien anzusehen, da solche Concrenzen gar nicht selten sind und besonders häufig an den vordern Radien der Flosse getroffen werden. Als eigentliche Fortsetzung des Basale wäre dann der breitere Knorpel b' zu betrachten. An diese beiden Stücke schliesst sich ein längerer Knorpelstab (Fig. 5 D und E, b''), welcher an seiner dorsalen Fläche eine nahe seinem vordern Ende entspringende anfangs seichte allmählig sich vertiefende Furche zeigt, welche am hintern Ende durch einen Processus vollständig überwölbt ist (Fig. 5 D und E, pr). Von den vier bereits aufgeführten Knorpeln erwähnt BLOCH (l. c.) bloß den Schenkelknochen (Basale b) und das Schienbein (b''); sowohl das zweite Glied des Stammes (b') als auch das Knorpelstück r' übergeht er. Das letzterwähnte längere Knorpelstück, die Fortsetzung des Flossenstammes im Pterygopodium dient mit seinem Processus vier weitem Knorpeln von sehr verschiedener Form zur Befestigung. Es sind die betreffenden Knorpelstücke, welche eine Dilatation durch die Art ihrer gegenseitigen Verbindung gestatten. Sie bilden den Endabschnitt des Pterygopodium. Ein breiter, mit einer Vertiefung versehener Knorpel, welcher zugleich der längste und das Endstück des Flossenstammes ist, articulirt mit dem vorhergehenden Stammknorpel und ist nur von der dorsalen Seite sichtbar. Ventral liegen demselben zwei Knorpel auf, von denen der eine an seinem hintern Ende hakenförmig umgebogen

ist und in normaler Lage wie ein verdeckter Haken seiner Unterlage aufliegt und zwar mit dem Haken nach der Grube zu gewendet. Er ist um seine Längsachse in einem Winkel von ungefähr 180° drehbar, so dass nach einer solchen Drehung der Haken nach aussen gekehrt ist; das Hakenende ist vom Integument befreit. Der andere liegt neben dem Haken, ist etwas kürzer als dieser und mit seinem medialen Rande vermittelt des Integuments auf der Fläche des Stammknorpels befestigt; es ist dies ein dünner lamellöser Knorpel von blattartiger Form, welcher die Grube überdeckt und sehr elastisch und biegsam ist (Fig. 5 *hk*, *la*). An der lateralen Seite, in einen Ausschnitt des Processus eingelenkt, ragt ein spornartig gestalteter, zugespitzter Knorpel, welcher nur an seiner Basis von dem elastischen Integument wallartig umschlossen wird, während der übrige Theil desselben der Hautbedeckung entbehrt (Fig. 5 *D* und *E*, *sp*).

Die Muskulatur des Pterygopodium ist ziemlich einfach. An den Beckengürtel heftet sich der *Musculus flexor pterygopodii* an (Fig. 5 *B* und *C*; *flp*); derselbe inserirt hinten unterhalb dem zweiten Basale (Fig. 5 *D* und *E*, *b''*). Auf der dorsalen Seite geht er in die Bauchmuskulatur über, auf der ventralen Fläche verbreitert er sich und bildet das Lager für die Drüse, indem er Muskelbündel an die Flossenstrahlen entsendet. Er hat die Aufgabe, dem Pterygopodium verschiedene, einer augenblicklichen Function entsprechende Stellungen zu geben durch Beugung desselben. Auf ihm befestigt sich vermittelt eines bindegewebigen Ligaments der *Musculus dilatator* (Fig. 5 *B* und *C*, *md*). Die Linie dieser Verbindung beschreibt auf der ventralen Fläche eine Curve, deren medialer Schenkel auf der dorsalen Fläche in einer diagonalen Richtung nach vorn verläuft und allmähig verschwindet. Der *Musculus dilatator* ist auf der ventralen Fläche seitlich durch den Drüsenschlauch abgegrenzt, während er auf der dorsalen Fläche den medialen Wall des Canals bildet. Er hat die Function den Haken sammt dem Stammknorpel zu beugen und in die ausgebreitete Stellung überzuführen und inserirt an diesen Knorpeln vermittelt einer breiten Aponeurose. Er ist bedeutend grösser und stärker als der ihm benachbarte *Musculus levator* (Fig. 5 *B* und *C*, *ml*), der blos eine Abzweigung der an die Flossenstrahlen gehenden Muskelbündel ist. Er grenzt auf der ventralen Fläche ebenfalls an den Drüsenschlauch und bildet auf der dorsalen Fläche den lateralen Wall des Canals. Er inserirt sich hinten vermittelt eines starken sehnigen Bandes am vordern Theil des Spornes und hat allein die Aufgabe diesen zu heben.

Bei einer Verkürzung der beiden dilatatorischen Muskeln breitet sich das Pterygopodiumende der Art aus, dass die Knorpelstücke sich

divergirend heben und mit ihrer Längsachse in eine Ebene zu stehen kommen, auf welcher die Längsachse des ersten Pterygopodienabschnittes senkrecht steht, und mit ihrem hintern Pole zugleich den Ausgangspunct eines Triangels bildet, welches vom Sporn, dem terminalen Stammknorpel und dem Haken gebildet wird, indem letzterer, während er mit dem Stammknorpel gehoben wurde, zugleich eine Drehung von 180° um seine Längsachse beschrieb, so dass das Hakenende, welches früher nach der lateralen Seite sah, nun nach der medialen Seite gekehrt ist. Die Function der Retraction des ausgebreiteten Pterygopodiums in die normale Lage übernimmt, da keine Muskulatur dazu vorhanden ist, besonders die starke elastische Membran, welche den Sporn wallartig umgiebt und von da an den Stammknorpel übergeht. Der Sporn sinkt beim Uebergang in die normale Lage an die Seite des Stammknorpels zurück (Fig. 5 F).

Scyllium catulus und *Scyllium canicula*.

Die Pterygopodien dieser beiden Species sind einander so ähnlich, dass es genügt, die Beschreibung bloß allgemein zu halten und nur da, wo beide Arten differiren, speciell auf die eine oder die andere zurückzukommen. Der Unterschied zwischen den Pterygopodien der beiden Scyllien ist bloß ein äusserer und betrifft nicht die Pterygopodien selbst, sondern er beruht auf dem Verhältniss derselben zu der Flosse. Dieser Unterschied ist auch von MÜLLER und HEXLE als charakteristisch aufgegriffen worden und besteht darin, dass die Haut, vermittelt deren sich die beiden Bauchflossen der männlichen Scyllien über den Pterygopodien vereinigen, und die sich scheiden- oder taschenartig über ihnen schliesst, bei *Scyllium catulus* in der Mitte tief eingeschnitten ist, während sie bei *Scyllium canicula* bloß leicht eingekerbt erscheint (vgl. Fig. 6).

Die Pterygopodien haben im ausgebreiteten Zustande Aehnlichkeit mit einem Fuss, dessen Sohle etwas breit und hohl ist; der Rand der Sohle ist von einem starken Randwulst eingerahmt, welcher sich zu beiden Seiten gegen die Rinne hin verflacht. Ich fand alle Pterygopodien, deren mir drei Stück zur Verfügung standen, in diesem ausgebreiteten Zustande. Ich habe jedoch die Ursache zu dieser Erscheinung darin gesucht, dass kurz vor der Einlegung in absoluten Alkohol, in welchem ich die Flossen zugeschiedt erhielt, die Todesstarre eingetreten war, in Folge deren sich der *Musculus dilatator* des Pterygopodium so bedeutend verkürzt hatte, dass nun nach der Erhärtung dieser erstarrten Objecte in absolutem Alkohol, nachdem nun auch die Haut eine immense Festigkeit und Widerstandsfähigkeit erhalten hatte, ein Zusammenlegen der Pterygopodien in die normale Lage nicht mehr möglich

war. Ich glaube sicher, dass im lebenden Zustande auch eine Beweglichkeit der einzelnen Knorpelstücke des hintern Pterygopodienabschnittes vorhanden ist, da sie beweglich untereinander verbunden sind und im entgegengesetzten Falle auch der starke Dilatatormuskel keine Function haben würde. Die Haut der Pterygopodien ist im ausgebreiteten Zustande stark gerunzelt und mit Ausnahme der breiten Fläche des hintern Abschnittes des ausgebreiteten Pterygopodium und den Stellen, wo eine innige Berührung mit der Bauchfläche und dem benachbarten Pterygopodium stattfindet, mit Placoidschuppen versehen, deren Stacheln nach hinten gerichtet sind, was man bei einem Streichen mit der Hand über die Oberfläche deutlich wahrnehmen kann. In Folge dieser Verknöcherung hat die Haut eine derbe, steife und spröde Beschaffenheit. Als Ausführungsgänge der Pterygopodiendrüse dienen eine innere geschlossene Röhre, welche von drei Knorpelstäben gebildet wird, und eine durch eine breite Hautfalte gebildete äussere Rinne, welche vermittelt eines vorn über der Oeffnung der innern Röhre befindlichen Loches mit dem Drüsenschlauch communicirt. Diese Hautfalte ist von der lateralen Seite aus übergelegt nach der medialen Seite und verläuft dorsal, entspringt vorn im hintern Flossenwinkel und verflacht sich hinten allmählig auf der Sohle des Fusses. Auf ihrer äussern Oberfläche ist sie ebenfalls mit Placoidschuppen versehen, welche aber nach der Vertiefung zu verschwinden. Dieser äussere aus Weichtheilen gebildete Canal und die innere knöcherne Rinne theilen sich in das Geschäft der Ausfuhr des Drüsensecretes; die erstere hat die Aufgabe, das durch die erwähnte Oeffnung nach aussen gedrängte Secret auf die Oberfläche des Flossenfusses zu leiten, während die letztere die sogenannte Sohle des Fusses mit dem Secret zu versehen hat, indem die Röhre auf dieser in einer seichten Grube nach aussen mündet; die Grube erscheint von einer elastischen Hautlamelle überdeckt. An der medialen Seite des Pterygopodium befindet sich ein starker aus verfilztem Bindegewebe bestehender Wulst (Fig. 6 und 7 A, α), welcher längs dieser Seite bis zur Spitze des Pterygopodium verläuft und auf der dorsalen Seite mit der Muskelmasse des Dilatators eine seichte Vertiefung bildet. Diese Vertiefung ist ebenfalls von einer glatten Haut ausgekleidet, welche sich als schmaler Streif aus dem Grunde der Vertiefung bis zur Spitze des fussförmigen Endabschnittes fortsetzt, dann nach der Sohle umbiegt und hier plötzlich endet. Es unterscheidet sich dieser glatte Hautstreifen vom übrigen der Placoidschuppen entbehrenden zarteren Integument durch seine Farbe und jedenfalls auch durch seine mikroskopische Beschaffenheit; es gemahnt seinem Aussehen nach an die zarte Haut, welche den Schnabel der Ente oder der Schnepfe überzieht. Ich habe diese merk-

würdige Differenzirung des Integuments sowohl bei *Scyllium canicula* als auch bei *Scyllium catulus*, sonst aber nirgends mehr gefunden; dass es eine pathologische Erscheinung sei, dürfte kaum zu vermuthen sein.

Das Flossenskelet der Scyllien ist etwas complicirter gebaut als das bei *Acanthias* beschriebene. Vorn bildet das Basale des Flossenstammes die Verbindung mit dem Beckengürtel (Fig. 7 C, b) und ist allein für sich so lang als der folgende hintere Flossenthail. Es trägt lateral 18 Flossenstrahlen, von denen die 12 vordersten kurze terminale Glieder tragen, während die 6 letzten ungegliedert erscheinen; trotzdem sind die letztern bedeutend länger als die 12 vorhergehenden mit Ausnahme der zwei hintersten, welche auffallend verkürzt erscheinen und sich dicht an das Pterygopodium anlegen. Auf das Basale folgen drei Schaltstücke, von denen zwei (b' , r') nebeneinander liegen und sich unmittelbar an das Basale anlegen, während das dritte (r'') hinter dem Schaltstück r' gelagert ist. An der medialen Seite etwas vor das mediale Schaltstück b' gerückt, befindet sich noch ein viertes Knorpelstück, welches sich ähnlich einer Kniescheibe an diese Seite des Flossenstammes anlegt (mr). Als Fortsetzung des Basale b ist allein das Knorpelstück b' anzusehen. Die weitere Fortsetzung im ersten Abschnitt des Pterygopodium bilden drei Knorpel, von denen der mediale unverkalkte Knorpelstab (b'') jedenfalls dem Stamm der Flosse zugehört und die Fortsetzung des zweiten Basalgliedes b' bildet. Die beiden andern Knorpellamellen (v' und d') besitzen dieselbe Länge wie dieser Stammknorpel und sind untereinander und mit dem letztern fest verwachsen, und zwar der Art, dass sie die bereits erwähnte innere Röhre bilden, auf deren vorderer Oeffnung der Drüsenschlauch aufsitzt; hinten treten die Ränder der beiden Lamellen etwas auseinander, so dass eine Einkerbung entsteht. Die Röhre mündet hier in die Grube. Beide Röhrenlamellen sind stark verkalkt und etwas gelblich gefärbt. Den letzten Abschnitt des Pterygopodienskelets bilden vier neben einander liegende Knorpel. Das mittlere schmale unverkalkte Knorpelstäbchen (b'''), welches zugespitzt endigt, ist das Endstück der Reihe von Knorpeln, welche den Stamm des ganzen Flossenskelets bilden. Zu beiden Seiten dieses Knorpels und mit ihm an den innern Rändern der Länge nach beweglich verbunden, befinden sich zwei verkalkte Knorpelblätter (v'' , d''), welche von der medianen Verbindungslinie aus schräg nach hinten abgeschnitten sind, so dass ein gabelförmiger, schwalbenschwanzartiger Ausschnitt entsteht. Der Knorpel v'' bildet die Fortsetzung des Röhrenknorpels v' , der Knorpel d'' die des Röhrenknorpels d' . Sie sind beide ebenfalls verkalkt. Zu erwähnen wäre noch ein schmales Knorpelstückchen (x), welches seitlich dem Knorpel v'' angefügt ist. Die An-

zahl der hier in Betracht kommenden Knorpel ist bei den Scyllien demnach elf, wovon speciell auf das Pterygopodium sieben kommen.

An diesem Skelete unterscheidet man fünf Muskelportionen, vier Beuger und ein Dilatator. Hervortretend durch seine bedeutendste Masse ist der Beuger der Flosse (Fig. 7 *A* und *B* (*fmp*)), welcher vorn auf beiden Flächen des Beckengürtelknorpels aufliegt. Hinten inserirt er theils am Basale (*b*), theils entsendet er Muskelbündel an die Flossenstrahlen. Medial befindet sich der Flexor pterygopodii exterior (*fpeex*); er ist unmittelbar unter dem Beckengürtel vermittelt eines bindegewebigen Ligaments auf dem Flossenbeuger angeheftet, inserirt hinten unterhalb des zweiten Basale (*b'*) am Stammknorpel des Pterygopodium (*b''*) und beugt das Pterygopodium nach der medialen Seite hin. Ventral befindet sich ein wurstförmiger Muskel, den ich Musculus flexor biceps genannt habe, und der unterhalb des zweiten Schaltstückes am obern Rande des Röhrenknorpels (*v'*) hinten inserirt, während er vorn unterhalb dem Flexor exterior auf dem Flossenbeuger angeheftet ist. Er vermag das Pterygopodium ventralwärts zu senken und zugleich nach der lateralen Seite etwas zu beugen. Der vierte dieser Muskeln befindet sich dorsal und ist der dritte Beuger für das Pterygopodium, welcher wahrscheinlich aber bloß die Wirkung des vorübergehenden aufzuheben bestimmt ist (*fpi*). Ich nenne ihn Flexor pterygopodii interior. Er inserirt am obern Theil des Basale (*b*) und hinten unterhalb dem zweiten Basalstück (*b'*). Für den hintern Pterygopodienabschnitt existirt nur ein einziger, mächtiger Muskel (*md*), welcher die Aufgabe hat die hintersten Knorpelpartien zu beugen und zugleich auszubreiten; er ist Flexor und zugleich Dilatator. Er bedeckt die ganze ventrale Seite des ersten Pterygopodiumabschnittes und greift seitlich auch etwas auf die dorsale Fläche über. Vorn ist er über dem Musculus biceps und dem Flexor exterior, in einer Spitze auslaufend befestigt, nach hinten zu geht er in eine breite Aponeurose über, welche über die convexe Fläche der hintern Knorpel hinweg an den Rändern der Sohle inserirt. Der Mechanismus der Bewegung ist leicht einzusehen. Er besteht in einem einfachen Heben des hintern Pterygopodienabschnittes, wobei zugleich die einzelnen Knorpel ausgebreitet werden, was dadurch ermöglicht wird, dass, wie schon erwähnt, rings am Rande des gesamten Hintertheils die Insertion der Muskelaponeurose hinläuft. Ein Zusammenfallen des Flossenfusses kann, da keine Strecker vorhanden sind, in Form von Muskeln, füglich nur durch ein bedeutendes Nachlassen des Dilatators ermöglicht werden, worauf dann das elastische Integument die Stelle des Streckers vertritt.

Die Glandula pterygopodii stellt wie bei Acanthias einen einfachen

muskulösen Schlauch dar, der unmittelbar unter der Haut auf der ventralen Fläche der Flosse aufliegt und eingebettet ist in losem, blutgefäßreichem, subcutanem Bindegewebe, welches zugleich als Bindemittel zur Befestigung der Drüse in ihrer Lage dient. Die Drüse erstreckt sich bei den Scyllien noch weiter über den Beckengürtel hinaus als bei *Acanthias*, und besitzt eine Länge von ungefähr 7 Cm. bei *Scyllium catulus* und von 3,2 Cm. bei *Scyllium canicula*. Die Drüsen beider Pterygopodien sind in der Mediane der Flossen mit einander oberflächlich verwachsen, so dass sie leicht von einander geschieden oder lospräpariert werden können. Nach hinten zu, wo sie bald in den ausführenden Canal münden, verengen sie sich plötzlich und gehen getrennt in den häutigen sehr kurzen Schlauch über, vermittelt dessen sie über den Oeffnungen der Röhre befestigt sind. In der Mitte haben sie eine Breite von ungefähr 1,6 Cm. und eine Dicke von ungefähr 0,6 Cm. Die Muskelschicht der Drüse ist bei den Scyllien bedeutend mächtiger als bei *Acanthias*, im Uebrigen bleibt sich jedoch ihre Beschaffenheit ganz gleich.

Torpedo marmorata.

Das Pterygopodium ist dorsoventral zusammengedrückt, bedeutend breiter als dick, am hintern Ende abgerundet. Die Rinne verläuft nahe dem lateralen Rande auf der dorsalen Fläche und wird — so fand ich es noch bei diesem Exemplar — ähnlich wie bei *Acanthias* in der vorderen Hälfte von Weichtheilen gebildet; sie öffnet sich am Ende des Pterygopodium in eine ziemlich seichte Grube von geringem Umfang. An der lateralen und medialen Seite des hintern Pterygopodienabschnittes befindet sich je eine in normaler Lage blos angedeutete Spalte; beide sind so ziemlich von derselben Länge. Das Integument ist wie das des übrigen Körpers von weicher Beschaffenheit und entbehrt aller Stachelbildungen; es bildet die Auskleidung der beiden Spalten (Fig. 4 *A spm, spl*), in denen es sich blindsackartig einstülpt, und die der Rinne, in welcher es sich am Anfang des ersten Pterygopodienabschnittes nach der ventralen Seite durchbrechend, als kurzer Schlauch in die Drüse fortsetzt.

Das Skelet von *Torpedo* besitzt nur sehr geringe Aehnlichkeit mit dem der vorher beschriebenen Arten. Ein etwas nach der ventralen Seite verwendetes und nach hinten verbreitertes Stück, welches dreizehn Radien trägt, bildet die Verbindung mit dem Beckengürtel; es ist das Basale des Flossenstammes (Fig. 4 *D, b*). Von den Radien sind die beiden vordersten beinahe vollständig verwachsen, während die beiden hintersten blos mit ihrem vordersten Gliede eine Verschmelzung und

Reduction zu einem trapezoiden Knorpelstück eingegangen sind; es ist dieselbe Concreescenz, wie ich sie bei *Acanthias* (Fig. 5 D, r') beschrieben habe. Auf das Basale folgen nach hinten zwei Knorpelstücke (b' , b''), welche hintereinander liegen und die Fortsetzung des Stammes bilden; ich sehe sie als Glieder des Basale an und benenne sie als zweites und drittes Basalglied. An das dritte Glied schliesst sich nach hinten ein längeres Knorpelstück an, welches als Fortsetzung des Flossenstammes im Pterygopodium zu betrachten ist. Nach vorn entsendet dasselbe an der medialen Seite neben dem zweiten und dritten Glied des Basale entlang einen Processus, welcher mit dem ersten Basale am hintern Ende noch in Verbindung steht. An seinem hintern Abschnitt trägt er den beweglichen Knorpelcomplex, welcher für den zweiten Abschnitt des Pterygopodium charakteristisch ist. In Folge der Grösse eines dieser beweglichen Knorpel (*sch*) auf der ventralen Fläche und der bei diesem Exemplar nicht viel bedeutendern Länge der zum ersten Abschnitt zu rechnenden Rinnenknorpel (c und l), scheint auf den ersten Anblick das ganze hintere umfangreichere Ende dem zweiten Abschnitt anzugehören. In der That aber ist derselbe bloß von da an zu rechnen, wo sich die Rinne in die hier kleine seichte Grube öffnet (Fig. 4 A und D, g). Der erste Abschnitt wird gebildet durch den Stammknorpel des Pterygopodium (b''') und zwei Rinnenknorpel (Fig. 4 D, c und l), welche bei diesem Exemplar jedoch nur bis zur Hälfte knorpelig waren und von da sich häutig bis zum dritten Basale fortsetzten (vergl. Fig. 4 B, l). Ich zweifle jedoch nicht, dass bei ältern Thieren dieser häutige vordere Theil, ebenso wie bei *Scyllium* und wie bei den *Rajidae*, die ich später beschreiben werde, in Bindegewebsknorpel umgewandelt wird und dann einen knorpeligen mit einem lateralen Schlitz versehenen Canal bildet. In diesem Falle bildete der ventrallaterale Knorpel den eigentlichen Rinnenknorpel, während der dorsal-ventrale (l) eigentlich nur als Deckknorpellamelle für die Rinne fungirte. Der ventral-laterale Rinnenknorpel trägt an seinem hintern Ende zwei kleine verkalkte Spangen, welche sich radienartig an ihn anlegen. Die hintere von ihnen (sp'') ist die unmittelbare Fortsetzung des Röhrenknorpels und kann bei einer Dilatation des Organs knieartig umgebogen werden, während die vordere sich etwas höher an den Röhrenknorpel und zugleich an das hintere Ende der hintern Spange anheftet; sie bildet bei einer Dilatation gleichsam eine Spreitze. Aehnlich wie die hintere Spange (sp'') verhält sich das Endstück des Flossenstammes (Fig. 4 E, b^{IV}), welches diesem beweglich angefügt ist und in einer Spitze ausläuft. Auf der dorsalen Seite befindet sich ein breites schildförmig gestaltetes Knorpelstück, welches hinten beweglich mit der Spitze des terminalen, medial befindlichen

Flossenstammgliedes und mit der lateralen Spange (sp'') verbunden ist; mit dem Stamme hängt dasselbe bloß durch das Integument zusammen; sein vorderer breiter Rand dient dem Musculus dilatator zur Insertion.

Die Flossen der mir zu Gebote stehenden Exemplare war nicht mehr recht geeignet zur Untersuchung der Muskulaturverhältnisse, weil sie lange in schlechtem Weingeist aufbewahrt gewesen waren. Ich habe dennoch wenigstens das für mich Wesentlichste herauszupräpariren gesucht und gefunden, dass als Dilatator für den zweiten Pterygopodienabschnitt ein einziger Muskel vorhanden ist, welcher die ganze dorsale Fläche bedeckt und an seinem vordern Ende lateral auch etwas nach der ventralen Seite übergreift (Fig. 4 *B* und *C*, *md*). Seine Insertionslinie läuft vorn in einer etwas gebogenen Diagonale von dem dritten Gliede des Stammes (b'') auf der dorsalen Fläche nach dem zweiten Gliede des Stammes (b') auf der ventralen Fläche; hinten bildet der vordere Rand des schildförmigen Knorpels die Insertionslinie. Ferner sind auch Beuger des Pterygopodium vorhanden, über deren Verhältnisse ich mich jedoch an diesem Exemplare nicht mehr recht ins Klare setzen konnte.

Der Mechanismus des Dilatationsapparates ist einfach. Bei einer Verkürzung des Dilatationsmuskels wird der schildförmige Knorpel in die Höhe gezogen; dadurch werden aber zugleich jene Spangen des Rinnenknorpels und der Endabschnitt des Stammknorpels, mit welchem jener in Verbindung steht, mit angezogen. Da diese aber in ihren Anheftungspuncten feste Stützpunkte haben, müssen sie nothwendig den schildförmigen Knorpel mit seinem hintern Ende vom Pterygopodiumstamme entfernen, was demselben beim Vorhandensein jener zwei seitlichen Spalten, welche sich dabei natürlich erweitern, gestattet ist. (Vergl. Fig. 4 *E* und *F*.) Auf diese Art wird der Umfang des Pterygopodium besonders an seinem hintern Ende um ein Bedeutendes vergrößert. Die Zurückführung in die normale Lage kann auch hier, nachdem der Muskel sich wieder verlängert hat, nur mittelst der elastischen Membran und der Elasticität der hintern Knorpelspangen geschehen.

Die Drüse von Torpedo ist sehr klein und besteht aus dem muskulösen Sack, in welchem der wurstförmige, nach hinten sich verschmächtigende Wulst, wie ihn auch LEYDIG beschreibt, mit seiner dorsalen Furche, in welcher sich die Ausführungszäpfchen befinden, vorhanden ist. Die Länge der Drüse betrug beinahe volle 2 Cm., ihre Breite ungefähr 0,4 Cm., ebensoviel ihre Dicke. Sie war also bedeutend kleiner als die, welche LEYDIG beschreibt (l. c.).

**Rajidae: *Raja clavata*, *Raja Schultzii*,
Raja miraletus.**

Um Wiederholungen zu vermeiden, welche sich bei der grossen Aehnlichkeit dieser Formen unbedingt ergeben müssten, wenn ich jede derselben einzeln beschriebe, habe ich, obgleich dieser erstere Weg der bequemere gewesen wäre, vorgezogen, denselben vergleichenden Weg wie bei den Scyllien einzuschlagen, indem ich die Pterygopodien der Rajidae im Allgemeinen beschreiben werde, und blos die Differenzen, wo solche vorhanden sind, namentlich hervorhebe.

Das Pterygopodium hat das Aussehen eines unförmlichen, plum-pen, schwer beweglichen Anhängsels der Flosse, dessen Formverhältnisse mit Ausnahme der Grösse bei Allen gleich bleiben. Das Integument erscheint an vielen Stellen gerunzelt, besonders in der Längsrichtung, indem dasselbe am vordern Abschnitt des Pterygopodium nur durch loses Bindegewebe an die Muskulatur geheftet ist, während hinten besonders da, wo keine Knorpel vorhanden sind, sondern blos elastische Hautduplicaturen, diese Runzeln in der verminderten Elasticität der Haut ihren Grund haben. In der Rinne, welche bei den Rajidae vollständig lateral gelegen ist, geht das Integument in eine zartere epithel-artige Membran über und bildet als solche die Auskleidung derselben. Nach hinten verlängert es sich in die Grube, welche vom beweglichen Knorpelcomplex und Hautduplicaturen gebildet wird, und nimmt den Character einer elastischen Membran an, welche, da am zweiten Pterygopodienabschnitt keine Spur von Muskulatur vorhanden ist, die Function übernimmt, das ausgebreitete Organ in die normale Stellung über-zuführen. Nach vorn setzt sich die Auskleidung der Rinne in den Drüsenschlauch fort und bildet die innere Auskleidung des Drüsensackes. — Die Spitze des Fusses ist gewöhnlich etwas nach der dorsalen Fläche umgebogen.

Ich zählte am Skelet des Pterygopodium von *Raja clavata* 9 verschiedene Knorpel, eben so viel bei *Raja Schultzii*, bei *Raja miraletus* jedoch fand ich blos 8, indem ein spatelförmiger Knorpel fehlte (Fig. 4 *B* und *C*, *da*; Fig. 2 *D* und *F*, *da*), von dem ich aber mit Sicherheit glaube, dass er bei ältern Thieren sich findet. Wenn man nun noch die 4 Knorpel (Fig. 4 *B* und *C*, *b*, *b'*, *b''*, *r'*; Fig. 2 *D* und *E*; Fig. 3 *A* und *B*, *b*, *b'*, *b''*, *r'*), welche alle, mit Ausnahme des vierten, dorsal dem dritten Knorpel der Stammreihe aufliegenden, mit einem lateralen Radienbesatz versehen sind, hinzurechnet, so erhält man die 13 Knorpel COUVIER's, MAYER's und STANNIUS' im Gegensatz zu GEGENBAUR, welcher, wie ich schon oben erwähnte, irrthümlich den Rochen einen einfachern

Flossenbau zuschrieb. An den Beckengürtel (Fig. 1 *B*; Fig. 2 *D*; Fig. 3 *A*, *a*), das Schambein Bloch's, schliessen sich 3 an Länge und Volumen distal abnehmende, in einer Längsreihe hintereinander geordnete, ohne besondere Gelenke ziemlich steif mit einander verbundene Knorpelstücke an (Fig. 1 *B*, 2 *D*, 3 *A*, *b*, *b'*, *b''*), das Basale mit seinen zwei Basalgliedern; das zweite Basalglied (*b''*) trägt blos vorn zwei Radien. Ausserdem trägt dieses Glied auf seiner dorsalen Seite ein nach den Seiten etwas bewegliches viertes Knorpelstück, welches, etwas länger als das zweite Basalglied, mit diesem an seinem hintern Ende an den folgenden Knorpel anstösst; Cuvier erwähnt diesen Knorpel nicht, ich habe ihn jedoch an allen drei Species gefunden (Fig. 1 *B*, *C*, Fig. 2 *D*, *E*, Fig. 3 *A*, *B*; *r'*). Bloch identificirt diese vier Stücke als Ganzes mit dem Schenkelknochen. Auf den dritten und vierten Knorpel folgen drei längere Knorpel (Fig. 1 *B*, *C*, Fig. 2 *D*, *E*, Fig. 3 *A*, *Bb'''*, *d*, *v*), von denen der eine *b'''*, jedenfalls der Stammknorpel des Pterygopodiums und Fortsetzung des Basalgliedes, bis zur Spitze des zweiten Pterygopodienabschnittes reicht und einen vorn runden in der hintern Hälfte dorsoventral abgeplatteten, bei Raja Schultzii im zweiten Abschnitt verbreiterten Stab repräsentirt. Die beiden andern Knorpel sind um die Hälfte kürzer als der Knorpelstab und verbreitern sich nach hinten zu breiten Lamellen, welche mit dem Stammknorpel fest verwachsen sind und denselben beinahe ganz verdecken. In Verbindung mit dem Stammknorpel bilden sie die laterale Rinne, welche nur durch einen schmalen Schlitz nach aussen geöffnet ist; nach hinten kann er sich wie bei Raja Schultzii und Raja miraletus erweitern. Vorn bilden diese beiden Röhrenknorpel eine Oeffnung, wobei der ventrale Röhrenknorpel (*v*) etwas zurücktritt; auf dieser Oeffnung ist der kurze Drüsenschlauch aufgewachsen. Der dorsale Röhrenknorpel (*d*) besitzt bei Raja Schultzii über der Anheftungsstelle der schuppenförmigen Knorpel (Fig. 2 *D*, *sch'*) einen ovalen Ausschnitt (*sp*), welcher sowohl bei Raja clavata als auch bei Raja miraletus fehlt. Ausserdem entsendet derselbe nach hinten in die Grube hinein noch einen spiralig gedrehten Fortsatz (Fig. 1 *D*, Fig. 2 *F pr*). Bei Raja miraletus besitzt auch der ventrale Röhrenknorpel noch einen schmalen in eine Spitze auslaufenden Fortsatz, welcher an den Pterygopodienstamm sich anschmiegt (Fig. 3 *B pr'*). Bei den übrigen ist der hintere Rand dieses Röhrenknorpels schräg abgeschnitten. Bloch identificirt diesen Abschnitt des Pterygopodium, in welchem er übrigens blos zwei Knorpel findet, mit dem Schienbein und Röhrenknochen. Diese zwei Knorpelstücke in Verbindung mit der vordern Hälfte des Stammstückes characterisiren den ersten Abschnitt des Pterygopodium. Der zweite Abschnitt des-

selben wird von 6 Knorpeln gebildet, welche alle am hintern Ende der beiden Röhrenknorpel zum Theil beweglich angeheftet sind, zum Theil mit dem Stammknorpel eine festere Verbindung eingehen und ihre Beweglichkeit verlieren. Auf der dorsalen Fläche, welche der dorsale Röhrenknorpel durch seine Verwachsung mit dem Stammknorpel bildet, sind mit ihrem vordern Rande zwei schwach gewölbte, schuppenförmige Knorpellamellen angeheftet (Fig. 1 *C*, Fig. 2 *D*, Fig. 3 *A*, *sch*, *sch'*); Bloch erwähnt dieselben gar nicht. Die grössere Lamelle (*sch'*) deckt die kleinere der Art, dass bloß ein lateraler Rand derselben sichtbar bleibt. Die Form der kleinern Schuppenlamelle bleibt sich bei allen drei Species ziemlich gleich, die der grössern jedoch variirt sehr stark. Am ähnlichsten sehen sich noch die betreffenden Stücke bei *Raja clavata* und bei *Raja miraletus*; bei diesen besitzen sie im Ganzen eine blattartige Form, vorn schwach ausgeschnitten, hinten bei *Raja clavata* mit einer Kerbe und einem fingerartigen Fortsatz versehen, bei *Raja miraletus* oval abgerundet. Bei *Raja Schultzei* hat die äussere Schuppe eine langgestreckte Form, welche hervorgerufen wird durch einen breiten Fortsatz, welcher sich nach hinten erstreckt und hinten scharf abgeschnitten erscheint. Vorn zeigt dieser Knorpel bei *Raja clavata* und *Raja Schultzei* eine quer laufende Vertiefung, welche zum Ansatz des *Musculus levator* dient; bei *Raja miraletus* fehlt diese Vertiefung, der *Musculus levator* inserirt hier am vordern Rande des Knorpels. Die Schuppenknorpel sind beide unmittelbar vom Integument überzogen, welches sich auch an ihrer innern Fläche einstülpt und mit dem Flossenstamme von der innern Seite in Verbindung tritt. Durch diese Einstülpung, eine Hautduplicatur, werden zwei muschelförmige Vertiefungen gebildet (vergl. Fig. 4 *D*, Fig. 2 *J*, *ala*, *alp*), die *Alveola anterior* und die *Alveola posterior*; beide werden nur durch eine Hautcommissur (*ct*), *Commissura transversalis*, von einander geschieden. Diese Hautbrücke, wie Stannius sie nennt, geht vom hintern Rande des grössern Schuppenknorpels bei *Raja clavata* und *Raja miraletus*, von der Bucht, welche der Fortsatz an der Schuppe bildet, bei *Raja Schultzei*, schräg nach hinten zum Stammknorpel, an welchem sie sich ansetzt. Die beiden Alveolen entstehen jedoch nur, wenn die beiden schuppenförmigen Knorpel durch den *Musculus levator* mit ihrem hintern Rande emporgehoben werden, so dass sie einen Winkel von ungefähr 60° mit der Längsachse des *Pterygopodium* bilden. Der ventrale Röhrenknorpel dient mit seinem hintern Rande vier verschiedenen Knorpeln zur Befestigung (Fig. 4 *B*, Fig. 2 *E*, Fig. 3 *B*, *hk*, *da*, *bj*, *st*). Nahe dem lateralen Rande auf der Fläche des Röhrenknorpels heftet sich mit seinem vordern Ende ein ziemlich langer, am hintern Ende verbreiteter,

schwach gewölbter und am medialen Rande hakenförmig ausgerandeter Knorpel an. Mit der Hakenkante ist derselbe am Pterygopodienstamm angeheftet. Er ist wie die schuppenförmigen Knorpel auch von der Grube aus vom Integument bedeckt. Seine äussere hintere durch den Haken verbreiterte Fläche dient zum Ansatz für die Aponeurose eines *Musculus rotator*, welcher den Knorpel um seine Längsachse nach der medialen Seite hin zu drehen vermag, so jedoch, dass die Hakenkante hinten, vorn die mediale Kante an den Anheftungsstellen gleichsam als Angelpunkte dienen. Er beschreibt bei einer Drehung ungefähr einen Winkel von 120° . Diese hakenförmige Gestalt besitzt der Knorpel jedoch nur bei *Raja clavata* und bei *Raja Schultzii*, bei *Raja miraletus* ist seine Form etwas verändert. Statt der vorderen hakenförmigen Ausrandung ist er hier hinten tief eingeschnitten, so dass er einer Gabel ähnlich aussieht; ferner ist er hier statt auf den Rinnenknorpel an der innern Fläche desselben in der Rinne angeheftet (vergl. Fig. 3 *B*, *hk* mit Fig. 4 *B* und Fig. 2 *E*, *hh*), wodurch bei der Drehung nun der Schwerpunkt auf die laterale vordere Kante übergeht. Ein Unterschied bestand auch zwischen dem hakenförmigen Knorpel von *Raja clavata* und *Raja Schultzii*; während der der ersteren bereits ganz verkalkt war, besass der von *Raja Schultzii* an den Kanten und der innern Fläche noch Reste eines weichen Bindegewebsknorpels, wodurch er gleichsam ausgepolstert und dicker erschien. Ich schreibe diesen Unterschied jedoch nur dem verschiedenen Alter der beiden Thiere zu. Unterhalb dem vorderen Ende des hakenförmigen Knorpels am untern Rande des Rinnenknorpels in nahezu horizontaler, oder bei liegender Stellung in verticaler Richtung befestigt, befindet sich ein spatelförmiges Knorpelstück (Fig. 4 *B* und *C*, Fig. 2 *D* und *E*, Fig. 3 *da*). Derjenige Theil dieses Knorpelplättchens, welcher dem Rinnenknorpel anliegt, ist sehr elastisch und biegsam und gestattet eine Biegung des Knorpels nach der medialen und nach der lateralen Seite hin. Derselbe ist ganz von der elastischen Membran der Grube umhüllt und steht durch dieselbe besonders in Beziehung zum vorhin erwähnten hakenförmigen Knorpel, indem, wenn derselbe die oben beschriebene Wendung macht, zugleich durch die Membran das Knorpelstück in die Höhe gerichtet wird, so dass es aus der Grube herausragt. Dieses Knorpelstück fehlte wahrscheinlich aus dem bereits erwähnten Grunde bei *Raja miraletus*. Neben diesem Knorpel ist an dem Rande des Rinnenknorpels ebenfalls unterhalb des hakenförmigen Knorpels ein bajonettähnliches, gedrehtes Knorpelstück angeheftet, welches mit der Spitze nach unten gerichtet ist, während die scharfe Kante nach aussen ragt (Fig. 4 *B*, *C*, Fig. 2 *D*, *E*, Fig. 3 *A*, *B*, *bj*). Derselbe ist bei *Raja clavata* blos mit seinem

vordern Theile von der Membran umschlossen, sein ganzes hinteres messerartig zugespitztes Ende ist frei von Integument, welches sich hier bereits abgenutzt hat. Bei Raja Schultzii besass er noch das Integument und ausserdem wie der hakenförmige Knorpel noch ein weiches bindegewebiges Polster. Bei Raja miraletus hatte der Knorpel mehr die Form eines lancettförmigen Blattes, welches mit seinem langen Stiele am Rinnenknorpel befestigt ist. Der Knorpel ist bei allen gar nicht beweglich, eben so wenig der neben ihm an den Rand des Rinnenknorpels befestigte stabförmige Knorpel (*st*), welcher bis ans Ende des Pterygopodium reicht und einen cylindrischen Stab darstellt. Er ist bis an sein stumpfes Ende von der die Grube auskleidenden Membran umhüllt und durch dieselbe auch mit dem Ende des hakenförmigen Knorpels und dem Stammknorpelende des Pterygopodium verbunden. Zwischen diesen drei Knorpelspangen stülpt sich das Integument, eine Hautduplatur bildend, zu der terminalen trichterförmigen Vertiefung ein, der Alveola terminalis (Fig. 4 D, Fig. 2 F, cte).

Der active Bewegungsapparat dieses complicirten Knorpelskelets ist ziemlich einfach und besteht aus drei Beugern des Pterygopodiums und zwei Dilatoren, einem Rotator und einem Levator. Auf der ventralen Fläche befindet sich der Flexor pterygopodii exterior, Beuger der Flosse und zugleich des Pterygopodium (Fig. 2 B und C *flpe*). Er besitzt die grösste Masse und inserirt vorn am Beckengürtel, hinten unterhalb dem dritten Basale am Stamme des Pterygopodium und dem vierten dorsalen Knorpelstück (*r'*), indem er sich in einer schräg nach vorn und lateral gerichteten Linie ansetzt. Er entsendet zugleich die Muskelbündel an die Flossenstrahlen und ist zum Theil auch auf der dorsalen Fläche sichtbar. Auf der dorsalen Fläche inserirt der Flexor pterygopodii interior (*flpi*) am ersten Basale und auf der dorsalen Fläche des Pterygopodienstammes unterhalb dem dritten Basale. Auf derselben Fläche befindet sich ganz lateral der Flexor pterygopodii biceps (*flb*); er hat eine wurstförmige Gestalt und inserirt vorn am vierten dorsalen Knorpel (*r'*) und am Rande des dorsalen Röhrenknorpels. Von den Dilatoren ist der stärkste der Musculus levator auf der dorsalen Fläche des ersten Pterygopodienabschnittes; er besteht aus zweierlei Muskulatur, aus rother und weisser; die rothe Muskulatur bildet die Grundmasse (*r*) und in diese schiebt sich keilförmig die weisse Muskulatur (*al*) ein. Die Fasern des Muskels gehen continuirlich aus der rothen in die weisse Muskulatur über und verändern dabei bloss ihre Farbe. Der Muskel setzt sich vorn in einer nach vorn gebogenen Linie vermittelst eines Ligaments an den Muskel (*flpe*) und den Beuger (*flpi*), ferner an den vierten dorsalen Knorpel (*r'*) an, hinten inserirt er an den

schuppenförmigen Knorpeln. Der *Musculus rotator* befindet sich auf der ventralen Fläche und besitzt eine langgestreckte Form; vorn heftet er sich an den grossen Beuger der Flosse an, hinten geht er in ein sehniges Band über, welches als breite Aponeurose am hintern Theil des hakenförmigen Knorpels inserirt. Die Dilatation des *Pterygopodium* geht hier von zwei Seiten vor sich; durch den *Levator* werden die schuppenförmigen Knorpel um 60° gelüftet, es entstehen die beiden Alveolen; durch den *Rotator* wird der hakenförmige Knorpel um 120° gedreht, wobei sich der spatelförmige Knorpel in die Höhe richtet und hinten die terminale Alveole sich öffnet, indem das Ende des hakenförmigen Knorpels sich bei der Drehung vom Stammknorpel und dem stabförmigen Knorpel entfernt und die Hautduplicatur spannt (vergl. Fig. 1 *D*, Fig. 2 *F* mit Fig. 4 *E*). In die normale Lage wird der Apparat blos durch die elastische Membran der Grube und durch die Elasticität der gespannten Knorpel zurückgeführt, nachdem die beiden Dilatoren sich wieder verlängert haben.

Auf der ventralen Fläche, welche von den Flossenstrahlen gebildet wird, nur überdeckt von dem Integument, findet sich eingebettet in ein lockres, blutgefässreiches Bindegewebe die *Pterygopodiendrüse*. Sie hat in der Umhüllung des muskulösen Drüsensackes eine ovale langgestreckte Form (Fig. 8 *A*). Dieser Drüsensack bildet einen starken Schlauch von quergestreifter Muskulatur, welcher sich auf der einen Seite fest an die Drüse anlegt, während er auf der entgegengesetzten Seite einen Hohlraum übrig lässt, aus welchem eine schmale lange Oeffnung (*a*) nach aussen führt. Die beiden Flanken der Drüse versieht er von der Seite aus, wo er sich fest an dieselbe anlegt, mit einem starken muskulösen Belag, welcher sich beiderseits bis nahe zur Furche erstreckt (Fig. 8 *C*, *b*). Der Muskelschlauch wird ausgekleidet durch ein derbes Epithel, welches eine Fortsetzung des die Rinne auskleidenden Integuments ist; das letztere geht durch einen geschlossenen kurzen Schlauch, welcher sich über jener schmalen Oeffnung der Drüse ansetzt und die Verbindung bildet zwischen der äussern Rinne und der Drüse, continuirlich in die innere Auskleidung der letztern über. Die eigentliche Drüse, der längliche Wulst im Drüsensack, besitzt eine hohnenförmige Gestalt und an der gegen den Hohlraum des Muskelschlauchs gerichteten Seite eine Längsfurche, in welcher die Ausführungszäpfchen vorragen als kleine Wärzchen. Die Anzahl der Ausführungszäpfchen beläuft sich bei allen drei Species durchschnittlich auf 60, welche bald paarweise alternirend, bald in einer Reihe hintereinander, bald sogar zu dreien neben einander stehen (Fig. 8 *B*). Das Secret der Drüse ist in frischem Zustande klebrig und schleimartig, gerinnt in Alkohol

zu einer weissen, bröckligen, talgartigen Masse und dient jedenfalls als Schutzmittel für die Pterygopodien. Die Drüse der einzelnen Rochenarten unterscheidet sich nur durch die Grösse, welche jedoch auch bei derselben Art in verschiedenen Altersstufen variiert. Bei *Raja clavata* maass die Länge der grössten Drüse mit Muskelschlauch 6,5 Cm., die grösste Breite 2,5 Cm. Die Länge derselben ohne Muskelschlauch betrug 5,2 Cm., die grösste Breite 4,25 Cm., die grösste Dicke 0,8 Cm. Bei *Raja Schultzii* maass die Länge ohne Muskelschlauch 3,2 Cm., die Breite etwas weniger als 4 Cm. Bei *Raja miraletus* betrug die Länge ohne Muskelschlauch 2,5, die Breite 0,8 Cm.

Mikroskopische Anatomie der Pterygopodiendrüse.

Die Drüse, wie sie sich bei den Haien findet und lebenslänglich persistirt, ist scheinbar gänzlich verschieden von der Drüse der Rochen. Sie stellt einen langgestreckten dorsoventral comprimierten platten Schlauch dar, dessen vorderes Ende blind geschlossen ist, während das hintere Ende vermittelt eines sehr kurzen Schlauches mit dem Ausführungsgang, der äussern Rinne, communicirt (Fig. 5 *C glp*; Fig. 12), in der Art, wie ich es oben mehrfach beschrieben habe. Auf einem Querschnitte durch die Drüse, welcher senkrecht auf die Längsachse derselben gerichtet ist (Fig. 13), stellt sie einen aus mehreren, schon bei geringer Vergrösserung deutlich erkennbaren Schichten bestehenden Schlauch von ovalem Umriss dar. Die äusserste Schicht ist ein Rest des blutgefässreichen Bindegewebes (*a*), in welches die Drüse eingebettet ist und welches sie an ihre Umgebung befestigt. Darauf folgt nach dem Lumen des Schlauches zu eine Schicht quergestreifter Muskulatur (*b*), welche in zwei Abtheilungen zu zerlegen ist, in eine äussere Ringmuskelschicht (Fig. 14 *b'*), welche in der Richtung der Breitenachse verläuft, und eine innere Längsmuskelschicht (*b''*), welche aus Muskelbündeln besteht, die in der Richtung der Längsachse der Drüse verlaufen. An diese Muskelschicht schliesst sich eine Bindegewebsschicht (Fig. 13 *c*). Dieselbe führt ausser Bindegewebfasern mit kleinen runden Kernen noch glatte Muskelfaserelemente mit schönen langgestreckten Kernen, deren Längsdurchmesser 0,04096 Mm. beträgt; ausserdem verzweigen sich in ihr noch zahlreiche Blutgefässe zu den Capillaren. Die innerste Schicht, welche das Lumen des Schlauches auskleidet, ist eine Epithelschicht (Fig. 13 *d*). Sie besteht aus einer vier-, fünf- bis sechsfachen Lage von Zellen (Fig. 13 *d*), in welchen bald zahlreicher, bald zerstreuter, strichweise sogar ganz fehlend, schöne Becherzellen eingelagert sind (Fig. 16 *f*). Der ganze Aufbau

der Drüse ist derselbe wie der der äussern Haut, da die Drüse, wie ich bereits oben erwähnt habe, und die Figuren (Fig. 17 1, 2, 3, 4), welche der Flosse eines 23 Cm. langen Acanthiasembryo entnommen sind, beweisen, durch eine Einstülpung der äussern Haut entstanden ist, indem die Letztere aus der Rinne, welche sich dorsal befindet, zuerst als Schlauch durch die Weichtheile hindurch auf die ventrale Seite des Pterygopodium und dann von hier aus unter die Haut der Flosse nach vorn hineinwuchs, nur ist die Lage der einzelnen Schichten hier etwas verändert; diejenige Schicht, welche bei der Haut die äusserste ist, bildet bei der Drüse die Auskleidung im Lumen als Drüsenepithel und die Bindegewebsschicht liegt auf dem Drüsenepithel, während man bei der äussern Haut sagt, sie liegt unter dem Epithel der Haut. Diese Veränderung ergiebt sich jedoch aus der Natur der Sache von selber. Die Muskelschicht der Drüse wird nicht mit eingestülpt, sondern sie differenzirt sich allmähig aus der Bindegewebsschicht nach der Einstülpung.

In Bezug auf die Form der Zellen des Drüsenepithels müssen verschiedene Lagen angenommen werden. Die der Bindegewebsschicht anliegende Zellenlage (Fig. 4 d') ist eine Cylinderepithelschicht und wird gebildet von Cylinderzellen, welche sich palissadenartig aneinanderreihen und mit schönen ovalen Kernen versehen sind. Durch quere Theilung geht aus dieser Zellschicht die zunächst folgende Zellenlage hervor, welche in Folge dessen ein Plattenepithel bildet und aus flachen niedrigen Zellen besteht. Die darauf folgende Zellenlage oder respective zwei Lagen sind durch Wachstum und Weiterrücken aus der vorhergehenden entstanden, besitzen in Folge ihres Wachstums eine grössere Höhe. Indem sie immer weiterrücken und die äussere Zellenlage abstossen, bilden sie zuletzt die innerste, dem Lumen anstehende Zellenlage. Passend könnte man jene Schicht des Epithels, in welcher die Vermehrung der Zellen vor sich geht, als cambiale Zone bezeichnen. Die Zellen der innersten Schicht erscheinen ziemlich stark ausgebaucht, besitzen eine grössere Höhe und sind nach aussen abgerundet. An diesen untersten Zellenlagen kann man bei genauer Einstellung des Tubus auch eine zarte Riffung der Zellmembran erkennen, ähnlich wie sie FRANZ EILHARD SCHULZE¹⁾ auch im Epithel der äussern Haut von Süswasserfischen beschreibt. Die Zellmembranen, überhaupt sehr zart und undeutlich, scheinen sogar häufig, besonders in den jüngern Zellschichten zu fehlen. Ausserdem treten in dieser Epithelschicht häufig

1) FRANZ EILHARD SCHULZE: »Epithel und Drüsenzellen.« Arch. f. mikrosk. Anatomie III. Bd. p. 151.

Gebilde von auffallender Grösse auf, die auf den ersten Anblick gar nicht Zellen, sondern Blasen ohne Inhalt zu sein scheinen. SCHULZE (l. c.), welcher sie in der äussern Haut von Süsswasserfischen untersucht hat, nennt sie Becherzellen und nach seinen Untersuchungen repräsentirt jedes dieser Gebilde eine einzellige Drüse. Wird ein Stückchen des Epithels aus der Drüse losgelöst und, auf dem Objectträger ausgebreitet, in Glycerin unter das Mikroskop gebracht, so erblickt man bei einer Einstellung auf die Oberfläche des Epithels zunächst regelmässig polyedrische Zellen (Fig. 15 A) mit einem durchschnittlichen Durchmesser von 0,04753 Mm., welche einen runden oder ovalen Kern von 0,00685 Mm. im Durchmesser besitzen und einen feinkörnigen Protoplasmainhalt. Ausserdem bemerkt man zerstreut, den Spaltöffnungen auf den Blättern der Pflanzen vergleichbare, unregelmässige Oeffnungen (s), welche durch die Membranen der benachbarten auseinander gewichenen Zellen gebildet werden. Stellt man etwas tiefer ein (Fig. 15 B), so sieht man, dass überall da, wo sich eine von diesen Spaltöffnungen befindet, auch eine Becherzelle vorhanden ist, dass sich aber auch ausserdem noch zahlreiche derartige Zellen finden, welche einer Spaltöffnung entbehren. Die Becherzellen sind schon wegen ihrer Grösse nicht leicht zu übersehen; doch zeichnen sie sich auch vor den Zellen der Umgebung durch eine ziemlich starke Zellmembran aus. Sie stehen oft in Gruppen nebeneinander, ohne dass jedoch irgend eine Regelmässigkeit bemerkbar wäre, oft auch nur vereinzelt. Der Inhalt der Zellen besteht aus einem grossen Kern, in welchem sehr häufig noch ein Kernkörperchen als ein heller Punkt in der dunklern Masse des Kerns zu beobachten ist; ferner aus einem spärlichen feinkörnigen Protoplasma-reste, der sich besonders um den Kern ansammelt und von da aus in einer dünnen Schicht rings an der Wandung der Zelle sich ausbreitet, wodurch auch die farblose Flüssigkeit, welche die Hauptmasse des Inhalts zu bilden scheint, an der Oberfläche blass granulirt erscheint. Gewöhnlich sind die Becherzellen prall gefüllt. In der Ansicht von der Fläche des Epithels erscheint der Umriss der Becherzellen rund, oval und eiförmig. Der Kern liegt nicht immer an derselben Stelle, immer aber wird er da gefunden, wo die Zelle am spitzesten ist, in Folge dessen oft da, wo der Kern der Wandung anliegt, ein Höcker vorhanden zu sein scheint. Der Kern liegt nie etwa in der Mitte der Zelle. Der grösste Durchmesser der Becherzellen beträgt bei der Ansicht von der innern Seite der Epithelschichten 0,04507, 0,02466, 0,03836 Mm. Die Länge der Kerne beträgt 0,04370, 0,01644, die Breite derselben 0,00685, 0,00822 Mm. Auf einem Querschnitt durch die Drüse senkrecht auf die Längsachse erscheinen die Becherzellen in derselben Anordnung;

die Form wird bei einigen dadurch modificirt, dass sie eine schlauchförmige Verlängerung entwickeln, vermittelt deren sie nach aussen münden; durch diese Gestaltung erhalten sie die charakteristische Becherform; andere bewahren ihre ovale oder auch runde Form. Zuweilen kommen Becherzellen vor, welche den Ausführungsgang besitzen und ihre pralle Form verloren haben; sie erscheinen in Folge des Verlustes ihres Inhaltes geschrumpft. Ich habe ferner Gebilde beobachtet, welche abweichend von den Becherzellen einen reichlichen körnigen Protoplasmainhalt von blassrother Färbung besitzen. Ich halte sie für jugendliche Formen der Becherzellen. Die Länge der Becherzellen schwankt zwischen 0,02740 und 0,03836 Mm. Die Dicke der Epithelschicht beträgt 0,05206 Mm., die der Bindegewebsschicht 0,08220—0,28770 Mm.; die der Muskelschicht durchschnittlich 0,46577 Mm.

Wie ich bereits oben ausgeführt habe, ist die Drüse der Rochen eine zusammengesetzte tubulöse Drüse. Die einzelnen Tubuli lagern sich radiär um die Ausführungsöffnung und verzweigen sich nach der Peripherie dichotomisch; an der Peripherie endigen sie blind. Die Weite der Schläuche bleibt sich bis zur Peripherie ziemlich gleich und beträgt durchschnittlich 0,408778 Mm. Um jedes Ausführungszäpfchen bildet sich also ein Complex von Drüsenschläuchen, welche strausfförmig angeordnet sind und sich ihrem Aussehen nach am besten einem verzweigten Strauche en miniature vergleichen lassen. Ein solches Bild liefert ein Schnitt, welcher senkrecht auf die Längsachse geführt ist und das Lumen eines Ausführungszäpfchens mitten durchschneidet (Fig. 9). Es ist dann aussen eine Schicht losen Bindegewebes zu sehen, auf welches eine Muskelschicht folgt; dieser Muskelschicht liegt eine sehr dünne Schicht faserigen Bindegewebes an, welche durch die peripherischen Enden der Schläuche gebildet wird. Den ganzen übrigen Theil der Drüse nehmen nun die gerade gestreckten, radiär angeordneten verzweigten Drüsenschläuche ein. Die Schläuche münden nach der Vereinigung mehrerer in einen Einzelnen in Hohlräume, wie einer derselben in der Figur abgebildet ist, und aus diesen Hohlräumen geht es erst durch die Ausführungszäpfchen in das Lumen des Drüsensacks. Um sich übrigens eine vollständige Vorstellung von dem Bau der Drüse zu verschaffen, muss man parallel zur Längsachse der Drüse einen Schnitt führen, der die Furche derselben halbt. Man erkennt dann, dass diese Verzweigung der Drüsenschläuche nicht nur in einer Ebene vor sich geht, sondern sich stereometrisch ausbreitet. Die Form der Drüsenschläuche ist eine durch gegenseitige Abplattung entstandene polyedrische, wie ein Schnitt belehrt, welcher senkrecht auf die Längsachse einzelner Drüsenschläuche geführt wird (Fig. 10 A). Die Scheide-

wände der Drüsenschläuche sind aus faserigen Elementen aufgebaut, in welchen ich jedoch keine Kerne entdeckt habe. Wohl aber konnte ich an der Vereinigungsstelle mehrerer Septen, in den Achseln der Drüsenschläuche, die feinem Verzweigungen der Blutgefässe nachweisen, deren eines oder mehrere sich in diesen Scheidewänden verzweigen. Die Dicke der Schlauchwände betrug auf diesen Querschnitten durchschnittlich 0,00274 Mm. Das Lumen der Drüsenschläuche wird ausgefüllt von einer einfachen Lage von Spindelzellen und körniger Masse. Die Spindelzellen sind ziemlich lang; ihre Länge beträgt 0,03425, 0,03699, 0,04440 Mm. Sie sind derart angeordnet, dass sie mit ihrer Längsachse schräg auf der Wand der Schläuche aufsitzen. Wenn man daher einen Schnitt senkrecht auf die Längsachse eines Schlauches führt, so erhält man ein Bild, welches sehr leicht zu der irrigen Ansicht verleiten kann, man habe es mit einem mehrschichtigen Epithel zu thun, indem bei der schrägen Stellung der Spindelzellen durch den senkrechten Schnitt immer mehrere untereinander stehende Zellen geschnitten werden und so der diagonale Querschnitt mehrerer der Länge nach hintereinander angeordneter Zellen dargestellt wird. Diese Ansicht wird aber zunächst zweifelhaft, wenn der Schnitt etwas schief zur Längsachse gegangen ist. Man erhält dann ein Bild (Fig. 40 B), bei dem auf der einen Seite sich vollständige Spindelzellen darbieten, welche allmählig in ein mehrschichtiges Epithel überzugehen scheinen, indem zunächst blos an der Spitze der Spindelzellen noch ein kleiner Querschnitt von der Spitze einer untern Spindelzelle und später mehrere solche diagonale Querschnitte nebeneinander erscheinen. Ganz aber schwindet der falsche Anschein, wenn es gelungen ist, einen Längsschnitt herzustellen, welcher durch die Mitte eines Schlauches geht. Hier kann man nun ganz deutlich wahrnehmen (Fig. 44 A), dass die Schläuche erstens nur eine einfache Lage von Epithelzellen besitzen, zweitens dass diese Epithelzellen lange zugespitzte Spindelzellen sind, und dass drittens diese Spindelzellen eine schiefe Stellung besitzen, indem sie mit ihrer Längsachse nach der Ausführungsöffnung gerichtet sind. Schneidet man jedoch einen Drüsenschlauch mehr nach seiner Oberfläche zu, was grösstentheils geschieht, so erhält man wieder blos Querschnitte von Spindelzellen, welche zu der bereits besprochenen irrigen Ansicht verleiten können (Fig. 44 B). Die Spindelzellen besitzen einen ziemlich grossen runden Kern, dessen Durchmesser durchschnittlich 0,00685 Mm. beträgt und einen körnigen Inhalt. Untersucht man das frische Secret der Drüse, welches ich nur der Drüse von Raja Schultzii entnehmen konnte, so bemerkt man darin vor allem eine körnige Masse, in welcher zerstreut Zellenreste von spindelförmiger und

polyedrischer Gestalt, letztere seltener, und einzelne rhomboedrische Krystalle, ähnlich den Allantoinkrystallen, wie sie FREY in seinem Lehrbuch der Histologie und Histochemie abbildet, sich vorfinden. Auch gewissen Krystallformen der phosphorsauren Talkerde, ferner des Taurin, von denen FUNKE¹⁾ in seinem Atlas (auf Taf. V Fig. 4 und Taf. XVII Fig. 5) Abbildungen giebt, können dieselben verglichen werden. Die Körner sind theils Fettmoleküle von stärkerem Lichtbrechungsvermögen, theils matt und schwach glänzend, wahrscheinlich Protein-substanz. Diese körnige Masse rührt her von der Zersetzung der Spindelzellen, was deren zerstreutes Vorkommen in der körnigen Masse beweist. Auch in den Schläuchen habe ich sehr häufig solche Spindelzellen entweder bereits abgelöst oder in der Ablösung begriffen gefunden. Auf welche Art die Spindelzellen jedoch ersetzt werden, darüber habe ich keinen Aufschluss gefunden; ich glaube, dass sie sich aus der faserigen Schlauchwand erneuern, in welcher sich auch die Capillaren verzweigen.

Eine auffallende Aehnlichkeit existirt zwischen der Pterygopodien-drüse der Rochen und der Bürzeldrüse der Vögel, welche ROBBY KOSSMANN²⁾ beschreibt. Durch Herrn Professor LEUCKART auf diese Analogie aufmerksam gemacht, verglich ich die Zeichnungen KOSSMANN's mit dem von mir bereits festgestellten. Ebenso wurde ich vom Herrn Professor in den Stand gesetzt, Präparate, welche von KOSSMANN herrührten, anzusehen. Ich überzeugte mich nun auch thatsächlich, dass der Aufbau ein sehr ähnlicher ist. Nur in einem Punkte sollen sie sich abweichend verhalten, und zwar gerade in Bezug auf das Drüsenepithel. KOSSMANN sagt, er habe ein mehrschichtiges Epithel gefunden und zeichnet auch in einen Querschnitt von einem Drüsenschlauch fünf bis sechs Schichten polyedrischer Zellen. Ich habe schon vorhin darauf hingewiesen, wie leicht man zu irrigen Anschauungen darüber verleitet werden kann durch die schiefe Stellung der Spindelzellen; auch die merkwürdige Form, welche er den Epithelzellen in seinen Bildern giebt, ferner der Umstand, dass in Bezug auf den Bau der Drüse sonst keine wesentlichen Abweichungen vorhanden sind und endlich die mikroskopische Aehnlichkeit, welche ich in seiner Beschreibung vom Secret der Bürzeldrüse finde mit dem Secret der Pterygopodiumdrüse der Rochen, dieses Alles bestärkt mich in meiner Annahme, dass auch die Talgdrüse der Vögel ein einschichtiges Epithel von Spindelform besitzen müsse. Ich selber habe mich leider

1) DR. OTTO FUNKE: Atlas der physiologischen Chemie. Leipzig 1858.

2) ROBBY KOSSMANN: »Ueber die Talgdrüsen der Vögel.« Inauguraldissertation. Leipzig 1874. — Cfr. diese Zeitschr. Bd. XXI. p. 568.

auf eine nähere Untersuchung vor der Hand nicht einlassen können und zufälligerweise fehlten auch Herrn Professor LEUCKART gerade Präparate von Querschnitten durch die Drüsenschläuche. Sollte sich meine Vermuthung als richtig herausstellen, so könnte man hier eben den Erfahrungssatz, gleiche Ursachen gleiche Wirkungen, zur Anwendung bringen und von der ähnlichen Beschaffenheit der Pterygopodiendrüse der Rochen mit der Bürzeldrüse der Vögel auf eine ähnliche Function schliessen, und da die Bürzeldrüse als Talgdrüse fungirt, so müsste auch die Pterygopodiendrüse eine solche Function haben; wir hätten es mit einer echten Talgdrüse bei den Rochen zu thun.

Die Objecte meiner Untersuchung waren gewöhnlich, wenn ich sie zugeschickt erhielt, bereits in Weingeist gehärtet. Nur Raja Schultzii erhielt ich frisch und hier konnte ich auch Chromsäure, welche auch hier ihre günstige Wirkung nicht verfehlte, in starken Verdünnungen von 0,5—2 % als Erhärtungsmittel anwenden. Schöne Bilder habe ich auch aus Weingeistpräparaten erhalten, doch hatten sie alle den Nachtheil zu geringer Bestimmtheit, besonders was die Umrisse der Epithelzellen anbetraf, deren Membranen sehr zart sind. Um feine Schnitte zu fertigen, bediente ich mich in gewissen Fällen des LEYSER'schen Microtoms, wobei ich die Objecte so klein wie möglich wählte und nach vorherigem Durchtränken mit Terpentinöl in reines Paraffin einbettete. So war es mir möglich, Schnitte von ungefähr $\frac{1}{40}$ — $\frac{1}{70}$ Mm. Dicke zu erhalten, besonders wenn ich, was zuweilen zu empfehlen ist, um eine innige Verbindung des Objects mit Paraffin zu erzielen, das erstere zuvor kurze Zeit in einem lauwarmen Gemisch von Terpentinöl und Paraffin schwemmte. Um die Schnitte von Paraffin zu befreien, wusch ich sie gewöhnlich in Terpentinöl, seltener in Benzin aus, und war das Object nicht schon vorher in toto gefärbt, so geschah dies jetzt bei den einzelnen Schnitten nach vorherigem längerem Einlegen in absoluten Alkohol. Als Tinctionsmittel wendete ich gewöhnlich Picrocarmin an, vermittelst dessen ich immer die leicht verständlichen und klarsten Bilder erhalten habe, während mir Hämatoxylin und GERLACH'scher oder BEALE'scher Carmin weniger günstig erschienen. Um die Umrisse der Zellen und Drüsenschläuche deutlicher zu erhalten, versuchte ich die Imprägnation mit Goldchlorid; doch hatte diese blos Erfolg in Bezug auf die Drüsenschläuche, keinen oder sehr geringen auf die Darstellung der Zellmembran. Ich habe immer der Zeichnung beigelegt, von was für einem Präparate dieselbe entnommen ist.

Vergleichende Anatomie der Pterygopodien.

Die Bauchflossen der Selachier sind in Bezug auf ihren Endabschnitt, die Pterygopodien, so wesentlich von einander verschieden, sie erscheinen so eigenartig ausgebildet und es treten bei den verschiedenen Gattungen so verschiedenerlei bestimmende Momente hinzu, welche das Ganze specialisiren, dass man zuletzt in Zweifel geräth, was als wesentlich und was als unwesentlich zu betrachten ist, und es schwer hält, eine allgemeine Norm aufzufinden, der alle folgen können. Man möchte beinahe annehmen, dass hier gar kein allgemeines Gesetz existire und die Ausbildung der Pterygopodien den unberechenbarsten Umständen und Lebensverhältnissen als Folge zuzuschreiben wäre. Die einzige Möglichkeit, das gesammte Material unter einen Gesichtspunct zusammenzufassen, ist, wie ich bereits mehrmals hervorgehoben habe, die, sie im Zusammenhang mit der Flosse als ein morphologisch Ganzes zu betrachten. Wenn man absieht von den ältern Ansichten Bloch's, Cuvier's, Mayer's und Stannius', so summiren sich die Ergebnisse der neuesten Untersuchungen darin, dass man besonders mit Gegenbaur (l. c.) die Pterygopodien im Allgemeinen als Differenzirungen bestimmter Theile der Flosse ansah, zu welchen dann specielle der Function der Einzelnen entsprechende Modificationen hinzu kommen. Ein Theil dieser Ansicht ist richtig, nämlich der, dass die Pterygopodien als Organe zu betrachten sind, an deren Bildung sich auch wesentliche Theile des Flossenskelets betheiligen. Doch muss dieselbe dahin eingeschränkt werden, dass man es nicht lediglich mit Modificationen wesentlicher Skelettheile beim Pterygopodiumskelet zu thun hat. Der grösste Theil dieser Faserknorpelgebilde des Pterygopodium ist sowohl seiner Entstehungsart und -Zeit, als auch seinem übrigen Wesen nach als wesentlich verschieden von den übrigen Theilen des Flossenskelets zu betrachten, als Gebilde secundärer Art im Gegensatz zu dem primären Flossenskelet. Die Pterygopodien bestehen demnach aus zweierlei Elementen, aus primären dem Flossenskelet wesentlich zugehörenden Theilen und aus secundären, welche ihrem Wesen nach und auch morphologisch von den primären Theilen des Pterygopodium sowohl als der übrigen Flosse zu trennen sind. In den Zusammenhang morphologischer Betrachtung der Pterygopodien mit dem Flossenskelet als Ganzes gehören also nur die primären Knorpel des Pterygopodium hinein; die letztern haben gewisse Modificationen erfahren. Wie ich zu dieser Ansicht gekommen bin, werde ich im Folgenden mittheilen, wenn ich bei der Vergleichung der verschiedenen, hier eine Rolle spielenden Theile

des Flossenskelets an die Vergleichung der Pterygopodienskelete gekommen bin.

Das Basale des Flossenskelets ist bei allen transversal gegliedert; bei *Acanthias* ist dasselbe in zwei (Fig. 5 *D* u. *E*, *b*, *b'*), bei den Scyllien ebenfalls in zwei (Fig. 7 *C*, *b*, *b'*), bei *Torpedo* und den Rajidae in drei Gliedstücken vorhanden (Fig. 4 *D*; Fig. 3 *A* u. *B*; Fig. 2 *D* u. *E*; Fig. 1 *B* u. *C*, *b*, *b'*, *b''*). Neben diesen Gliedstücken der Basalia finden sich theils noch getrennte (*Torpedo*, *Acanthias*, Scyllien), theils verwachsene Radien (Rajidae), welche ausserdem bald als Ganzes (Rajidae, Scyllien), bald als Gliedstücke der betreffenden Radien (*Torpedo*, *Acanthias*) eine Reducirung ihrer Länge und Modificationen erfahren haben. Am ursprünglichsten verhalten sich die beiden Radien noch bei *Torpedo* und *Acanthias* (Fig. 4 *D*, *r'*). Hier ist blos das erste Glied dieser beiden Radien verwachsen und in seiner ursprünglich die Länge der übrigen Glieder derselben überwiegenden Grösse reducirt. An diese Verhältnisse schliesst sich zunächst der Befund bei den Scyllien, wo die beiden Radien noch als kleine, in doppelter Anzahl vorhandene Schaltstücke (Fig. 4 *C* *r'*, *r''*) vorhanden sind. Sie haben hier mit ihren Eigenschaften als Radien auch ihre Function als solche verloren. Am meisten verwischt ist dies Verhalten bei den Rajidae, wo diese beiden Radienrudimente der Scyllien durch ein einziges Stück (*r'*) dargestellt werden. Es liegt nun sehr nahe anzunehmen, dass Radien sich auch an der Bildung eines Theils der Pterygopodienknorpel theilnimmt und in Folge dessen die verschiedenen Modificationen erfahren hätten. Besonders günstig für diese Ansicht würde das Verhalten bei den Rochen und Scyllien sein, indem hier zwei lange Röhrenlamellen vorhanden sind, welche als Radien gedeutet werden könnten, und die entsprechende Anzahl von terminalen Radiengliedern könnte man aus der grossen Anzahl von Knorpeln aussuchen. Doch dem ist nicht so! — Ich war bereits durch die Beschreibung, welche GEGENBAUR in seiner erwähnten Arbeit von den Pterygopodien der Rochen giebt, stutzig gemacht. Früher noch hatte ich die Bauchflossen eines 23 Cm. langen *Acanthias*embryo theils auf Längsschnitten und Querschnitten, theils an Präparaten, welche ich unter der Loupe gewonnen hatte, untersucht und gefunden, dass das Verhalten bei diesem ein ganz anderes und viel einfacheres war als beim erwachsenen Thier. Ich konnte mir jedoch daraus noch keinen Schluss bilden, ich glaubte im Gegentheil den Grund für diese Abweichung darin finden zu müssen, dass die Embryonen nicht von *Acanthias* herrührten. Zufälliger Weise erhielt ich bei einer Sendung aus Neapel auch wieder eine Flosse von *Acanthias vulgaris* und fand auch bei dieser äusserlich ein ganz neues Verhalten. Vor allem war kein

sporenartiger Knorpel sichtbar, und statt verschiedener Knorpel schienen bloß Hautfalten und Hautlamellen vorhanden zu sein. Als ich die Flosse jedoch näher untersuchte, fand ich noch in der Haut verborgen einen Knorpel, der dem Sporn entsprechen musste; derselbe hing an einem bindegewebigen Hautfortsatz am Pterygopodienstamm; dieser Hautfortsatz musste jedenfalls dem spätern processus des Stammknorpels entsprechen (Fig. 5 *E sp u. pr*). Ausserdem fand ich den dem Haken entsprechenden Knorpel bereits ausgebildet, aber auch noch unter dem Integument verborgen, ebenso das Stammknorpelendglied; eine Hautlamelle stellte den spätern blattförmigen Knorpel dar. Diese Entdeckung brachte mir nun plötzliches Licht in die Sache. Ich gedachte nun auch des Befundes bei den Embryonen, wo ich bloß einen geraden runden Stab mit einem terminalen Gliede gefunden hatte, und kam durch Vergleichung dieser Befunde zu der Ueberzeugung, dass bei *Acanthias* bloß der Stammknorpel und sein terminales Glied als wesentlich zum Flossenskelet gehörig, also als primäre Knorpel anzusehen seien, dass alle übrigen Knorpel secundäre Gebilde darstellten, und allmählig aus Hautlamellen und Falten oder im Innern des Pterygopodium aus Bindegewebe entstanden. Ich untersuchte darauf hin auch eine derartige Flosse von *Raja asterias* und fand meine Annahme bestätigt. Es bliebe demnach für das Pterygopodium der Rajidae und Torpedos als primärer Knorpel übrig bloß ein einfacher, langer, runder Knorpelstab, für *Acanthias* und die Scyllien ebenfalls nur ein einfacher Knorpelstab, jedoch mit einem terminalen Gliede versehen. Das Verhältniss der primären Knorpel zu den secundären in den Pterygopodien der verschiedenen Familien in Zahlen ausgedrückt wäre Folgendes:

	Anzahl primärer Knorpel	Anzahl secundärer Knorpel
Rajidae	1	8
Torpedo	1	6
Scyllium	2	5
Acanthias	2	3 mit dem Processus 4

und die gesammte Anzahl der den Flossenstamm bildenden primären Knorpel würde für die einzelnen Familien folgende sein:

für Rajidae	4	} Rajae
- Torpedo	4	
- Scyllium	4	} Squali.
- Acanthias	4	

Das Resultat, welches sich aus obiger Betrachtung ergibt, wenn man es auf die Archipterygiumtheorie bezieht, ist kurz zusammengefasst folgendes: Das Hintergliedmassenskelet sammt den wesentlichen Theilen des Pterygopodium stellt ein Metapterygium mit gegliedertem Stamme und lateralem Radienbesatz dar. Der Stamm, aus vier durch transversale Gliederung entstandenen Gliedern bestehend, entspricht dem biserialen Urflossenstamm, wie er noch bei *Ceratodus* persistirt, trägt jedoch blos lateral an seinen vordern Gliedern Radien, welche zum Theil rückgebildet sind. Zuweilen finden sich Andeutungen auch eines medialen Radienbesatzes. Das terminale Stammglied (Rochen), oder das vorletzte Glied desselben (Haie) hat sich zu einem langen Stab differenzirt.

Merkwürdig ist das Verhalten der Pterygopodiendrüse bei den Rochen und Haien, welche trotz ihrer histologischen Verschiedenheit und ihrem abweichenden anatomischen Bau in einer innigen Entwicklungsgeschichtlichen Beziehung stehen. Bei den Haien ist sie ein einfacher blindendigender muskulöser Schlauch mit einem mehrschichtigen Epithel, eine einfache Einstülpung der äussern Haut, welche sich im Ganzen nicht viel weiter differenzirt hat und noch so ziemlich dieselbe histologische Beschaffenheit wie jene besitzt, mit zahlreichen Faltungen und Vertiefungen des Epithels. Bei den Rochen ist ebenfalls ein muskulöser Schlauch vorhanden; doch hat nicht mehr dieser Schlauch die Function der Drüse, sondern dieselbe ist übergegangen an einen länglichen, breitgedrückten, mit einer Längsfurche versehenen Wulst. Es hat eine Differenzirung in Bezug auf die Leistungen der einzelnen Theile stattgefunden, eine Arbeitstheilung. Von Wichtigkeit ist bei dieser Arbeitstheilung die gleichzeitige Vergrösserung der absondernden Fläche. Während bei den Haien die einfache innere Epithelschicht, welche höchstens mit geringen Faltungen und Vertiefungen versehen ist, die Lieferung des Secrets besorgt, hat sich bei den Rochen eine zahllose Menge von Schläuchen gebildet, welche zusammen vielleicht den 400-fachen Flächenraum der einfach ausgebreiteten Epithelschicht übertreffen. Jedenfalls muss man das Verhalten der Drüse, wie sie bei den Haien das ganze Leben hindurch persistirt, als das ursprüngliche ansehen; aus ihr entwickelte sich dann durch weitere Differenzirung die Drüse der Rochen. Meine Vermuthung über die Phylogenese der Drüse bei den Plagiostomen, welche wahrscheinlich mit der Ontogenese derselben bei den Rajae zusammenfällt, ist folgende: Nachdem sich durch Einstülpung der äussern Haut die sackförmige Drüse der Haifische gebildet hatte mit den drei Schichten: der Epithelschicht, der Bindegewebsschicht und der Muskelschicht, entstand in einer Längslinie der Epithelschicht eine stärkere Wucherung der Epithelzellen, welche immer mehr zu-

nahm, und zuletzt einen Längswulst durch die ganze sackförmige Einstülpung bildete. Zugleich entstanden in diesem Längswulst hie und da zerstreut, jedoch in einer Längslinie, der spätern Furche, geordnet, einzelne Vertiefungen. Diese einzelnen Vertiefungen repräsentirten die spätern Ausführungszäpfchen. Aus diesen primären Ausführungszäpfchen wucherten dann allmählig in den Wulst hinein weitere Vertiefungen, und aus diesen wieder andere Vertiefungen also Schläuche erster, zweiter Ordnung u. s. w., bis sich zuletzt die vollständige Drüse mit ihren radiär angeordneten baumförmig verzweigten Drüsenschläuchen gebildet hatte. Ein Analogon zu dieser Entstehung der Drüse bei den Rochen bieten z. B. die Talgdrüsen der Vögel, in ihrer ontogenetischen Entwicklung, wie sie KOSSMANN in seinem erwähnten Aufsätze gegeben hat. Ich nehme nicht Anstand diese Entwicklungsgeschichte der Talgdrüse bei den Vögeln auf die phylo-ontogenetische Entwicklung der Pterygopodiendrüse bei den Plagiostomen, eventuell den Rochen zu übertragen, da die Aehnlichkeit zwischen beiden eine so frappante ist, und so geringe Differenzen obwalten. Ich habe selbst die Ontogenese der Drüse bei den Rochen wegen Mangels an Material nicht studiren können, doch glaube ich berechtigten Grund zu haben, jene Behauptung, oder besser Vermuthung aufzustellen, da alles für eine Homologie zwischen der Bürzeldrüse der Vögel und der Pterygopodiendrüse der Rochen zu sprechen scheint.

Eine immerhin merkwürdige Erscheinung an den Pterygopodiendrüsen der Plagiostomen ist das Auftreten eines Ueberzugs von quergestreifter Muskulatur, ein Zeichen dafür, dass dieselbe unter dem Einfluss des centralen Nervensystems steht, und eine bedeutende Wirkung auszuüben hat. Es ist dies ein ähnliches Verhalten wie bei den Cowper'schen Drüsen und den Giftdrüsen der Schlangen, die in gleicher Weise mit einer Hülle von quergestreiften Muskelfasern versehen sind. Die Muskulatur bildet bei den Haien die äusserste Schicht der Drüse, welche nur vom subcutanen Bindegewebe überdeckt ist und findet sich in zweierlei Weise gruppirt: erstens als eine untere Längsmuskelschicht, welche die Drüse in der Richtung der Längsachse durchzieht und zweitens als eine obere Ringmuskelschicht, welche die Drüse in der Zone der beiden kürzesten Achsen umzieht. Bei den Rochen findet sich zunächst eine Schicht, welche den Hauptbestandtheil des äussern muskulösen Sackes bildet; diese sowohl als auch die muskulöse Schicht in der Haifischdrüse haben die Function, das Secret aus dem Drüsensack in den Ausführungsgang zu entleeren. Bei den Haien ist keine weitere Differenzirung der Muskelschicht erforderlich; die Drüse der Rochen dagegen besitzt noch zwei mantelförmige Ausläufer der Muskelschicht,

welche den Drüsenwulst umhüllen und zum Auspressen des Secrets aus den Drüenschläuchen dienen. Die Entwicklung dieser Muskelschichten bei den Drüsen ist eine secundäre, und zwar geht dieselbe aus dem subcutanen Bindegewebe hervor, welches mit der Haut zugleich eingestülpt wird und anfänglich die tunica propria der Drüse bildete. Die Drüse der Plagiostomen überhaupt ist in die Kategorie der Epidermoidalgebilde zu rechnen.

Physiologische Deutung der Pterygopodien.

Was man bis jetzt über die Function der Pterygopodien der Sclachier weiss, ist allein das, dass sie bei der Begattung irgend eine Rolle spielen. In welcher Art sie jedoch dabei verwendet werden, darüber existiren seit der ältesten Zeit die verschiedensten und auseinandergehendsten Ansichten, von denen einige ganz merkwürdig lauten, und aus der Mangelhaftigkeit der Untersuchungen resultiren, indem man aus der vermeintlichen Kenntniss des Pterygopodium eines einzigen Thieres (Nagelrochen *Raja clavata*) auf die Function aller schliessen wollte. So konnte eine Ansicht wie die Bloch's, dass die Pterygopodien wegen des Vorhandenseins von hakenförmigen Knorpeln bei einigen Species (*Rajidae*, *Acanthias vulgaris*) zur Umfassung des Weibchens bei der Begattung dienten, obgleich alle dazu durchaus nöthige Muskulatur und bei vielen Species eine geeignete gegenseitige Stellung der Knorpel fehlt, Platz greifen, oder eine Ansicht, wie die Mayer's, welche ich bereits oben erörtert habe. Nach G. D. St. Hilaire sollen sie als Kitzler dienen, indem sie in die Kloake eingeschoben werden. Andere begnügten sich damit, die Pterygopodien als Penis, Zeugungsglieder, Copulations- und Haftorgane mit einer entsprechenden Function zu bezeichnen, ohne aber eine nähere Begründung für diese Benennung aufweisen zu können. Vielfach ist ihnen aber ausser dieser Betheiligung beim Begattungsgeschäft noch eine Function als Ruderorgane beim Schwimmen zuerkannt worden.

Wenn nun nach dem bereits Besprochenen jene Punkte zusammengestellt werden, in welchen alle Pterygopodien übereinstimmen, und welche allen in annähernd gleichem Maasse zukommen, so könnte vielleicht daraus annäherungsweise geschlossen werden, in welcher Art sie sich bei der Begattung verwenden lassen und inwiefern sie vielleicht beim Schwimmen benutzt werden können.

Vor allem ist zu constatiren, dass kein innerer noch äusserer organischer Zusammenhang zwischen den Pterygopodien und den innern

Geschlechtsorganen besteht, wie es leicht angenommen werden könnte, da man sie gewöhnlich als Begattungsorgane schlechthin zu bezeichnen beliebt.

Im Folgenden will ich nun versuchen eine Zusammenstellung jener wesentlichen Merkmale und Eigenschaften der Pterygopodien zu geben; es sind:

1) Ein am Ende der Pterygopodien vorhandener, beweglicher Complex secundärer Knorpelstückchen der verschiedensten Form, welche derart unter einander eingelenkt und verbunden sind, dass sie durch einen einzigen oder wenige Muskeln aus einer Lage, in welcher sie einen sehr geringen Raum einnehmen und geringen Umfang besitzen, in eine Stellung übergeführt werden können, in welcher sie einen bedeutend grössern Querschnitt darstellen, indem ein bedeutenderer Umfang hervorgerufen wird.

2) Das Vorhandensein eines oder mehrerer starker Muskeln, welche einzig dem Zwecke dienen, das Pterygopodium in seinem Querschnitt zu vergrössern, eine Ausbreitung der Knorpelstücke zu bewirken. Ich habe sie Dilatoren genannt.

3) Mehrere Muskeln, durch welche das Pterygopodium, dessen Skelet beweglich mit den Basalia des Flossenstammes verbunden ist, in verschiedene einer augenblicklichen Function entsprechende Stellungen gebracht werden kann. Es sind dies die verschiedenen Beuger am vordern Theile der Flosse.

4) Das Vorhandensein einer speciell für das Pterygopodium bestimmten Drüse, deren talgiges Secret, wie auch Bloch schon muthmasst, ohne Zweifel dazu dient, die äussere Rauheit des Pterygopodium und die Schärfe der Knorpelkanten zu vermindern, also ein Schutzmittel darzustellen. Vollkommen dieser Function angepasst sind

5) die äussern Ausführwege der Drüse, welche dargestellt werden entweder durch eine halboffene Rinne, die sich in eine Grube erweitert, oder durch einen geschlossenen Canal, der hinten ebenfalls in eine offene oder halbverdeckte Grube führt, und ausserdem noch eine zweite Ausführungsöffnung besitzt, die weiter vorn befindlich ist und jedenfalls den Zweck hat, die Oberfläche des vordern Theils des Pterygopodium mit dem Secret zu versehen, während dies für den hintern Theil besorgt wird durch die hier befindliche Mündung. Diese ganze Art der Anpassung an die Function, was die Ausführwege betrifft, besonders aber der letzte Fall mit den zwei Ausführungsöffnungen — eine Bildung, der wir nur wenige andere als analog an die Seite stellen können — spricht gegen die Annahme LEYDIG's (l. c.), dass das Secret eine die Samenmasse vielleicht einhüllende oder schützende Rolle spiele. In

diesem Falle wäre nur ein geschlossener Ausführungsgang zweckentsprechend, vermittelt dessen das Secret mehr concentrirt dem Sperma zugeführt werden könnte, und, was besonders charakteristisch ist, es wäre nicht trotz der Verwachsung der ursprünglich auch halboffenen Rinne bei den Scyllien, vorn eine zweite Oeffnung reservirt worden, eine Anpassungsart, welche durchaus nur dazu geeignet erscheint, das Secret bei seinem Austritt soviel wie möglich der Oberfläche mitzutheilen, ohne dabei vom Meerwasser abgespült zu werden.

6) Das Vorhandensein von Höhlungen und schwach schraubenförmigen Windungen am Endabschnitt der Pterygopodien besonders bei den Rochen, welche ganz gut dazu geeignet sind bei einer entsprechenden Bewegung des Pterygopodium im Wasser durch einen Rückstoss des Wassers eine Fortbewegung zu erzielen.

Zieht man nun aus diesen Prämissen einen Schluss, so muss man vorläufig folgerichtig zu der Ansicht kommen, dass die Pterygopodien vor allem als dilatatorische Organe bei der Begattung dienen, und ausserdem besonders bei den Rochen, deren Körperform eine raschere Bewegung erschwert, auch als Locomotionsorgane fungiren. Allerdings fehlen diese Gebilde bei den Weibchen; allein das spricht um so weniger gegen die Vermuthung, als die männlichen Thiere bekanntlich vielfach durch die Bildung von Bewegungsapparaten und ihre Beweglichkeit den weiblichen überlegen sind. Die dilatatorische Function der Pterygopodien bei der Begattung glaube ich folgendermassen rechtfertigen zu müssen: Die Organe werden in die Vagina eingeschoben, was durch ein Zusammenfallen des Dilatators, wodurch der Umfang auf des Geringste reducirt wird und durch eine in der Brunstzeit aussergewöhnliche Weite der Kloakenöffnung ermöglicht wird; sie werden, nachdem ihnen durch die Beuger vorn eine geeignete Stellung gegeben ist, so weit eingeschoben, dass die hintersten, nun vordersten Enden des Pterygopodium bis in die Mündungen der Eileiter gelangen. Hier angelangt, wird durch Verkürzung des musculus oder der muscoli dilatatores das Pterygopodium ausgebreitet (vergl. Fig. 1 D, Fig. 2 F, Fig. 4 E u. F, Fig. 5 F), wodurch natürlich die Oeffnung der Eileiter vergrössert wird; zugleich vermag das Männchen das Weibchen näher an sich zu ziehen, es wird die beim Männchen vorhandene Papille, auf welcher die Samenleiter ausmünden, aus der Kloake vorgestülpt, und zwischen den Pterygopodien hindurch in die Vagina gepresst und der Samen in die Kloake des Weibchens ergossen; von hier aus nun kann derselbe leichter in die durch die Pterygopodienenden erweiterten Eileitermündungen eindringen. Nach Verrichtung des Begattungsgeschäftes wird der Dilatormuskel wieder verlängert, das Pterygopodium klappt zusammen,

zusammengezogen durch die Elasticität seiner Häute und der gespannten Knorpel, und kann nun wieder ausgezogen werden.

Als directer Beweis für diese Art der Function der Pterygopodien kann ich noch die Thatsache anführen, dass ich zufällig im Pterygopodium eines ausgewachsenen Acanthias eine Anzahl von Eiern eines Helminthen vorfand, welche im ganzen eine grosse Aehnlichkeit hatten mit den Eiern von Echinorhynchus gigas, wie Professor LEUCKART ¹⁾ dieselben im zweiten Bande seiner Parasiten abbildet. Die Annahme, dass dieselben aus der Kloake herrührten, in welche die Pterygopodien bei der Begattung eingeschoben wurden, liegt so nahe, dass dieselbe kaum von der Hand gewiesen werden kann, obwohl wir bis jetzt den Wurm nicht kennen, von dem diese Eier herrühren.

Leipzig, im Winter 1876/77.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVI—XVIII.

Fig. 1 A. Flosse von *Raja clavata*, Ansicht von der dorsalen Seite; $\frac{1}{3}$ natürlicher Grösse.

hr, halboffene Rinne,
g, Grube.

Fig. 1 B und C. Flossenskelet von *Raja clavata*; $\frac{1}{3}$ natürlicher Grösse.

B, Ansicht von der ventralen Seite,

C, Ansicht von der dorsalen Seite,

b, *b'*, *b''*, *b'''*, Glieder des Flossenstammes,

r', durch Concrescenz entstandener Knorpel, Rudiment zweier Radien,

v, ventraler { Röhrenknorpel,
d, dorsaler {

sch, *sch'*, schuppenförmige Knorpel;

da, spatelförmiger Knorpel,

bj, bajonettförmiger Knorpel,

hk, hakenförmiger Knorpel.

Fig. 2 A. Flosse von *Raja Schultzii*, Ansicht von der dorsalen Seite; natürliche Grösse.

a, Theil des Beckengürtels,

sb, Schnittfläche der Bauchhaut,

mfp, wulstartige Erhebung des Musculus flexor biceps,

m, Hautverbindung zwischen Flosse und Pterygopodium,

hr, Beginn der halboffenen Rinne.

1) R. LEUCKART: »Menschliche Parasiten«. Leipzig und Heidelberg 1863—1868.

Fig. 2 *B* und *C*. Muskulatur der Flosse von *Raja Schultzii*; $\frac{1}{2}$ natürlicher Grösse.

B, Ansicht von der dorsalen Fläche,
C, Ansicht von der ventralen Fläche,
flpe, Flexor pterygopodii exterior,
flpi, Flexor pterygopodii interior,
flb, Flexor pterygopodii biceps,
ml, Musculus levator,
al, weisse, { Muskulatur,
r, rothe, {
a, Theil des Beckengürtel,
b, Basale,
mv, Musculus rotator,
ap, Aponeurose des Musculus rotator am hakenförmigen Knorpel.

Fig. 2 *D* und *E*. Flossenskelet von *Raja Schultzii*; $\frac{1}{2}$ natürlicher Grösse.

D, Ansicht von der dorsalen Seite,
E, Ansicht von der ventralen Seite.
 Bezeichnungen wie bei *Raja clavata*.

Fig. 3 *A* und *B*. Flossenskelet von *Raja miraletus*; $\frac{1}{2}$ natürlicher Grösse.

A, Ansicht von der dorsalen Fläche,
B, Ansicht von der ventralen Fläche.
 Bezeichnungen wie bei *Raja clavata*.

Fig. 4 *A*. Flosse von *Torpedo marmorata*, Ansicht von der dorsalen Fläche; natürliche Grösse.

spm, mediale { Spalte Spatium mediale,
spl, laterale { Spatium laterale.
 Die übrigen Bezeichnungen wie oben.

Fig. 4 *B* und *C*. Muskulatur der Flosse von *Torpedo marmorata*, natürliche Grösse.

B, Ansicht von der dorsalen Seite,
C, Ansicht von der ventralen Seite,
md, Musculus dilatator.

Fig. 4 *D*. Flossenskelet von *Torpedo marmorata*, Ansicht von der dorsalen Seite.

b, *b'*, *b''*, *b'''*, Glieder des Flossenstammes,
r', durch Concrescenz entstandenes erstes Glied der beiden nicht weiter modificirten Flossenstrahlen *r''*, *r'''*,
c, Röhrenknorpel,
sch, schildförmiger Knorpel,
l, blattartige Knorpellamelle,
sp', *sp''*, Spreitzspannen.

Fig. 5 *A*. Flosse von *Acanthias vulgaris*, Ansicht von der dorsalen Fläche; natürliche Grösse.

hk, hakenförmiger } Knorpel.
la, blattförmiger }
sp, spornartiger }

Die übrigen Bezeichnungen wie oben.

Fig. 5 *B* und *C*. Muskulatur des Pterygopodium von *Acanthias vulgaris*.

B, Ansicht von der dorsalen Seite,
C, Ansicht von der ventralen Seite,

ftp, Flexor pterygopodii,
md, Musculus dilatator,
ml, Musculus levator,
glp, Glandula pterygopodii.

Fig. 5 *D* und *E*. Flossenskelet von *Acanthias vulgaris*.

D, Ansicht von der dorsalen Seite,
E, Ansicht von der ventralen Seite,
b, *b'*, *b''*, *b'''*, Flossenstammglieder,
r', durch Concrecenz entstandenes erstes Glied der hier nicht gezeichneten zwei Radien,
pr, Processus am Flossenstamm,
ca, Sporn,
hk, hakenförmiger } Knorpel.
ia, blattförmiger }

Fig. 6. Pterygopodien von *Scyllium cannicula*, ventrale Flächen-Ansicht; natürliche Grösse.

schh, scheidenförmige Hülle, in welcher die Pterygopodien stecken,
k, Einschnitt in derselben,
p, die beiden Pterygopodien in ihrer natürlichen Lage,
s, Sohle derselben,
x, Vertiefung an den Pterygopodien, hervorgebracht durch einen lateralen Wulst.

Fig. 7 *A* und *B*. Muskulatur der Flossen von *Scyllium catulus*, ^{Stell} $\frac{2}{3}$ natürlicher Grösse.

A, ventrale } Flächenansicht,
B, dorsale }
fpex, Flexor pterygopodii exterior,
fpi, Flexor pterygopodii interior,
fpb, Flexor pterygopodii biceps,
fmp, Flexor major Pinnae,
md, Musculus dilatator.

Bezeichnungen sonst wie oben.

Fig. 7 *C*. Flossenskelet von *Scyllium catulus*, dorsale Flächenansicht.

x, *v''*, *d''*, terminale Knorpel des Pterygopodium,
mr, mediales Radienrudiment,
os, vordere Oeffnung der Röhre.

Fig. 7 *D*. Ausgebreitetes Pterygopodium von *Raja clavata*, Ansicht von der lateralen Seite; natürliche Grösse; mit den Hautbrücken, Muskulatur entfernt.

pr, Processus des dorsalen Röhrenknorpels,
ala, Alveola anterior,
alp, Alveola posterior,
ct, Commissura transversalis,
cte, Alveola terminalis.

Fig. 7 *E*. Pterygopodium in ausgebreiteter Stellung nach Entfernung aller Hautverbindungen von *Raja clavata*.

Bezeichnungen wie oben.

Fig. 2 *F*. Ausgebreitetes Pterygopodium von *Raja Schultzii*, Ansicht von der lateralen Seite; natürliche Grösse.

Bezeichnungen wie oben.

Fig. 4 *E* und *F*. Ausgebreitetes Pterygopodium von *Torpedo marmorata*.

E, mediale } Ansicht,
F, laterale }

bIV, terminales Stück, sekundär, als Fortsetzung des Flossenstammes.

Sonstige Bezeichnungen wie oben.

Fig. 5 *F*. Ausgebreitetes Pterygopodium von *Acanthias vulgaris*; natürliche Grösse.

Bezeichnungen wie oben.

Fig. 8 *A*, *B*, *C*. Drüse von *Raja clavata*; natürliche Grösse.

A, Ansicht der herausgeschälten Drüse mit Drüsensack,
a, Ausführungsöffnung,

B, Drüsenwulst, der Drüsensack aufgeschnitten und umgeschlagen,
gtp, Glandula pterygopodii, eigentliche Drüse,
cf, Längsfurche, in welcher die Ausführungsöffnungen sich befinden.

C, Querschnitt durch die gesammte Drüse,

a, äussere muskulöse Hülle,

b, die innere, der Drüse selbst zukommende muskulöse Hülle,

z, Ausführungszäpfchen,

al, Hohlraum im Drüsensack.

Fig. 9. Querschnitt durch die Drüse von *Raja Schultzii*, in Picrocarmin gefärbt; schwach vergrössert.

al, grösserer Hohlraum in der Drüse, in welche vereinigte Schläuche münden,

tu, Drüsenschläuche,

a, äussere } muskulöse Hülle.
b, innere }

Fig. 10 *C*. Drüsensecret von *Raja Schultzii* in Speichel.

a, noch ziemlich unveränderte Zellen mit schwach sichtbarem Zellkern,

b, stark degenerirte Zellen mit zahlreichen Fettmolekülen,

c, Fettmoleküle,

d, Proteinkörner,

e, Krystalle.

Fig. 10 *A*. Querschnitt durch die Drüsenschläuche senkrecht auf die Längsachse derselben von *Raja Schultzii*, in Paraffin geschnitten, in Picrocarmin gefärbt.

A, Complex von mehreren Drüsenschläuchen,

a, Schlauchwand,

b, Blutgefässe,

Fig. 11. Längsschnitt durch einen Drüsenschlauch, parallel seiner Längsachse, Behandlung wie beim vorigen.

A, durch das Lumen des Drüsenschlauchs,

B, nahe der Oberfläche desselben.

Fig. 12. Drüse von *Acanthias vulgaris*: natürliche Grösse.

o, Ausführungsöffnung; Uebergangsstelle in den Schlauch der halb-offenen Rinne.

Fig. 13. Querschnitt durch die Drüse von *Acanthias vulgaris*, senkrecht auf die Längsachse; in Alkohol geschnitten, in Picrocarmin gefärbt, schwach vergrössert.

a, äusseres Bindegewebe,

b, Muskelschicht,

- c, Bindegewebsschicht,
- d, Epithelschicht,
- e, Blutgefässe.

Fig. 14. Ein Theil desselben Querschnitts bei starker Vergrösserung.

- b', Ringmuskelschicht,
- b'', Längsmuskelschicht,
- d', Cylinderepithel,
- d'', cambiale Zone.

Fig. 15 A. Ein Stückchen Epithel der Drüse von *Acanthias vulgaris*, auf dem Objectträger ausgebreitet; aus Alkohol in Glycerin bei oberflächlicher Einstellung.
s, Spaltöffnungen.

Fig. 15 B. Dasselbe Object bei tieferer Einstellung.

- a, Kerne der zweiten und dritten Epithelschicht,
- b, Becherzellen,
- c, Kern derselben.

Fig. 16. Anderer Querschnitt durch die Drüse von *Acanthias vulgaris*, in Alkohol geschnitten, in Picrocarmin gefärbt.

- e, Kerne der glatten Muskelelemente,
- f, Becherzellen,
- g, Zelle mit rothem kernigen Inhalt.

Fig. 17 1, 2, 3, 4. Querschnitte durch die Flosse des 23 Cm. langen *Acanthias*embryo; allmäliger Uebergang aus der halboffenen Rinne in die Drüse durch Einstülpung der äussern Haut.

- gelb Epidermis,
- blau Bindegewebe der Cutis,
- roth Muskulatur,
- braun Stacheln.

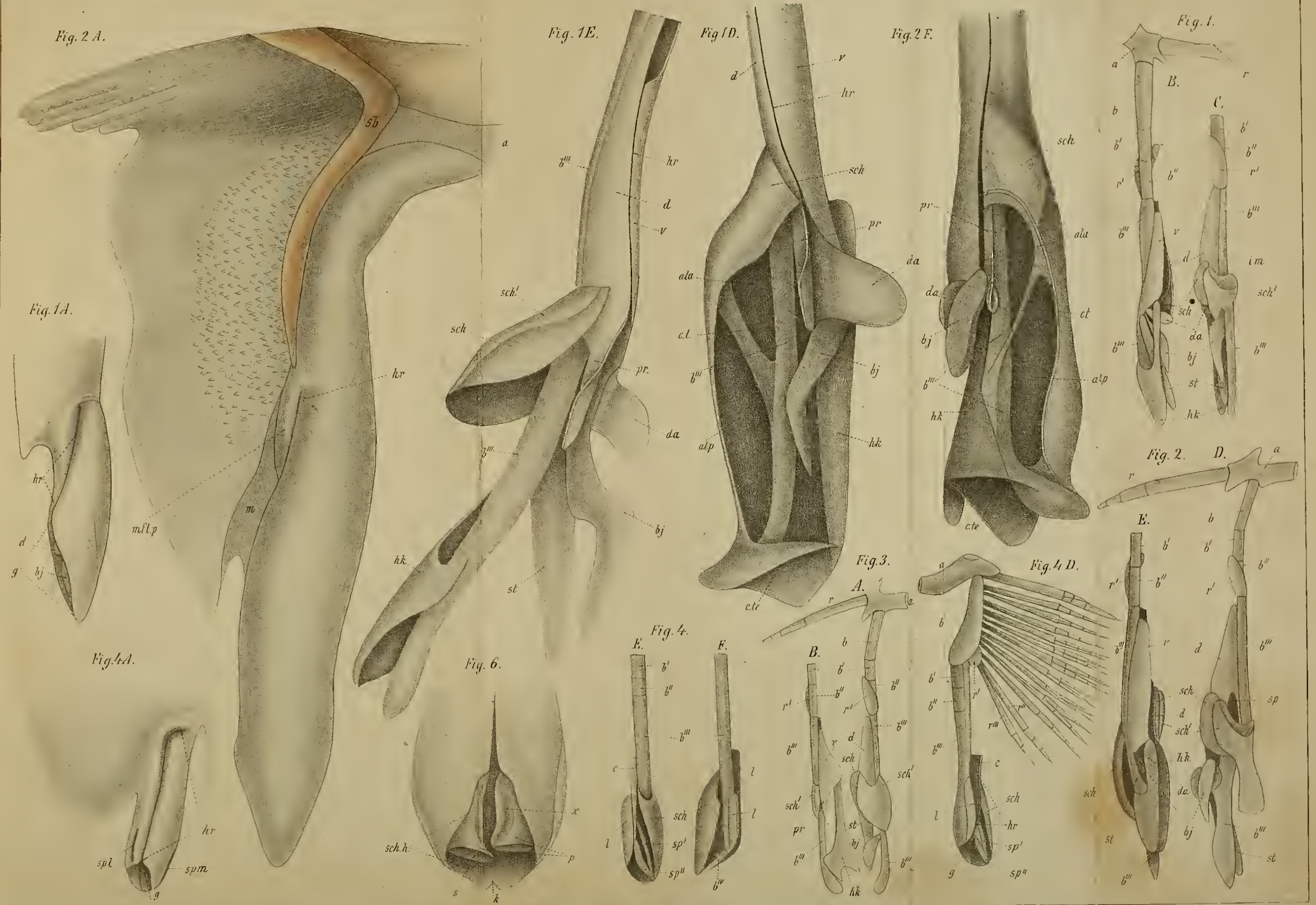


Fig. 5.1.



B.

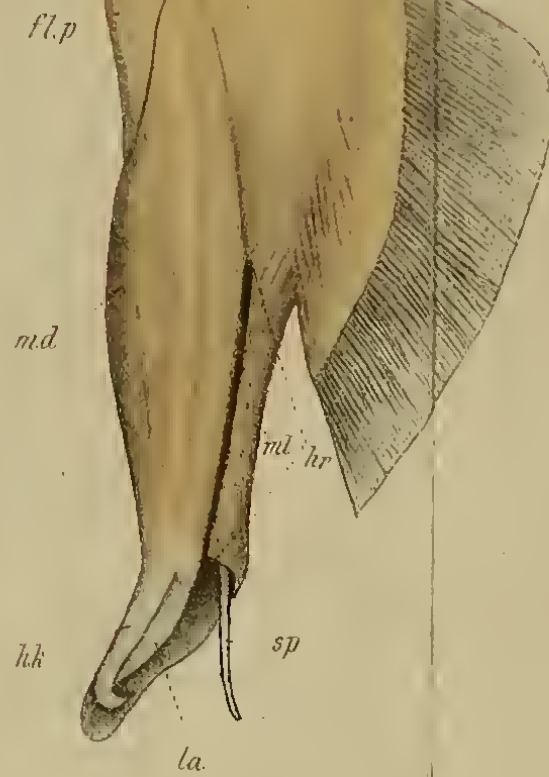
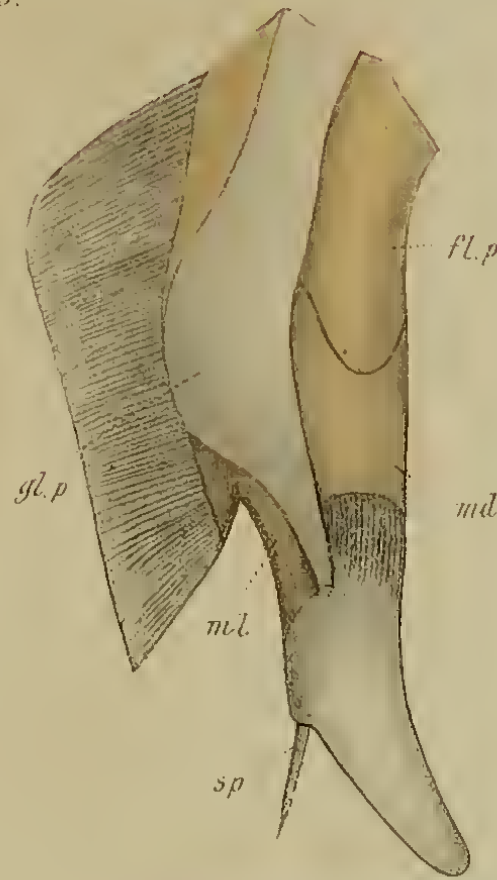


Fig. 5.

C.



B.

Fig. 4.

C.



Fig. 2 C.

Fig. 2 B.

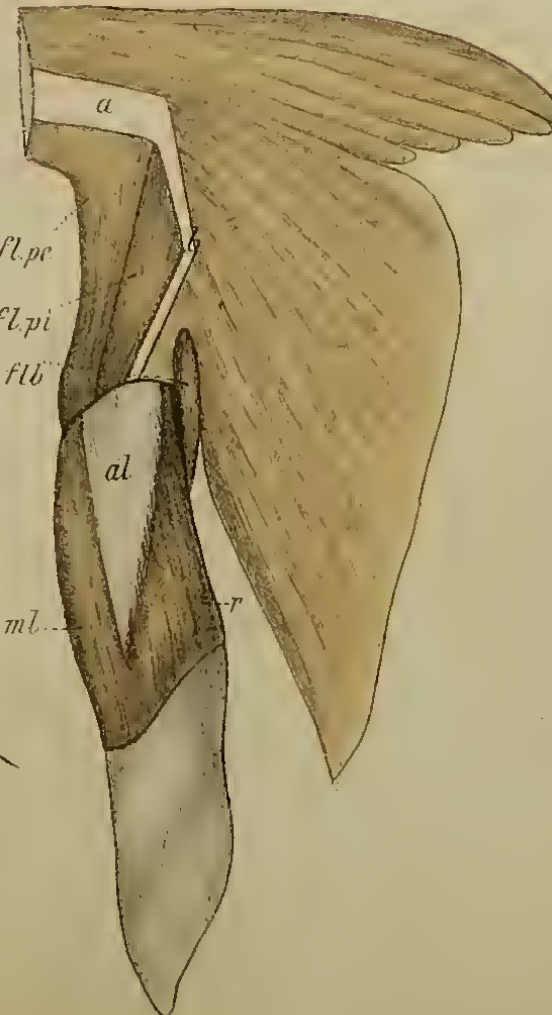
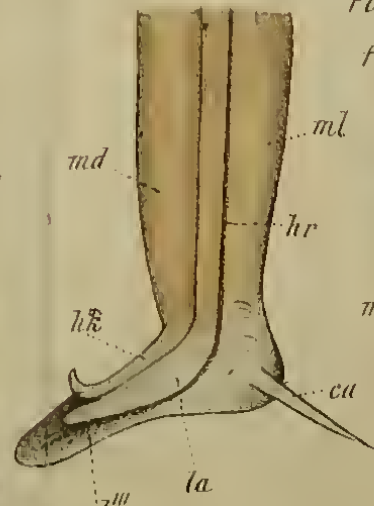


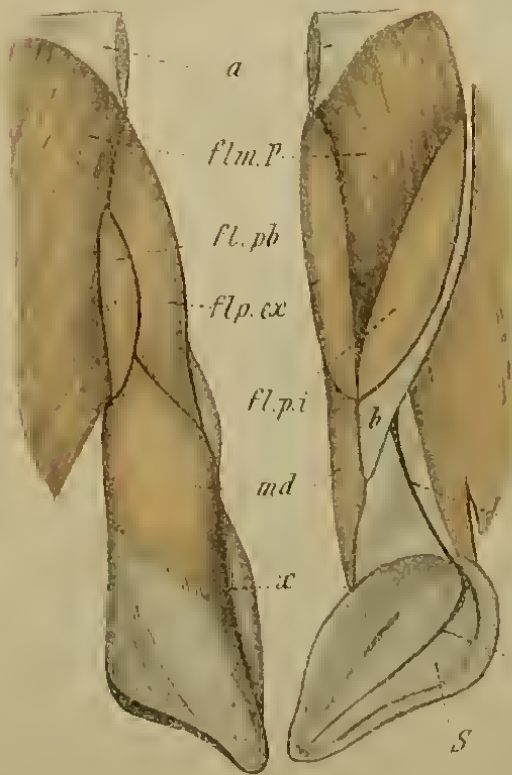
Fig. 5 F.



A.

Fig. 7.

B.



D.

Fig. 5.

E.

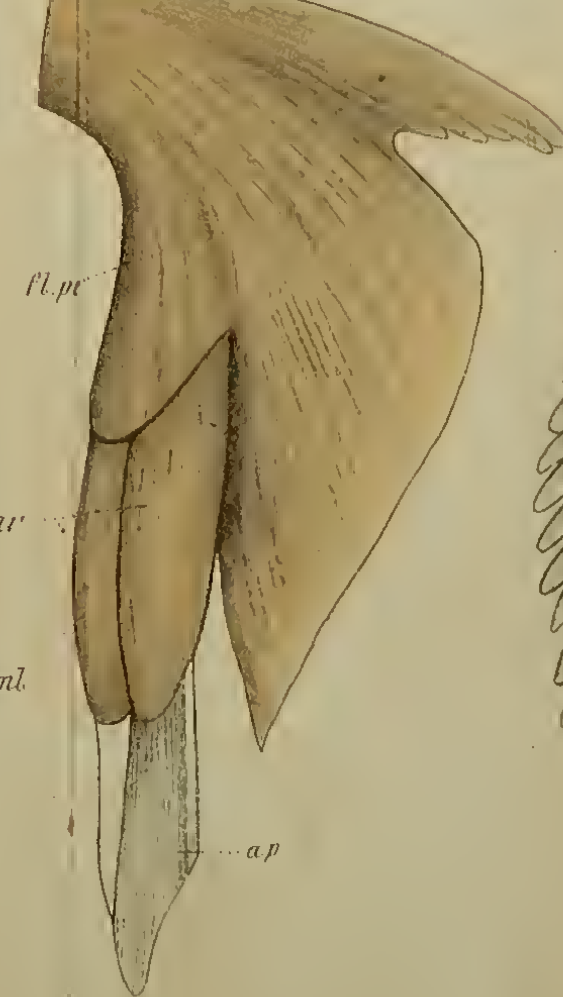
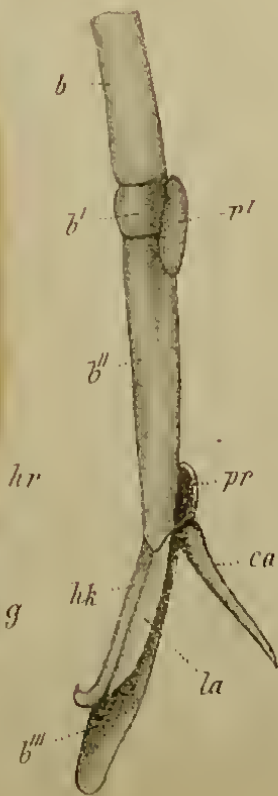


Fig. 7 C.

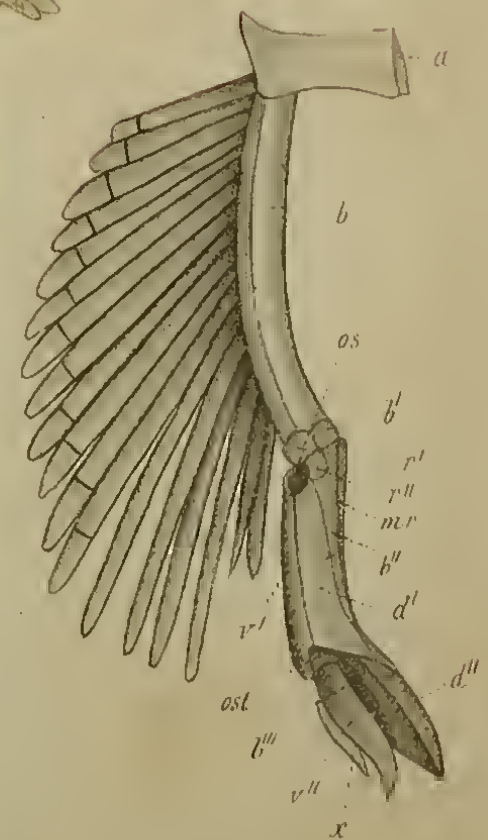


Fig. 17.

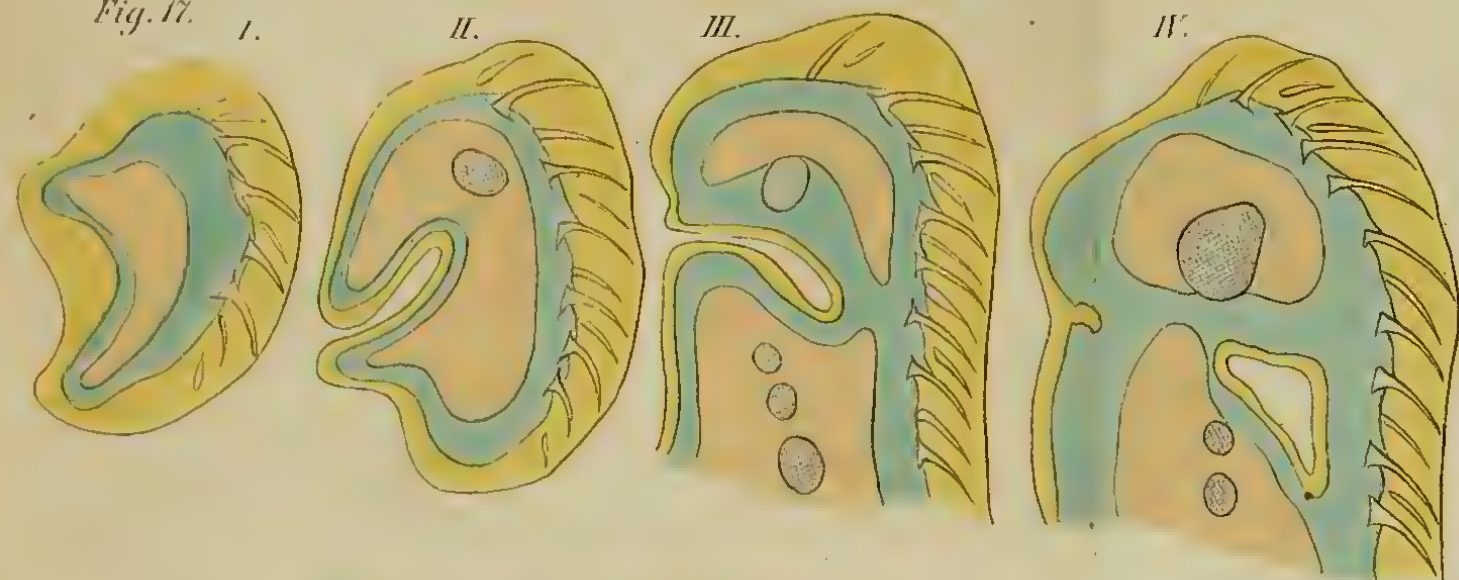


Fig. 10 A.

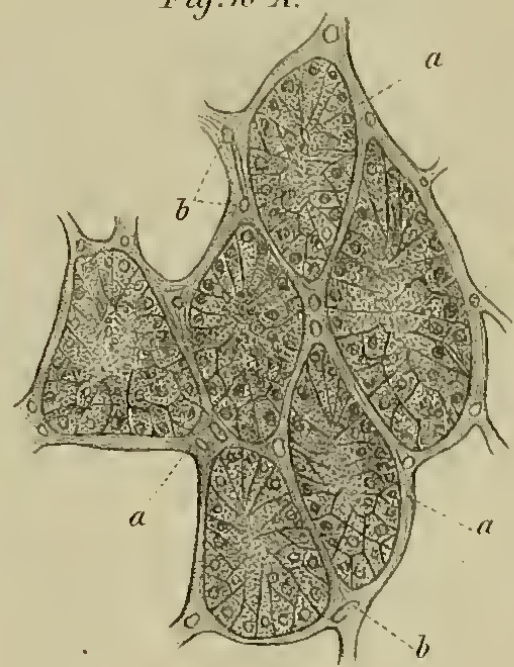


Fig. 9.



Fig. 13.

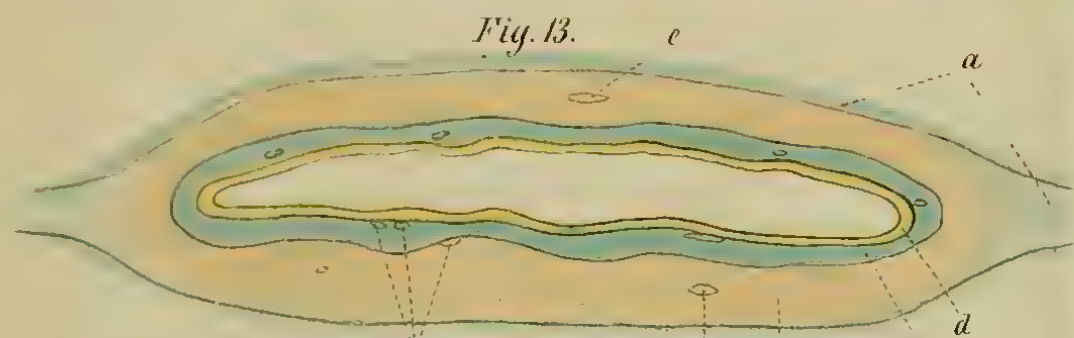


Fig. 12.

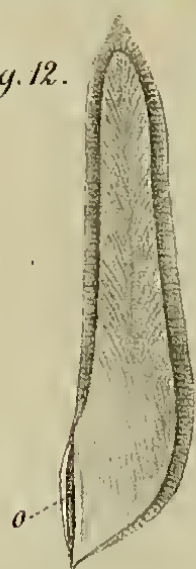


Fig. 11 B.



Fig. 16.



Fig. 15 A.



Fig. 15 B.



Fig. 11 A.



Fig. 10 C.

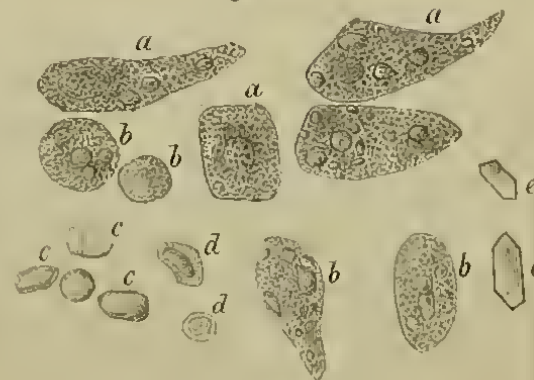


Fig. 8.



B.



Fig. 14.

