

# Zeitschrift für WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE

herausgegeben

von

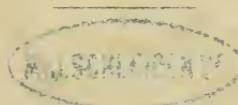
Carl Theodor v. Siebold,

Professor an der Universität zu München,

und

Albert Kölliker,

Professor an der Universität zu Würzburg.



Vierundzwanzigster Band.

Mit 48 Kupfertafeln und 8 Figuren in Holzschnitt.



LEIPZIG,

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1874.

# Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren.

Von

Elias Metschnikoff.

---

Mit Tafel II—XII, und 8 Abbildungen im Texte.

---

## Erste Abtheilung.

### Medusen.

#### Einführung.

Es ist bekannt, dass, während die Mehrzahl der Medusen einen mehr oder weniger complicirten Generationswechsel durchläuft, eine geringe Anzahl von Arten sich ausnahmsweise direct, ohne Generationswechsel, aber vermittelst einer Metamorphose entwickelt. Ueber den ersten Entwickelungsmodus besitzt die Wissenschaft eine Menge genauer Angaben, weshalb ich mich von der ausführlichen Veröffentlichung meiner eigenen Beobachtungen über die Embryologie und Generationswechsel der Oceaniden, Geryonopsiden und Aequoriden enthalten will. Ganz anders ist es in Bezug auf die Medusen, welche sich ohne Vermittelung des Generationswechsels entwickeln. Das einzige wirklich nachgewiesene Beispiel einer solchen Entwicklung zeigt uns die zu den höheren Medusen (oder sog. Craspedeten) gehörende *Pelagia noctiluca*, deren Eier zuerst von KROHN<sup>1)</sup> gezogen und bis zu kleinen glöckchenförmigen Medusen verfolgt wurden. Diese Angabe wurde von AGASSIZ und neulich von KOWALEVSKY<sup>2)</sup> bestätigt, welcher letztere noch die wichtige Thatsache, dass das Gastrovascularsystem der Meduse sich durch Einstülpung der Keimhaut bildet, hinzufügte.

Bei den niederen Medusen, oder Craspedeten ist man bisher

1) MÜLLER'S Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1853. p. 494.

2) Ueber die Entwicklung der Coelenteraten, in den Nachrichten der Göttinger Gesellschaft etc. 1868. p. 454.

weniger glücklich gewesen. Man hat wohl manche wichtige Thatsachen beobachtet, welche auf eine directe Entwickelung hindeuten, aber entscheidende und zusammenhängende Untersuchungen sind noch nicht angestellt worden.

JOH. MÜLLER war der erste, der bewimperte Medusenlarven beobachtet hat<sup>1)</sup>. Am Schlusse seines Aufsatzes über *Aeginopsis mediterranea* sagt er Folgendes: »Da die jüngsten Exemplare Wimperbewegung auf der Oberfläche des Körpers besitzen, so scheinen sie dem Embryonenzustande noch nahe zu stehen. Der Umstand aber, dass sie in diesem Zustande in der Form und namentlich in den Armen von der späteren Medusenform wenig abweichen, scheint darauf hinzudeuten, dass diese Gattung von Medusen dem Generationswechsel vielleicht nicht unterworfen sein könne«. JOH. MÜLLER fand eben nur einige Larvenstadien, ohne den Ursprung derselben näher gekannt zu haben, weshalb er sich auch nicht veranlasst fühlte einen positiven Schluss zu ziehen. Viel entschiedener drückt sich darüber GEGENBAUR aus<sup>2)</sup>, welcher eine andere Art schwimmender Larven entdeckt und dieselben zu einer neuen Gattung — *Trachynema* erhoben hat. Auf die scharfe Aeusserung dieses Forschers sich stützend, ist VICTOR CARUS soweit gegangen, dass er in seinem Handbuche<sup>3)</sup> eine neue Gruppe — *Haplomorpha* — aus Aeginiden, Geryoniden und Aequoriden bildete, welche sich durch directe Entwickelung auszeichnen sollte. Ueber Aequoriden wusste man freilich damals schon, dass sie einem Generationswechsel unterworfen sind; über die Entwickelung der Aeginiden waren nur die Beobachtungen von JOH. MÜLLER, über diejenige der Geryoniden die Untersuchungen von LEUCKART und FRITZ MÜLLER bekannt. Die beiden letzgenannten Forscher constatirten die Existenz einer eigenthümlichen Metamorphose bei *Liriope*, konnten aber nicht die Entwickelung der Larve aus dem Ei verfolgen. In neuerer Zeit wurde die Metamorphose von zwei Geryoniden durch HAECKEL<sup>4)</sup> beobachtet, welcher aber ebensowenig wie seine Vorgänger den Ursprung der Medusenlarven festzustellen im Stande war. »Es muss noch zweifelhaft bleiben«, sagt HAECKEL »ob die Larven, deren Metamorphose in *Glossecodon* ich durch alle Stadien hindurch verfolgte, ungeschlechtlichen Ursprungs sind oder aus den befruchteten Eiern dieses Thieres hervorgegangen«.

1) Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1851. p. 272. Taf. XI.

2) Zur Lehre vom Generationswechsel und der Fortpflanzung der Medusen und Polypen. Würzburg 1854. p. 50.

3) CARUS und GERÄCKER. Handbuch der Zoologie Bd. II. 1863. p. 557.

4) Beiträge zur Naturgeschichte der Hydromedusen. Erstes Heft. Die Familie der Rüsselquallen. Leipzig 1865 (aus der Jenaischen Zeitschrift) p. 60 u. 405.

Um diese geschichtliche Einleitung zu schliessen, muss ich noch einen Aufsatze von CLAPARÈDE citiren<sup>1)</sup>, in welchem er nachzuweisen strebt, dass eine von ihm an der schottischen Küste gefundene Lizzia, im Gegensatz zu allen übrigen Oceaniden (im weiteren Sinne des Wortes) sich direct aus dem Ei entwickelt. Ich glaube indessen (und das ist zugleich die Meinung einer der grössten Autorität in diesen Sachen — Prof. ALLMAN), dass diese Angabe weder bewiesen, noch überhaupt richtig ist. CLAPARÈDE konnte blos einige kugelförmig zusammengeballte und von einer structurlosen Membran umgebene junge Medusen beobachten, die auf dem verlängerten Lizziamagen befestigt waren. Es ist nun aber bekannt, dass viele Medusen auf ihrem Magen Knospen tragen, welche letzteren sich im Laufe der Entwicklung mit einer dünnen schlauchförmigen Cuticula bedecken. Es ist demnach absolut kein Grund vorhanden, in dem Falle der Lizzia von CLAPARÈDE ein Beispiel directer Entwicklung zu sehen.

### I. Entwicklungsgeschichte der *Geryonia (Carmarina) hastata* Haek. aus dem Ei.

Mit Tafel II.

Während meines Aufenthaltes in Villafranca im J. 1870<sup>2)</sup> konnte ich einmal ein grosses Weibchen der ebengenannten Art zum Eierlegen bringen. Die kugelförmigen vollkommen durchsichtigen Eier fielen in grosser Anzahl durch die lateralen Risse der Körperhaut, resp. des Geschlechtssackes aus.

Die Structur des Eies ist höchst einfach. Dasselbe stellt eine homogene protoplasmatische Kugel dar, in der man weder ein Keimbläschen noch irgend welche andere bläschen- oder körnchenförmige Bildung wahrnimmt (Fig. 1). Wie bei vielen anderen Medusen, so fehlt auch bei *Geryonia hastata* jede Art einer Eiumhüllung. Kurz nach dem Ablegen fängt das Ei an sich zu theilen. Der totale und re-

1) Diese Zeitschrift Bd. X, 1860, p. 404. Taf. XXXII, Fig. 1—3.

2) Es muss hier überhaupt bemerk't werden, dass fast meine sämmtlichen Beobachtungen über die Entwicklung der Coelenteraten (worüber ich in den Mélanges biologiques, tirés du Bulletin de l'Acad. des sciences de St. Pétersbourg. Tome VII p. 334 eine vorläufige Notiz veröffentlichte) in Villafranca (Alpes-Maritimes) ange stellt worden sind.

gelmässig verlaufende Zerklüftungsprocess wird durch die Erscheinung einer in meridianaler Fläche liegenden Furche eingeleitet, welche indessen nicht von Anfang an das ganze Ei umgürtet, sondern blos eine polare Einsenkung (wie das auf der Fig. 2 abgebildet ist) darstellt. Erst später, durch das Hervortreten einer entsprechenden oberen Polarfurche bekommt das Ei das  $\infty$ -förmige Aussehen, welches für alle dem totalen Zerklüftungsprocess unterworfenen Eier so characteristisch ist. Nachdem sich die beiden polaren in eine gemeinsame Meridianfurche miteinander vereinigt haben, kommen die zwei wasserhellen Bläschen zum Vorschein, wodurch nunmehr das Ei in ein zweizelliges Gebilde übergeht (Fig. 3). Die ersten Zellen theilen sich bald wieder in zwei, so dass wir ein vierzelliges Gebilde erhalten (Fig. 4), und nun geht die Zerklüftung weiter auf eine für verschiedene Thiere hinreichend bekannte Weise vor sich. Im Centrum des vielzelligen Keimes entsteht die rasch an Umfang zunehmende sog. Furchungshöhle, wo bei die Keimzellen zu einem einschichtigen Blastoderm werden (Fig. 5). Ungefähr fünfzehn Stunden nach dem Anfange des Zerklüftungsprocesses fängt aber dasselbe an in ein zweischichtiges überzugehen, was durch die Quertheilung der Zellen bewerkstelligt wird. Indem dieser Vermehrungsprocess nicht gleichzeitig auf allen Zellen eines Keimes auftritt, so kann man ihn ganz gut sogar an einem einzigen Ei verfolgen. Die Fig. 6 stellt uns dieses wichtige Stadium dar; und wir können leicht sehen, dass, während auf der rechts liegenden Zelle  $a$  der Theilungsprocess durch eine Querfurche eben erst angedeutet, derselbe auf der linken Seite des Keimes (in  $b$ ,  $b'$ ,  $c$ ,  $c'$ ) bereits vollendet ist. Als Hauptregel bei dieser Vermehrung können wir hervorheben, dass die äussere durch Theilung entstandene Zelle ( $b$ ,  $c$ ) stets kleiner als die innere ( $b'$ ,  $c'$ ) ist. Es ist leicht einzusehen, dass in Folge der angedeuteten Erscheinungen das Blastoderm in eine zweischichtige Zellenlage übergehen muss, sowie ferner, dass die innere dieser beiden Schichten aus grösseren, die äussere dagegen aus kleineren Zellen zusammengesetzt sein wird (Fig. 7). Zwischen dem Ectoderm und Entoderm (so können wir von nun an die äussere und die innere Keimschicht bezeichnen) sammelt sich eine homogene glashelle Zwischensubstanz an (die bekannte Gallerte des Medusenkörpers), deren Quantität sich im Laufe der Entwicklung sehr rasch vergrössert. Wenn wir die histologischen Elemente dieses Stadiums etwas näher in's Auge fassen wollen, so muss ich zunächst hervorheben, dass die äussere Schicht (oder das äussere Keimblatt, wie man dieselbe auch nennen kann) im Wesentlichen mit der Epidermis des erwachsenen Thieres übereinstimmt. Wie die letztere, so erscheint jene aus verlängerten, abgeplatteten (Fig. 7 ec)

im optischen Durchschnitt), polygonalen, mit einem runden Kerne versehenen nackten Zellen (Fig. 7 A) zusammengesetzt. Die Abplattung ist freilich bei diesen Zellen eine viel geringere als bei dem erwachsenen Thiere, ebenso wie dieselben auch viel saftiger sind<sup>1)</sup>. Die viel grösseren Zellen der inneren Schicht (Fig. 7 en) haben eine etwas verschiedene histologische Zusammensetzung und erscheinen keineswegs in dem Grade mit dem Entoderm des erwachsenen Thieres ähnlich, wie dies in Bezug auf die äussere Schicht bemerkt wurde. Von der Fläche aus betrachtet, erscheinen dieselben (Fig. 7 B) als polygonale nackte Zellen mit je einem runden Kerne, in dessem Innern sich mehrere protoplasmatische kernkörperchenartige Bildungen befinden. Der Zelleninhalt ist mit demjenigen der sog. Knorpelzellen erwachsener Medusen sehr ähnlich, indem er aus Protoplasma und Zellsaft besteht. Das erstere bildet einen peripherischen Ueberzug der ganzen Zelle und sammelt sich um den Kern, von wo aus dasselbe die bekannten Protoplasmaausläufer in radialer Richtung sendet. Der übrige grössere Theil der Zelle ist mit dem wässerigen farblosen Zellsaft angefüllt.

Das Stadium, welches man am dritten Tage nach dem Eierlegen beobachtet, zeichnet sich hauptsächlich durch die rasche Zunahme der Mantelgallerte, sowie durch den Uebergang der ursprünglichen Lage der inneren Schicht in eine excentrische aus. Während der Embryo des vorhergehenden Stadiums durchaus regulär gebaut war, indem derselbe aus zwei ineinander geschachtelten Kugeln zusammengesetzt gewesen, erscheint derselbe nunmehr (Fig. 8 und 9) strahlig symmetrisch. Durch die ungleiche Ablagerung der Gallertmasse zwischen den beiden embryonalen Schichten gewahrt man schon einen oberen und einen unteren Pol, wodurch es ermöglicht wird, den jungen Embryo in topographischer Beziehung mit dem erwachsenen Thiere zu vergleichen. Die äussere Gestalt des ersten wird jetzt mehr ellipsoidisch als kugelig, welche Form man durch eine leise Abplattung an beiden Polen aus der ursprünglichen herleiten kann. Besonders stark ist die obere Abplattung des Ectoderms, weshalb dieses anstatt eine Kugel zu bilden, einen platt-convexen Körper darstellt. Bei diesen allgemeinen Umgestaltungen erleiden auch die histologischen Elemente eine Veränderung. Diese werden nämlich kleiner und platter, was sowohl durch die starke Zellentheilung als namentlich durch das Verlieren eines Theiles des Zellsaftes hervorgerufen wird.

Die Vorgänge, welche das eben beschriebene Stadium characteri-

1) Man vergl. die beigegebene Fig. 7 A mit der Abbildung der Epidermis der äusseren Schirmoberfläche der *Geryonia hastata* bei HAECKEL a. a. O. p. 169, Fig. 90.

siren, setzen sich auch bei der Weiterentwickelung fort. So sehen wir, dass am vierten Tage nach dem Eierlegen die Masse der gallertigen Zwischensubstanz sich stark vergrössert, während die äussere Schicht so dünn wird, dass sie im Durchschnitte noch kaum doppelt contouirt erscheint. Die Mitteltheile der Ectodermzellen erheben sich in Form sehr wenig hervorragender Höcker, was dem ganzen Embryo ein sehr eigenthümliches Aussehen verleiht. Das Entoderm nimmt während der Zeit eine concav-convexe Gestalt an, wobei die Lage desselben eine noch viel mehr excentrische als früher wird. Die in seinem Innern eingeschlossene Höhle, welche man mit grösster Leichtigkeit bis zu der früheren Furchungshöhle verfolgen kann, erfährt eine starke und rasche Abnahme, so dass sie auf dem folgenden Stadium nur noch als eine feine Spalte zu erkennen ist.

Die Erscheinungen, welche mit der zweiten Woche der Entwicklung beginnen, verdienen eine besondere Beachtung. Durch die stets zunehmende Excentricität in der Lage der inneren Schicht, kommt dieselbe mit der äusseren Schicht in Berührung. Die letztere, an der betreffenden Stelle sich etwas einbuchtend, verdickt sich am unteren Embryonalende, um eine Scheibe zu erzeugen, welche als Sitz der ersten Tentakelbildung dient. Es erscheinen nämlich auf der Peripherie dieser Scheibe sechs kleine runde Höcker (Fig. 14 *t*), in denen man blos Elemente des Ectoderms erkennt; erst später dringen in's Innere derselben Theile des Entoderms ein, welche den knorpelartigen Zellstrang des Tentakels liefern. Ich brauche kaum darauf besonders aufmerksam zu machen, dass die ersten sechs Tentakel diejenigen sind, welche von mehreren Forschern beobachtet und von HAECKEL als »radiale Nebententakel« beschrieben wurden. Der centrale Punct der Ectodirmscheibe wird zur Mundöffnung, indem derselbe sich in den Entoderm-sack ein senkt.

Nach den beschriebenen Vorgängen, theilweise schon zu gleicher Zeit mit ihnen, bemerken wir eine Verdickung an der Peripherie der Ectodirmscheibe, woselbst die ersten sog. Nesselorgane zum Vorschein kommen (Fig. 12, 13). Der Centraltheil der Scheibe stülpt sich dagegen weiter in's Innere ein, um die äussere Bedeckung der Schirmhöhle darzustellen. Erst später, zur Zeit als die Tentakel ihre characteristische geknöpfte Form erlangt und sich mit der dünnen Terminalgeissel versehen haben, kommt ein muskelreiches bewegliches Velum zum Vorschein, wie es auf der Fig. 15 *v* abgebildet ist. Dieses Stadium ist überhaupt das letzte, das ich aus den Eiern erzogen habe. Die Sterblichkeit unter den Embryonen war zu gross, so dass ich zuletzt nur

einzelne Exemplare, worunter mehrere missgestaltete, am Leben erhalten konnte.

Das eben beschriebene Entwickelungsstadium ist offenbar das-selbe, welches von HAECKEL auf der Oberfläche des Meeres mit dem MÜLLER'schen Netze gefischt wurde und wovon er eine Abbildung auf der Fig. 54 seiner Taf. IV geliefert hat. Nur hat er die Larve unvollständig untersucht, so dass er im Innern nur eine einfache Schirmhöhle wahr-nahmen konnte. Deshalb ist er auch zu der Vermuthung gekommen, die ich niemals bestätigt fand, nämlich, dass »die gesamte Schirm-höhle anstatt des noch fehlenden Gastrovascularsystems zu functioniren scheint<sup>1)</sup>. Ich habe allerdings keine geräumige Gastrovascularhöhle bei meinen Larven gefunden, weil die beiden Entoderinwände einander dicht berührten, aber dafür habe ich nie gesehen, dass solche Larven eine feste Nahrung zu sich nahmen.

Bei der nahen Verwandschaft zwischen den Gattungen *Geryonia* und *Liriope* ist es kein Wunder, dass die von LEUCKART, FRITZ MÜLLER und HAECKEL beobachtete Metamorphose dieser Thiere bei den beiden Gattungen sehr ähnlich verläuft. Aus diesem Grunde glaube ich, dass auch die embryonalen Vorgänge derselben eine grosse Analogie zeigen müssen. Ich habe einige Male noch sehr junge, dem auf der Fig 9 (mei-ner) Taf. II abgebildeten *Geryonia*embryo entsprechende Embryonen der *Liriope* (*Glossocodon*) *eurybria* gesehen, in deren Innern die zuerst von FRITZ MÜLLER bei *Liriope catharinensis* bemerkte innere Höhle eingeschlossen war. Die späteren Stadien stimmten im Ganzen mit dem von FRITZ MÜLLER und HAECKEL beschriebenen überein, nur konnte ich mich nicht überzeugen, dass die, später nach aussen durch-brechende Höhle die Schirmhöhle repräsentirt.

Nachdem man in neuerer Zeit die Erfahrung gemacht hat, dass die Geryoniden in einem eigenthümlichen genealogischen Verhältnisse zu Aeginiden stehen, konnte man leicht glauben, dass unter den Re-präsentanten dieser beiden Familien eine gewisse Art von Heterogenie besteht.

Es ist mir, trotz aller Bemühungen nicht gelungen die bereits von mehreren Forschern beobachtete Knospenbildung der Geryoniden zu sehen. Ich habe wohl circa hundert Exemplare von *Geryonia hastata* untersucht, welche in meine Hände vom December bis Anfang Mai fiel-en, aber vergebens: es war nicht einmal eine Spur der Knospenbildung

<sup>1)</sup> A. a. O. p. 107.

wahrzunehmen. Es würde aber desto wünschenswerther sein, neue Beobachtungen über diese Erscheinung anzustellen, als sie bisher noch sehr unvollständig untersucht wurde. Das neueste und beste, was die Wissenschaft darüber besitzt, sind die Beobachtungen von HAECKEL, die aber nach den in Conservativflüssigkeit erhaltenen Exemplaren ange stellt wurden und deshalb schon weder vollständig noch klar genug sind. Man wird wohl schwerlich die Angabe bestreiten können, dass die die Knospenähre zusammensetzenden jungen Medusen zur Familie der Aeginiden gehören, aber ich kann HAECKEL nicht folgen, wenn er dieselben geradezu für junge *Cunina rhododactyla* ausgibt. Man wird im dritten Kapitel dieses Abschnittes mehrere Thatsachen finden, welche auf einen Unterschied zwischen den HAECKEL'schen Carmarina knospen und *Cunina rhododactyla* hindeuten.

## II. Entwicklungsgeschichte der *Polyxenia leucostyla* Will (Aegineta *flavescens* Gegenb.) und *Aeginopsis mediterranea* Joh. Müll. aus dem Ei.

Mit Tafel III und IV.

Indem an einem anderen Orte Näheres über die Systematik der Aeginiden bemerkt wurde<sup>1)</sup>, will ich hier nur hervorheben, dass die unter dem Namen *Polyxenia leucostyla* von WILL beschriebene kleine Meduse dieselbe ist, welche nachher von KÖLLIKER unter dem Gattungsnamen *Pachysoma* erwähnt und später von GEGENBAUR als *Aegineta flavescens* von Neuem beschrieben wurde. Diese Art, welche im Mittelmeer überall anzutreffen ist, und die ich (wenigstens in Jugendstadien) auch im Atlantischen Ocean bei Madeira wiedergefunden habe, hat in meinen Versuchsgläsern zu wiederholten Malen Eier gelegt. Obwohl ich freischwimmende Larven dieser Aeginide zu allen Jahreszeiten mit dem MÜLLER'schen Netze auffischte, so konnte ich doch nur im März 1870 in Villafranca befruchtete Eier derselben erhalten.

Das reife Ei stellt eine durchsichtige gelbliche Kugel dar, an der man weder eine Membran noch einen Kern wahrnimmt. Der Eiinhalt

1) ELIAS u. LUDMILA METSCHNIKOFF. Матеріали для познання Сифонофоръ и Медръ, въ Извѣстіяхъ Общества Любителей Естествознанія, Антропология и Этнографія, Москва 1874. Стр. 70. (Beiträge zur Kenntniss der Siphonophoren und Medusen. p. 70).

besteht zum grössten Theil aus homogenem Protoplasma, welches an der Peripherie mehr verdichtet, im Centrum dagegen schwammig ist. Nach der Befruchtung wird man im Innern des Eies eines kleinen Kernes gewahr (Taf. III Fig. 1), welchen man bei anderen Thieren als den Nucleus der ersten Embryonalzelle ansieht. Wie bei anderen Hydro-medusen, so klüftet sich auch bei *Polyxenia* das Ei total und regelmässig, weshalb ich nicht für nöthig halte mich länger bei diesem Vorgange aufzuhalten. Nachdem sich das Ei in einen achtzelligen Körper verwandelt hat, theilen sich vier Zellen in acht neue, während die übrigen vier Zellen noch eine Weile unverändert bleiben (Taf. III Fig. 4). Bald holen auch diese die anderen nach, so dass wir einen vielzelligen Keim erhalten, welcher das sog. Maulbeerstadium darstellt. Als einen scharfen Unterschied von den oben bei *Geryonia bastata* beschriebenen Verhältnissen bezeichnend, muss ich hier bemerken, dass es bei *Polyxenia* niemals zur Bildung eines blasenförmigen einschichtigen Blastoderms kommt, womit im Zusammenhange die völlige Abwesenheit einer sog. Furchungs- oder Segmentationshöhle steht. Der Embryo unserer Aeginide bleibt vielmehr durchaus solid, indem derselbe aus mehreren angehäuften Zellenschichten zusammengesetzt erscheint (Taf. III Fig. 5). Anfangs liegen die Zellen ohne irgend eine Anordnung, bald aber theilen sie sich in zwei gesonderte Lager, von denen das äussere eine peripherische aus einer Schicht cylinderförmiger Zellen bestehende Umhüllung darstellt, während das innere eine solide Masse agglomerirter Embryonalzellen bildet. Nach dem Auftreten dieser beiden Theile, von denen der äussere das Ectoderm, der innere dagegen das Entoderm repräsentirt, bedeckt sich die Oberfläche des Embryo mit Flimmerhaaren, worauf derselbe zu schwimmen beginnt.

Alle beschriebenen Erscheinungen folgen rasch auf einander, und noch am Ende des ersten Tages der Entwicklung verändert die schwärrende Larve ihre ursprüngliche kugelige Gestalt in eine mehr verlängerte (Taf. III Fig. 6). Diese Körperverlängerung schreitet nun weiter fort in dem Maasse, dass am Anfange des zweiten Tages der ganze Embryo eine eigenthümlich aussehende stäbchenförmige Gestalt annimmt (Taf. III Fig. 7). Ein selcher verlängerter Embryo ist an beiden zugerundeten Enden etwas verjüngt, woselbst das Ectoderm dicker als am mittleren Körpertheile ist. Während auf den früheren Stadien die Entodermzellen ohne besondere Anordnung angehäuft waren, lagern sie sich jetzt auf folgende Weise. An beiden Enden des Embryo bilden dieselben eine einzige Zellenreihe (Taf. III Fig. 7 en, t), wie am Zellenstrange der Medusententakel, in der Mitte liegen sie dagegen wie vorher in Form scharf von einander gesonderter, saftiger (wie überhaupt die Entodermzellen

unserer Larve) polygonaler Zellen (Taf. III Fig. 7 *en*, *c*). Die histologische Zusammensetzung solcher Elemente stimmt im Wesentlichen mit den oben für das Entoderm der Geryoniaembryonen geschilderten Verhältnissen überein.

Die Verlängerung des Körpers, resp. die Verjüngung der beiden Enden desselben machen weitere Fortschritte, so dass am Morgen des dritten Tages der Embryo bereits die auf der Fig. 8 (Taf. III) abgebildete Form annimmt. Es erweist sich nunmehr, dass die verlängerten und auf dem betreffenden Stadium zurückgeschlagenen Endtheile des Larvenkörpers die beiden ersten Seitenarme, oder Tentakel darstellen. Die Uebereinstimmung im Bau dieser Organe mit demjenigen des erwachsenen Thieres ist bereits so gross, dass man sogar die hellgelbe Färbung der Tentakelenden (welche GEGENBAUR Anlass gegeben hat der Meduse den Namen *flavescens* beizulegen) deutlich wahrnimmt. Von aussen sind die beiden Seitenarme mit einer Ectodermschicht bedeckt (welche bereits die runden sog. Nesselorgane einschliesst), während sie im Innern den bekannten Zellenstrang enthalten, dessen Gewebe man als Knorpel in Anspruch genommen hat. Im Inhalte der Strangzellen hat sich eine bedeutende Quantität Zellsaft angesammelt, was auch für die entsprechenden Gebilde der erwachsenen Meduse characteristisch ist. Am mittleren Körpertheile unserer Larve haben einstweilen noch keine nahmhaften Veränderungen stattgefunden. Am Schluss des dritten Tages entsteht in der Mitte der früher beschriebenen Entodermanhäufung eine Anfangs kleine und unregelmässig contourirte Höhle, welche erst später durch einen Kanal nach aussen durchbricht (Taf. III Fig. 9) und die erste Anlage des gesamten Gastrovascularsystems repräsentirt. Zu gleicher Zeit mit dieser innerlichen Veränderung sprossen zwei neue Tentakelrudimente hervor (Taf. III Fig. 9 *t*, *r*), in denen man bereits alle Hauptbestandtheile des fertigen Organes wahrnimmt. Durch diese Erscheinung wird der Uebergang des ursprünglichen doppeltsymmetrischen Planbaues unserer Larve in einen radiären eingeleitet, welcher auch bald sich vollständig ausprägt.

Um die Beschreibung der Vorgänge des dritten Tages zu beschließen, muss ich noch hervorheben, dass am Ende desselben zwei höckerartige Rudimente die sog. Sinnesbläschen entstehen (Taf. III Fig. 10 *v*, *s*), welche weiter nichts als blosse Ectodermwucherungen sind. Ueber die topographische Lage dieser Gebilde wird man sich am besten an der beigegebenen Figur unterrichten können. Bald nach dem Auftreten der Rudimente kommt in jedem derselben ein rundes blasses Körperchen zum Vorschein, in dem man die Anlage des späteren kugelförmigen sog. Otholiten erkennen kann.

Am vierten Tage nimmt das junge Thier eine erkennbare Medusenform an, aber die einzelnen Entwicklungsvorgänge erfolgen von nun an mit stets abnehmender Schnelligkeit. An dem topfförmigen Rumpfe erkennt man jetzt (Taf. III Fig. 11) eine geräumige Verdauungshöhle, die nach aussen durch eine grosse Mundöffnung mündet. Von den vier Tentakeln sind die beiden erstgebildeten noch die längeren, während die zwei übrigen nur wenig über den Körperrand hervorragen. Die Anlagen der Sinnesorgane haben jetzt ihre characteristische Kolbenform angenommen und lassen bereits in ihrem Innern einen stark lichtbrochenden kleinen Otholiten erkennen. Dieser wird übrigens erst am folgenden Stadium kugelförmig, zur Zeit als die Sinnesorgane sich überhaupt definitiv entwickeln (Taf. III Fig. 12 *et*).

Das Stadium welches man am sechsten Tage beobachtet (Taf. III Fig. 12) ist überhaupt das letzte, das ich aus befruchteten Eiern erhalten konnte; trotzdem bin ich im Stande Auskunft über die weitere Entwicklung unserer Aeginide zu geben, indem ich mit dem pelagischen Netze eine Menge junger Medusen auffischte, was mir erlaubte alle Lücken in der Metamorphosengeschichte von *Polyxenia leucostyla* auszufüllen. Wie bereits bemerkt wurde, hat die sechstägige Larve ein medusenähnliches Aussehen angenommen, wenngleich sie noch keine gesonderte Schirmhöhle aufweist. Zu den früheren zwei Sinnesorganen hat sich noch ein Paar zugesellt, wodurch der radiäre Bauplan des Thieres viel an Deutlichkeit gewinnt. Um die kolbenförmigen gestielten Bläschen erscheinen nunmehr lange steife Haare, welche für die Sinnesorgane der Aeginiden sehr bezeichnend sind.

Die weiteren Entwicklungszustände zeichnen sich sowohl durch Bildung neuer Tentakeln wie durch weitere Differenzirung des eigentlichen Medusenkörpers aus. Ich habe junge Medusen mit nur zwei Sinnesorganen gefangen, bei welchen aber bereits acht oder neun Tentakeln entwickelt waren, was deutlich darauf hinweist, dass in der Entstehung beider Organe keine nothwendige Uebereinstimmung herrscht, wie man es vermuthen könnte. Aber nicht allein die Tentakelbildung kann die Sinnesorgane übereilen, sondern auch die Differenzirung des Medusenkörpers, welcher bei den erwähnten jungen Thieren viel ausgebildeter als bei der oben beschriebenen Larve des sechsten Tages war. An dem auf der Fig. 13 (Taf. IV) abgebildeten Exemplare, welches bereits 8 (durch Reibung abgenutzte) Tentakel besass, konnte man eine beträchtliche Quantität auf dem oberen Körpertheile angesammelter Gallertsubstanz bemerken, wobei die Ectodermbedeckung wie eine äusserst dünne Membran aussah. Der untere mit dicken Wandungen versehene Rumpftheil ist der Magen, welcher bei weiterer Entwicklung

seine ursprüngliche Topfform in die eines sehr breiten Sphincters umändert. Zu gleicher Zeit als der Medusenkörper in seine für Aeginiden so charakteristische scheibenförmige Gestalt übergeht, erfolgt auch das Hervorwachsen der seitlichen, die sog. Sinnesorgane einschliessenden Wand, an deren äusserem Rande dann das muskulöse Velum erscheint. An der noch kaum ein Millimeter grossen Meduse, bei welcher ich zwölf Tentakel und vier Sinnesorgane gezählt habe, konnte man bereits alle Haupttheile des erwachsenen Thieres wahrnehmen. Von oben betrachtet (Taf. IV Fig. 16) sah die junge *Polyxenia* rosettenförmig aus, indem dieselbe ihre seitlichen, durch ungleiche Ansammlung der Gallertsubstanz hervorgerufenen rundlichen Wölbungen zeigte. Bei derselben Lage konnte man die keilförmigen inneren, dem Zellenstrange angehörenden Tentakelenden, welche gleichfalls den Aeginiden eigenthümlich sind, beobachten. Die Seitenansicht zeigt uns dagegen den breiten herabfallenden Magen (Taf. IV Fig. 15 *vt*), sowie den nunmehr stark verlängerten seitlichen Körperrand (Taf. IV Fig. 15 *m,l*) mit darauf sitzenden Sinnesorganen. Um das einstweilen noch schmale Velum sehen zu können, muss das Thier von unten betrachtet werden. Die Thatsache, dass, trotz der so weit fortgeschrittenen Entwicklung das Gastrovascularsystem seine einfache Sackform behält, kann uns nicht verwundern, zumal wir wissen, dass sogar bei erwachsenen Polyxenien dieselbe Form mitunter zeitlebens persistirt<sup>1)</sup>. *Polyxenia leucostyla* gehört ja nebst *Polyxenia albescens* (*Gunina albescens* Gegenb.) und *Aeginopsis mediterranea* zu derjenigen Gruppe der Aeginiden, welche sich durch Mangel an Ring- und Radialgefassen auszeichnet.

Eine drei Mm. lange aber immerhin noch junge Meduse haben wir in dem eben citirten Werke (Taf. VI Fig. 9, 10) abgebildet, weil das Thier mit seinen 13 Tentakeln und 6 Sinnesorganen bereits wie ein erwachsenes aussah.

Bei der grossen Uebereinstimmung, die uns die Entwicklung von *Aeginopsis mediterranea* mit den oben für *Polyxenia leucostyla* angegebenen Verhältnissen zeigt, brauche ich nicht lange bei der Schilderung der entwicklungsgeschichtlichen Vorgänge des erstgenannten Thieres mich aufzuhalten. Die frisch abgelegten und befruchteten Eier laufen einen totalen und regelmässigen Zerklüftungsprocess durch, ganz ebenso wie wir es bei *Polyxenia* gesehen haben. Auf dieselbe Weise bildet sich auch das sog. Maulbeerstadium, nach

1) Материалы pp. 66—74.

welchem die Theilung des Keimes in zwei Lager (Ectoderm und Entoderm) erfolgt (man vergl. Taf. IV Fig. 17, 18). Bei weiterer Entwicklung sehen wir die freischwimmend gewordene Aeginopsislarve (Taf. IV Fig. 19) sich nicht in der Weise verlängern, wie es bei Polyxenia so auf-fallend war; dieselbe nimmt vielmehr (etwa um die Hälfte des zweiten Tages) eine tridaenahutförmige Gestalt an, wie es die Fig. 20 (Taf. IV) wiedergiebt. Die zugerundeten Enden des Larvenkörpers erweisen sich bereits als Rudimente der bekannten Seitenarme, welche letzteren im Laufe des zweiten und dritten Tages noch bedeutend an Länge zunehmen. Das auf der Fig. 21 (Taf. IV) abgebildete Stadium des dritten Tages stimmt bis in's Detail mit der auf der Fig. 8 (Taf. III) wiedergegebenen Polyxenialarve überein, so dass die nähere Beschreibung desselben unterbleiben kann. Am vierten Tage, nachdem die langen Seitenarme so ziemlich ihre definitive Gestalt angenommen haben, beginnt der eigentliche Medusenkörper in allen Dimensionen zu wachsen, wobei er die auch auf den folgenden Stadien eine zeitlang bleibende Form erhält. Bei weiterer Entwicklung bildet sich auf dieselbe Weise wie bei Polyxenia die Verdauungshöhle und die Larve geht in den bereits vor mehr als zwanzig Jahren von JOH. MÜLLER beobachteten Zustand über. Dieser grosse Forscher hat somit das Richtige getroffen, als er eine einfache directe Entwickelungsweise bei *Aeginopsis mediterranea* vermutete. Ich habe öfters Gelegenheit gehabt mit dem pelagischen Netze viele Larven dieser Meduse aufzufischen, so dass ich alle Uebergangsstadien zwischen dem auf der Fig. 22 (Taf. IV) abgebildeten und dem geschlechtsreifen Thiere beobachten konnte.

---

### III. Knospenbildung bei Cunina.

Mit Tafel V.

Obwohl über die ungeschlechtliche Vermehrung der Aeginiden bereits mehrere werthvolle Beobachtungen vorliegen, so ist doch die ganze Erscheinung in manchen Puncten noch sehr unzureichend erforscht. KÖLLIKER<sup>1)</sup> ist der erste, welcher das Phänomen gesehen hat, nur glaubte er anstatt einer Knospenbildung ein Moment des Verschlügens einer Meduse durch die andere vor Augen zu haben. Im Innern einer *Cunina* (*Euristoma rubiginosum* KÖLL.), die HAECKEL für

<sup>1)</sup> Diese Zeitschrift Bd. IV. 1853, p. 322, 327.

nahe verwandt mit seiner *Cunina rhododactyla* hält, fand KÖLLIKER eine auf verschiedenen Entwickelungsstadien begriffene Aeginide, welche er als von *Eurystoma* verschieden unter dem Namen *Stenogaster* beschreibt. Der Hauptunterschied zwischen beiden Medusen soll darin bestehen, dass die erstere blos mit 10 Randlappen, 10 Tentakeln und 6—8 Randbläschen zwischen je zwei Tentakeln versehen ist, während die letztere, obwohl viel kleiner, doch 16 Tentakel und ebensoviel Randbläschen besitzt. GEGENBAUR, der die Knospenbildung bei seiner *Aegineta prolifera* verfolgte<sup>1)</sup>, war sehr nahe der Meinung gekommen, dass der KÖLLIKER'sche Fall ebenfalls zu ungeschlechtlicher Vermehrung gehört, doch durfte er nicht, wegen des Mangels an Thatsachen, sich positiv aussprechen. Erst durch FRITZ MÜLLER<sup>2)</sup> wurde die Behauptung festgestellt, dass *Stenogaster* durch Knospenbildung im Innern der *Eurystoma* Ursprung nimmt. Er stützte sich auf Beobachtung eines ganz ähnlichen Falles bei der brasilianischen *Cunina Köllickeri*, welche im erwachsenen Zustande blos aus 8, seltener aus 9 Körperabschnitten bestand, während die durch Knospung hervorgegangenen jungen Medusen 12 und sogar bis 13 Segmente besassen.

Aus den hier mitgetheilten Thatsachen hat HAECKEL<sup>3)</sup> den Schluss gezogen, dass bei Aeginiden (wenigstens bei *Eurystoma rubiginosum* und *Cunina Köllickeri*) »ein Dimorphismus zweier verschiedenen Generationen« besteht, womit in einen gewissen Zusammenhang er auch die Knospenbildung von *Geryonia hastata* zu bringen sucht. Bevor ich meine Meinung über diese etwas verwickelten Verhältnisse ausspreche, muss ich zunächst die von mir beobachteten Thatsachen, welche zur Begründung derselben dienen, mittheilen.

Unter sechs von mir untersuchten Arten aus der Familie der Aeginiden, habe ich die Knospenbildung nur bei zwei, nämlich bei *Cunina rhododactyla* Haeck. und bei *C. proboscidea nob.*<sup>4)</sup>, beobachtet. Bemerkenswerth ist es schon, dass die ungeschlechtliche Vermehrung nur bei solchen Aeginiden vorkommt, welche sich durch ein complicirteres Gastrovascularsystem und das Vorkommen der sog. Mantelspangen auszeichnen. Bei den einfacher gebauten Medusen, zu denen die Gattung *Polyxenia* (in unserem Sinne) und *Aeginopsis* gehören, habe ich nie Knospenbildung angetroffen, obwohl ich einige hundert Exem-

1) Zur Lehre vom Generationswechsel etc. p. 55. Die Knospung bei derselben Meduse wurde nachher von KEFERSTEIN und EHLERS beobachtet.

2) Archiv für Naturgeschichte Bd. XXVII. 1864. p. 42, Taf. IV.

3) A. a. O. p. 455.

4) Diese Meduse ist in dem oben citirten, von mir mit meiner Frau gemeinschaftlich verfassten Werke, p. 66, Taf. VI, Fig. 1—3 beschrieben.

plare der *Polyxenia albescens* (*Cunina alb.* Geg.) und eine bedeutende Auzahl Individuen der kleinen *P. leucostyla* und *Aeg. mediterranea* durchsuchte. Dass die *Cunina Kollikeri* und *Aeg. prolifera* zur ersten Gruppe gehören, darüber kann man, trotz der unvollständigen Kenntniss des Gastrovascularsystems dieser Thiere keinen Zweifel haben.

Der jüngste Zustand, den ich beobachten konnte<sup>1)</sup>, ist auf der Fig. 4 abgebildet. Er stellt einen rundlichen Körper mit dem verlängerten Arme dar, und besteht bereits aus zwei gesonderten Schichten. Die äussere, das Ectoderm, überzieht die ganze Knospe und zeichnet sich nur auf dem freien Tentakelende durch mehrere runde sog. Nesselorgane aus. Das Entoderm zerfällt in zwei Abschnitte, von denen der erstere einen einfachen geschlossenen Sack (die Anlage des Gastrovascularsystems), der andere dagegen den Zellenstrang des Tentakels darstellt. Die Mundöffnung bricht erst am folgenden Stadium durch (Fig. 3), wodurch die zweitentakelige Knospe eine auffallende Aehnlichkeit mit den im vorigen Capitel beschriebenen *Polyxenia-* und *Aeginopsislarven* bekommt. Bei solchen Knospen, welche ebenso wie die vorher beschriebenen frei in der Gastrovascularhöhle liegen, konnte ich ein deutliches Flimmerkleid auf der ganzen äusseren Oberfläche bemerken, welches sich auch auf die innere Höhle erstreckt. Die Knospen mit drei, vier und fünf Tentakeln bieten nichts Eigenthümliches dar, weshalb sie nur vorübergehend erwähnt zu werden verdienen; solche aber, welche bereits wenigstens sechs Tentakel aufweisen (Fig. 4) sind insofern interessant, als sie einen neuen Knospungsprocess einleiten. Es bildet sich nämlich auf Kosten der beiden Schichten eine runde Erhebung (Fig. 4 s, p), welche auf der aboralen Fläche der sechsstrahligen Knospe ihren Sitz hat und die erste Anlage des proliferirenden Stolones darstellt. Bei der weiter entwickelten achtstrahligen Knospe springt der eben erwähnte Körper zapfenförmig hervor, wie es auf den Fig. 5 und 6 s, p deutlich zu sehen ist; es setzt sich in denselben auch die innere Höhle des Gastrovascularsystems in Form eines stets verjtingenden Kanals fort. Die Bildung neuer Individuen beginnt etwas später, so dass ich erst am Stolo einer zwölffstrahligen jungen Knospe (Fig. 6) eine mit einem Arm versehene Tochterknospe (Fig. 6 g') beobachten konnte. Diese letztere hat genau dieselbe Form und Bildung wie die auf der Fig. 4 abgebildete Mutterknospe, so dass ich deren Beschreibung ganz weglassen.

1) Alle hier stehenden Angaben beziehen sich ausschliesslich auf *Cunina rhododactyla* wenn etwa das Gegentheil nicht ausdrücklich hervorgehoben ist.

Bemerkenswerth ist der Umstand, dass während ihrer Prolification die Mutterknospe selbst auf demselben Stadium stehen bleibt; wenigstens waren alle von mir beobachteten proliferirenden Knospenindividuen mit zwölf Tentakeln versehen, besassen aber weder Randkörperchen noch Mantel, Velum, Galleresubstanz etc. Solche Individuen zeigten stets dieselbe Scheibenform, aber ausser dem geräumigen, einfachen Magensack waren an ihnen keine inneren Organe wahrzunehmen.

Kehren wir nun zu den Tochterknospen zurück. Nachdem die erstgebildete bereits eine Mundöffnung und zwei Tentakel (Fig. 7 g<sup>1</sup>) erhalten hat, buchtet sich der Stolo prolifer auf einer Seite aus um die Anlage einer zweiten Tochterknospe darzustellen (Fig. 7 g<sup>2</sup>). Diese, Anfangs ein einfacher Wulst, differenziert sich in derselben Weise wie ihre ältere Schwester, so dass sie bald zu einer uns gut bekannten einarmigen Knospe sich gestaltet (Fig. 8 g<sup>2</sup>). Der verlängerte Stolo (Fig. 8 s, p) hat den Anschein, dass er noch zu weiterer Knospenbildung verwendet wird; Positives darüber habe ich indessen nicht entdecken können. Die auf der Fig. 8 abgebildete proliferirende Mutterknospe stellt überhaupt das letzte von mir beobachtete Stadium des eigenthümlichen Vermehrungsprocesses dar. Bei der grossen Anzahl der von mir beobachteten Individuen kann es keinem Zweifel unterworfen werden, dass die Tochterknospen, nachdem sie zu zweiarmigen Geschöpfen sich herausgebildet haben, von dem Stolo absfallen, um in dem Gastrovascular-system der erwachsenen Meduse, d. h. ihrer Grossmutter sich weiter zu entwickeln. Dadurch wird die Thatsache, dass man nie mehr als zwei Tochterknospen auf einem Stolo beobachtet, ihre einfachste Erklärung finden. Wie gross die ganze Anzahl der auf die beschriebene Weise von einer Mutterknospe erzeugten Individuen sich belauen kann, kann ich natürlich nicht sagen; factisch ist aber, dass die ganze Proliferationsperiode aufhört, wenn sich die Mutterknospe definitiv auszubilden beginnt.

Dass eine Medusenknospe, noch bevor sie ihren reifen Zustand erhalten hat, zum Sitz einer neuen Knospenbildung wird, ist eine durchaus nicht ungewöhnliche Erscheinung und wurde öfters bei Sarsiaden u. a. beobachtet; aber in solchen Fällen gleicht die Bildung der Tochterknospen in allen Einzelheiten dem ersten Knospungsprocesse. Viel auffallender ist dagegen die ungeschlechtliche Vermehrung der *Cunina rhododactyla*, indem wir hier zum ersten Male der Thatsache begegnen, dass die Prolification der vollkommenen Meduse sich wesentlich von derjenigen der Mutterknospe unterscheidet. Ich kann den Unterschied wirklich als einen bedeutenden ansehen, da das Mutterthier nur innere Knospen producirt, während die letzteren ein besonderes äusserliches Organ zur

ungeschlechtlichen Vermehrung besitzen. Einen ähnlichen Stolo prolifer habe ich noch bei den Knospen unserer *Cunina proboscidea* gesehen, wo ich ihn indessen nur in einem wenig entwickelten Stadium vorfand; sonst ist er aber bei keiner Meduse gefunden worden. Selbst die durch ihre Vermehrung ausgezeichneten *Cunina Köllikeri* und *C. prolifera* entbehren desselben, denn falls er bei ihnen vorhanden wäre, so würde er gewiss von GEGENBAUR und FRITZ MÜLLER nicht übersehen worden sein.

Ich glaube, dass der mitgetheilte Fall einer Tochterknospenbildung bei *Cunina* demjenigen Forscher von Nutzen sein kann, welcher das Glück haben wird über die einstweilen ganz unbekannte Entstehung der sog. Zungenknospen bei Geryoniden ein rechtes Licht zu werfen. Ohne mich in entfernte Vermuthungen einzulassen, wofür noch zu wenig factisches Material vorliegt, erlaube ich mir nur auf zwei That-sachen hinzuweisen: erstens dass die im Magen von *Geryonia hastata* gefundenen Knospen zu derjenigen Aeginidengruppe gehören, welche sich durch das Vorhandensein von Ring- und Radiärkanälen, Mantelspangen und durch ungeschlechtliche Vermehrung auszeichnet; zweitens will ich betonen, dass auf der aboralen Fläche der Mutterknospe sich eine wenn auch sehr kleine Knospenähre entwickelt, ein Gebilde, das bei der in *Geryonia* gefundenen *Cunina* zu seiner äussersten Grösse gelangt.

Wenden wir uns nunmehr zur Betrachtung der Mutterknospe, welche wir noch in einem wenig ausgebildeten Zustande verlassen haben. Das auf der Fig. 9 abgebildete Individuum stellt uns ein solches Stadium dar, an dem nicht nur die Prolification aufgehört hat, sondern sogar jede Spur des Stolones verschwunden ist. Das zwölftentakelige Thier zeichnet sich vor Allem durch das Vorhandensein eines Dutzend wirklicher Magentaschen (Fig. 9 b, v) aus, deren Ursprung am einfachsten durch die Annahme localer Entodermausstülpungen zu begreifen ist. An jeder Tasche kann man leicht einen kleinen brustwarzen-förmigen Anhang bemerken (Fig. 9 c, m), welcher, aus Entodermzellen bestehend, die Anlage des inneren Randkörperstranges repräsentirt. Von sonstigen Organen (Gallertmasse, Velum u. a.) ist einstweilen noch keine Spur vorhanden.

Wenn auch gewöhnlich die Cuninaknospen erst auf einem viel spätereren Stadium das Mutterthier verlassen, so besitzen doch die eben beschriebenen unentwickelten Thiere bereits die Fähigkeit frei im Wasser zu leben und sich weiter auszubilden. Um die Entwicklung an einem und demselben Exemplare zu verfolgen, nahm ich die auf der Fig. 10 abgebildete Knospe aus dem Mutterleibe heraus, worauf ich sie

in ein besonderes Gläschen, in welchem sie noch ungefähr zwei Wochen lang lebte, versetzte. Auf der Fig. 10 ist die Abbildung des jungen Thieres nach einem zehntägigen Aufenthalte in Wasser gegeben. Man sieht sogleich, dass, obwohl die Gesamtzahl der Segmente die fröhre geblieben ist, die Entwicklung trotzdem einige Schritte vorwärts gemacht hat. Der Körperrand, welcher früher (Fig. 9) nur ein klein wenig über die Ansatzstelle der Tentakel hervorragte, nimmt jetzt infolge des centrifugalen Wachsthums beinahe seine definitive Stelle an. An ihm kann man nunmehr ein Dutzend Randblaschen (welche freilich noch keinen Krystallkörper enthalten) erkennen, welche sich auf Kosten des Ectoderms als kleine Warzen erhoben haben (Fig. 10 c, m). Das Velum, als eine hautartige Verlängerung des Mantels auftretend, zeigt bereits seine gewöhnlichen Eigenschaften. Zwischen dem Ectoderm und Entoderm des Körpers hat sich eine ansehnliche Quantität Gallerte ausgeschieden, welche viel dazu beiträgt, dem jungen Thiere ein charakteristisches Cunina-artiges Aussehen zu verleihen. Dieses wird noch durch die Bildung der Radiärkanäle (Fig. 10 v, r), die nur als Fortsätze der früher besprochenen Magentaschen erscheinen, bedeutend erhöht.

Wenn es aus den mitgetheilten Thatsachen klar hervorgeht, dass die Knospe, als eine wahre Cunina, dem Mutterthiere ähnlich ist, so liefern uns erst die späteren Stadien den Beweis, dass dieselbe durch nichts Bedeutendes von der fertigen *C. rhododactyla* sich unterscheidet, folglich, dass bei dieser Species kein Dimorphismus der beiden Generationen vorkommt. Die Meduse, deren eine Hälfte auf der Fig. 12 abgebildet ist, stellt uns das späteste von mir beobachtete Stadium der Knospengeneration, welches ich aus dem Magen des Mutterthieres erhalten konnte, dar. Die Aehnlichkeit derselben mit der von HAECKEL auf der Fig. 78 (Taf. VI) seines Werkes abgebildeten freilebenden Cunina ist (abgesehen von der verschiedenen Segmentzahl) so gross, dass ich wirklich verlegen bin irgend einen Unterschied zwischen beiden herauszufinden. Von dem erwachsenen Thiere zeichnen sich beide durch eine viel geringere Anzahl sowohl der Randkörperchen, als der an dieselben anschliessenden Mantelspangen aus, von welchen sie nur je eine zwischen 2 Tentakeln besitzen.

Die Segmentzahl der Knospe ist ebenso wie bei dem erwachsenen Thiere ausserordentlich variabel: bei beiden schwankt dieselbe zwischen 44 und 46. Es kommt nicht selten vor, dass das Mutterthier weniger Segmente zählt, als die in seinem Gastrovascularsystem enthaltene Knospe; so z. B. habe ich bei einer elfstrahligen Cunina eine noch ziemlich junge Knospe mit 42 Tentakeln gefunden (diese ist auf der Fig. 9 abgebildet). Daraus können wir ersehen, dass auf eine ab-

weichende Segmentzahl beider Generationen kein hohes Gewicht zu legen ist und in Folge davon an einen Dimorphismus bei ihnen nicht gedacht werden kann. Eben deshalb kann ich HAECKEL nicht folgen, wenn er einen solchen bei *Cunina Köllikeri* und *Eurystoma rubiginosum* als »constatirt« erachtet. Bei der ersten ist die Segmentzahl eine so unconstante, dass FRITZ MÜLLER erwachsene Thiere mit 6—9 Körperabschnitten vorfand; die Knospen dagegen fand er aus 9—12 und sogar bis 43 Segmenten zusammengesetzt. Es ist klar, dass man bei einem solchen Thatbestande durchaus keinen Grund hat auf eine blosse Verschiedenheit in der Segmentzahl das Vorhandensein eines Dimorphismus zu begründen; denn, consequenter Weise, dürfte man einen solchen nur für Knospenindividuen, welche mehr als neun Segmente zählen, in Anspruch nehmen. In dem KÖLLIKER'schen Falle (*Eurystoma*) ist der Unterschied in der Zahl der Körperabschnitte bedeutender, indem das Mutterthier deren 10, die älteste Knospe dagegen 16 hatte; man soll aber nicht vergessen, dass nur ein einziges Exemplar von *Eurystoma* zur Beobachtung kam, so dass die Frage über die Variabilität der Segmente bei dieser Species gar nicht beantwortet werden kann. Bei der grossen Aehnlichkeit der beiden Generationen kann man indessen muthmasslich annehmen, dass auch hier ein analoges Verhältniss wie bei *Cunina rhododactyla* und *C. Köllikeri* besteht.

HAECKEL, der die von mir entdeckte Knospung der *Cunina rhododactyla* in keinem von seinen 32 Exemplaren beobachten konnte, glaubte dieselbe Species an einem ganz anderen Orte sich entwickeln gesehen zu haben. Nach der vergleichenden Untersuchung junger Exemplare der genannten Art mit älteren im Magen von *Geryonia hastata* gefundenen achtstrahligen Knospen, kam HAECKEL zur Ueberzeugung, dass »an der Identität beider Formen nicht gezweifelt werden kann, so paradox diese Behauptung auch klingen mag«<sup>1)</sup>. Gegenüber einer so positiven Behauptung des verdienten Zoologen will ich, auf meinen Erfahrungen fussend, hier bemerken, dass die von demselben angenommene Identität nicht allein unbewiesen, sondern sogar sehr wenig wahrscheinlich ist. HAECKEL legt ein grosses Gewicht darauf, dass die *Cunina rhododactyla* als »constante Begleiterin« der *Geryonia* von ihm gefunden wurde. Es ist mir auch vorgekommen, dass ich an demselben Tage eine grössere Anzahl Exemplare beider Arten fing; es waren dabei aber noch manche andere Medusen, worunter mehrere Aeginiden, vorhanden. Andere Male dagegen waren in der Bucht von Villafranca

<sup>1)</sup> A. a. O. p. 125.

die *C. rhododactyla* vorherrschend, während es wenig oder gar keine *Geryonien* gab, und umgekehrt.

Eine grössere Aufmerksamkeit soll den anatomischen Gründen geschenkt werden, welche HAECKEL für seine Meinung anführt. Eine Aehnlichkeit zwischen der jungen *C. rhododactyla* und der ältesten HAECKEL'schen Knospe (Fig. 77, Taf. IV, bei HAECKEL a. a. O.) ist ganz gewiss vorhanden, aber es ist noch sehr gewagt, daraus auf eine Identität beider zu schliessen. Die Tentakeln der Knospe unterscheiden sich von denjenigen der jungen *Cunina* nicht nur durch ihre Kürze, Plumpheit und breite Basalstücke, sondern auch (was meiner Meinung nach wichtiger ist) durch ihre constante Zahl. Während sämmtliche Knospen, die HAECKEL in *Geryonia*magen fand, achtstrahlig sind, erscheint die Segmentzahl der *C. rhododactyla* sehr unbeständig und gerade achtstrahlige Individuen sind unter ihnen die seltensten. Um die Bedeutung dieser Thatsache gehörig zu schätzen, muss man sich die oben besprochenen Erscheinungen bei der Knospenbildung vergegenwärtigen. Wir wissen nunmehr, dass beiderlei *Cunina*knospen, sowohl Mutter- als Tochterknospen ihre Segmentzahl nach und nach erhalten, mit der einstrahligen Form beginnend. Ganz anders ist es bei den HAECKEL'schen Knospen, wo sich zunächst die Medusenscheibe nebst dem Rüssel (den man, beiläufig gesagt, bei den Knospen der *C. rhododactyla* gar nicht findet) differenzirt und wo erst in einem späteren Stadium und zwar auf einmal die Merkmale aller Segmente auftreten. Es bleibt also nichts übrig, als entweder die vermeinte Identität aufzugeben, oder bei der Ansicht zu bleiben, dass Knospen eines und desselben Thieres (*C. rhododactyla*) sich ganz verschiedenartig entwickeln, je nachdem sie sich im Magen einer *Cunina* oder in einer *Geryonia* bilden. Dass die erstere Alternative die richtigere ist, darüber kann Jeder urtheilen.

Ich will noch bemerken, dass die HAECKEL'schen Knospen, welche mit der *C. rhododactyla* nicht identifiziert werden können, eine viel grössere Aehnlichkeit mit einigen anderen *Cunina*arten zeigen. Unter letzteren meine ich die *Cunina lativentris* von GEGENBAUR<sup>1)</sup> und die von uns beschriebene *C. proboscidea*, welche beide, wie ich beiläufig sagen will, noch nie im geschlechtsreifen Zustande beobachtet worden sind. Die Aehnlichkeit derselben mit den fraglichen Knospen begründet sich auf das Vorhandensein gleich kurzer und plumper Tentakeln mit ebenso breitem Basalstücke, ferner auf kurzen kolbenförmigen Mantelspangen, auf der Existenz einer rüsselartigen Magenverlängerung (wenigstens bei *C. proboscidea*) und noch besonders auf der

1) Diese Zeitschrift Bd. VIII. p. 260. Taf. X, Fig. 2.

ähnlichen Knospenentwickelung. Es ist bekannt, dass *Cunina (Aegineta) prolifera* Knospen erzeugt, welche bald eine scheibenförmige Gestalt annehmen und sich zu gleicher Zeit in mehrere Segmente theilen. Eben diese Art der Knospenentwickelung wurde bei den im Geryoniamagen gefundenen Knospen von HAECKEL und bei der *C. proboscidea* von meiner Frau und mir selbst beobachtet. Bei der letzterwähnten Medusenspecies haben wir gesehen, dass sich auf einmal acht Segmente bilden.

Ich brauche mich nicht zu entschuldigen, dass ich den Leser so lange mit der Darstellung dieser Verhältnisse aufgehalten habe, indem ja der Hauptpunct der HAECKEL'schen Ansicht gerade darin besteht, dass die von ihm in Geryoniamagen gefundenen Knospen zu einer Medusenspecies werden, welche selbst im geschlechtsreifen Zustande beobachtet worden ist.

---

## Zweite Abtheilung.

### Siphonophoren.

#### Einleitung.

Die Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren ist erst in neuerer Zeit Gegenstand von genaueren Untersuchungen geworden. Man wusste freilich auch früher, dass diese Coelenteraten eine Metamorphose durchlaufen, indem man einzelne freischwimmende Larven auffand, aber im Ganzen genommen waren die Kenntnisse noch sehr dürftig. Auf Grund derselben wurde von einigen Forschern, namentlich von LEUCKART angenommen, dass sich zuerst der sogenannte Polypit, oder Siphonophorenmagen bildet, welcher nun durch Knospenbildung alle übrigen Theile erzeugt. Diese Annahme, die auch zu jener Zeit wenige That-sachen für sich batte, diente als Hauptbasis der bekannten Theorie des Polymorphismus bei Siphonophoren, welche von VOGT, mit besonderem Eifer aber von LEUCKART entwickelt wurde.

Die ersten gründlichen Untersuchungen über diesen Gegenstand verdanken wir GREGORIUS, welcher im Jahre 1853 die Eier des *Diphyes Sieboldi* zur Entwicklung brachte und daraus die Bildung der Larve bis zum Stadium, wo dieselbe sich zu einem Magen nebst einer

grossen Schwimmglocke herausbildete, verfolgte<sup>1)</sup>). Er constatirte zuerst, dass die Siphonophoren einen totalen Zerklüftungsprocess durchlaufen, nach welchem sich der Embryo in eine freischwimmende Larve verwandelt, an deren einer Seite eine Schwimmglocke hervortritt. Ueber die Gruppe der Physophoriden konnte er blos einzelne Thatsachen beibringen, indem er seine Angaben auf Untersuchung der mit dem MÜLLER'schen Netze gefangenen Larven basirte. ALEX. AGASSIZ<sup>2)</sup> konnte auch keine entwickelungsfähigen Physophorideneier erhalten, daſtir aber war er im Stande eine Reihe Larvenformen seiner *Nanomia cara* zusammenzubringen, von denen die jüngste blos aus einer Schwimmblase (deren Inhalt von Verfasser fälschlich als Oeltropfen gedeutet wurde) nebst dem Magen (Polypiten) und einem Fangfaden bestand. Noch eine Anzahl Larvenzustände wurde von CLAUS<sup>3)</sup> beobachtet, die sich hauptsächlich auf die *Agalma Sarsii* (wie es von LEUCKART bestimmt wurde) bezogen. Hier wurde zum ersten Mal der Nachweis geliefert, dass die Larven dieser Physophoride nach dem Typus gebaut sind, welcher bei *Athorybia* zeitlebens persistirt.

Der zweite Forscher, dem es gelang befruchtete Siphonophoreneier zu erhalten, ist KOWALEVSKY<sup>4)</sup>. Er giebt an, dass die von ihm untersuchten Eier, resp. Larven von der »*Agalma rubrum* Vogt« abstammen, was indessen nicht richtig ist, indem sich die wirkliche *Agalma*— oder richtiger *Halistema rubrum*, die ich in grosser Menge bei Villafranca fing, sich auf eine ganz andere Weise als das von KOWALEVSKY untersuchte Thier entwickelt. Wahrrscheinlich ist das letztere die von mir an einem anderen Orte<sup>5)</sup> beschriebene *Halistema pictum*, die jedoch besser als *Stephanomia pictum* bezeichnet werden kann, indem sie eine grössere Aehnlichkeit mit *Stephanomia (Anthemodes) canariensis* als mit irgend einer anderen Physophoride zur Schau trägt. Die älteste von KOWALEVSKY gezogene Larve mit Luftapparat, Magen und Fangfaden gleicht so sehr dem jüngsten von ALEX. AGASSIZ gefangenen Jugendzustande der *Nanomia*, dass es mir sehr wahrscheinlich ist, dass auch diese Physophoride in die Gattung *Stephanomia* eingezogen werden muss, zumal zwischen beiden eine grosse anatomische Analogie besteht.

Die im Jahre 1869 erschienene grössere Arbeit von HAECKEL<sup>6)</sup> bildet

1) Diese Zeitschrift Bd. V (1853), p. 403, 285. Taf. XVI—XVII.

2) Catalogue of the North-American Acarphae, p. 200.

3) Diese Zeitschrift Bd. XII, p. 536, Taf. XLVI—XLVIII.

4) Göttinger Nachrichten 1868, No. 7, p. 154.

5) A. a. O. p. 44 ff. Taf. II, Fig. 4—10.

6) Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren. Preisschrift. Utrecht 1869.

einen bedeutenden Zuwachs zu unseren Kenntnissen der Siphonophorenentwickelung. Von mehreren Arten, mit denen er die künstliche Befruchtung versuchte, konnte er die Eier dreier Species, und zwar: *Physophora magnifica*, *Crystallodes rigidum* und *Athorybia* zur Entwickelung bringen. Alle drei Arten haben das gemein, dass bei ihnen sich ein provisorisches Deckstück in sehr früher Zeit bildet, dessen Vorhandensein besonders bei der letztgenannten Species auffallen muss, indem die erwachsene *Physophora* bekanntlich aller Art Deckstücke entbehrt. Was *Crystallodes rigidum* und *Athorybia* betrifft, so ist in ihrer im Ganzen sehr ähnlich verlaufenden Entwickelung das Vorhandensein provisorischer Dottersäcke besonders bemerkenswerth.

Ohne mich hier in eine weitere Auseinandersetzung der wichtigen Arbeit von HAECKEL einzulassen, will ich nur über das Verhalten dieses Zoogen zu der jetzt namentlich in Deutschland sehr verbreiteten VOGT-LEUCKART'schen Theorie des Polymorphismus bei Siphonophoren ein paar Worte bemerken. HAECKEL wusste natürlich ganz gut, dass es durchaus irrthümlich ist, wenn man früher annahm, dass die wimpernde Siphonophorenlarve direct in den Magen übergeht, an welchem dann durch Knospenbildung alle anderen Siphonophorentheile entstehen. Er hält diese Annahme sogar für so werthlos, dass er sie nicht einmal beiläufig erwähnt, gewiss ohne daran zu denken, dass auf Grund derselben LEUCKART seine Theorie aufbaute und in consequenter Weise entwickelte. Eben aus der Schrift von HAECKEL kann man am besten sehen, welche tiefe Wurzeln die Theorie des Polymorphismus bei Siphonophoren geschlagen bat. Um sich die Natur dieser sonderbaren Thiere zu erklären, musste LEUCKART die wenigen damals bekannten entwicklungsgeschichtlichen Thatsachen ausbeuten, denn es wurde ihm ganz gewiss damals schon bekannt, dass bei Entscheidung solcher Fragen die Entwickelungsgeschichte eine ausserordentlich wichtige Rolle spielt. Er beginnt seine Beweisführung mit folgender Bemerkung<sup>1)</sup>: »Wir beginnen diese Analyse mit einem Rückblick auf die sog. Magensäcke, deren individuelle Natur wir als bewiesen ansehen dürfen, zumal wir ja wissen, dass die junge Siphonophore als isolirter sog. Magensack eine Zeitlang selbständige zu existiren im Stande ist. Wenn man einmal soweit gekommen ist den Magen für ein selbständiges Individuum zu halten, so muss man unbedingt, wenn man nur nicht inconsequent sein will, dasselbe auch für jeden Taster, jeden Fangfaden u. s. w. zugeben. Nur von diesem Standpunkte aus konnte

<sup>1)</sup> Zoologische Untersuchungen. I. Heft. Siphonophoren. 1853. p. 76.

man zur Theorie gelangen, als deren eifriger Nachfolger sich HAECKEL mehr als einmal erklärt hat<sup>1)</sup>. Diesem Forscher scheint es aber möglich das Fundament zu zerstören, ohne die darauf gebaute Theorie zu erschüttern. Er wundert sich über die Aehnlichkeit der jungen Siphonophorenlarven mit Medusen und hebt sogar hervor, dass die aus einem Magen nebst Deckstück bestehende Siphonophorenlarve als Homologon einer einzigen Meduse betrachtet werden muss<sup>2)</sup>. Der Magen wird nach dieser Zusammenstellung als ein einfaches, dem Magen jeder beliebigen Meduse entsprechendes Organ gedeutet, womit natürlich die herrschende Theorie in's Herz getroffen wird. Um sich aber mit derselben zu versöhnen, kommt HAECKEL zum Schluss, dass lediglich der erstgebildete Siphonophorenmagen dem Medusenmagen homolog ist, ebenso wie nur das erste Deckstück (bei *Crystallodes* und *Athorybia*) dem Medusenschirme entspricht, dass aber alle ferneren Mägen und Deckstücke ganze Individuen repräsentieren, gerade wie es die herrschende Polymorphismustheorie verlangt! Es ist wahrhaftig wunderbar so einer Inconsequenz zu begegnen, namentlich bei HAECKEL, der ja sonst nicht fürchtet, bis zu allen Extremen consequent zu bleiben.

Es ist hier nicht der Ort mich in weitere Auseinandersetzungen über die Natur der Siphonophoren einzulassen, zumal ich früher einmal diesen Gegenstand ziemlich ausführlich behandelte<sup>3)</sup>. Ich wollte nur auf die Bedeutung der Entwicklungsgeschichte bei solchen Fragen hinweisen, auf deren Ergebnisse ich meine Hauptangaben begründet habe. Ich folge HAECKEL ganz und gar, wenn er die Physophoralarve für das einer Meduse entsprechende Thier hält; anstatt aber dieser Ansicht untreu zu bleiben, wie der ebengenannte Forscher, nehme ich dieselbe zur Basis und mich darauf stützend erkläre ich, dass sämtliche Magen ebenso wie Taster, Fangfäden, Deckstücke und Schwimmglocken keine Individuen, sondern blosse, den Medusentheilen entsprechende Organe repräsentieren.

Aus obigen Bemerkungen wird man schon sehen können, dass unsere Kenntnisse der Siphonophorenentwicklung noch in mancher Hinsicht lückenhaft sind, besonders wenn man bedenkt, wie verschiedenartig sich der Bau und Entwicklungstypus bei diesen Thieren manifestirt. Obwohl die betreffende Coelenteratengruppe eine kleine zu nennen ist, so ist doch die Mannigfaltigkeit einzelner Repräsentanten

1) S. namentlich seinen Vortrag: »Ueber Arbeitsteilung in Natur- und Menschenleben, in der Sammlung von VIRCHOW und HOLZENDORF. Heft 78. 1869.

2) Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren p. 97.

3) A. a. O. Capitel IV (pp. 21—48).

derselben so gross, dass man sich erst dann beruhigen kann, wenn sämmtliche Arten in ihrer Entwicklung bekannt werden.

Ich konnte theils durch natürliche, theils durch künstliche Befruchtung entwickelungsfähiger Eier folgende Siphonophoren erhalten: *Epibulia (Galeolaria) aurantiaca*, *Hippopodius gleba*, *Physophora hydrostatica*, *Agalma Sarsii*, *Halistemma rubrum* und *Anthemodes pictum*. Ausserdem gelang es mir mehrere Siphonophorenlarven freischwimmend aufzufischen, worunter die Larve einer *Praya* hervorgehoben zu werden verdient.

Die folgenden Seiten enthalten eine genauere Beschreibung meiner Beobachtungen, nebst einigen allgemeinen Schlussfolgerungen, die ich aus denselben gezogen habe.

### I. *Epibulia aurantiaca*.

Mit Tafel VI und VII.

Die Entwicklung dieser schönen Siphonophore verläuft im Ganzen auf eine ähnliche Weise wie bei *Diphyes*, wo dieselbe von anderen Forschern beobachtet wurde. Wie ich bereits oben bemerkt habe, war es GEGENBAUR, dem es zum ersten Male gelang entwickelungsfähige Siphonophoreneier zu erhalten, welche eben einer *Diphyes*-art und zwar *Diphyes Sieboldi* angehörten. Dieser Forscher war im Stande eine Reihe embryologischer Vorgänge zu beobachten; seine Untersuchungen bezogen sich aber hauptsächlich auf äussere Verhältnisse und reichten blos bis zu einem noch ziemlich frühen Stadium. Eine etwas weiter entwickelte als die von GEGENBAUR gesehene *Diphyes*larve wurde auf der Oberfläche des Meeres von CLAUS<sup>1)</sup> gefischt, welcher bestimmte, dass die zuerst gebildete Schwimmglocke die obere ist und zugleich gefunden zu haben glaubte, dass der Rest des Embryonalkörpers nicht in den Saftbehälter (wie GEGENBAUR vermutete), sondern in den Stamm mit seinen verschiedenen Anhängseln übergeht. Nach der von CLAUS gelieferten Abbildung zu urtheilen, war seine Larve im verstümmelten Zustande.

In neuester Zeit wurden mehrere Larven einer *Diphyes*art von KOWALEVSKY untersucht, welcher im Frühjahr dieselben mit dem MÜLLER'schen Netze bei Messina fing. Er schreibt mir (unter dem  $\frac{8}{20}$  Fe-

<sup>1)</sup> A. a. O. p. 554 Taf. XLVII, Fig. 28.

bruar 1870) darüber Folgendes: »Das zweite Blatt (Entoderm) bei *Diphyes* differenziert sich hauptsächlich von unten und dann (zur Zeit der Schwimmglockenbildung) verwandelt sich dasselbe in eine Röhre, welche die Verdauungshöhle in sich einschliesst. Später, zur Zeit als die Schwimmglocke nebst dem Polypiten einen ziemlich hohen Ausbildungsgrad erlangt hat, kommt das Rudiment des »Oeltropfens« in Form einer Entodermausstülpung zum Vorschein, während in dem Raume zwischen dem Polypiten und der Glocke die Tentakeln (Fangfäden) hervorsprossen. Weitere Stadien zeigen ein blosses Wachsthum. Der Unterschied in der Lage des Dotters bei *Agalma* und *Diphyes* besteht darin, dass bei der erstenen derselbe im Innern der Verdauungshöhle von allen Seiten vom Entoderm umgeben liegt, während bei *Diphyes* er zwischen dem Ecto- und Entoderm seine Lage findet. — Ich führe diese Meinung einstweilen nur an, ohne mich in weitere Be trachtungen einzulassen: es wird hinreichen die von mir beobachteten Thatsachen einfach mitzutheilen, um den Leser in den Stand zu setzen mein Verhalten zu derselben zu beurtheilen.

Ich lasse nun dem Gesagten die Darstellung meiner eigenen Beobachtungen folgen.

Die Structur der frisch gelegten Eier der *Epibulia aurantiaca* (Taf. VI, Fig. 1) zeigt eine auffallende Aehnlichkeit mit dem oben beschriebenen Bau der Polyxeniaeier und vielleicht noch eine grössere mit den von KOWALEVSKY<sup>1)</sup> genauer untersuchten Ctenophoreneiern. Das kugelige membran- und kernlose Ei unserer Siphonophore besteht nämlich aus zwei Hauptbestandtheilen. Der peripherische Theil desselben wird aus einer homogenen aber dichten Protoplasmeschicht (Taf. VI, Fig. 1 p, d) gebildet, während der viel umfangreichere centrale Theil aus einer schwammigen Masse besteht, in welcher ein wasserheller Zellsaft durch dünne Protoplasmatische Wände (Taf. VI, Fig. 1 p, m) getrennt wird.

Die bald auf das freie Ablegen (es gelang mir nie künstlich aus dem Schlauche befreite Eier zur Entwicklung zu bringen) folgende Eizerklüftung beginnt nur an einem Pole, in einer Weise, wie ich oben für *Geryonia* angegeben habe. Es bildet sich an dem besagtem Ort eine Furche (Taf. VI, Fig. 2 s), deren Wände durch eigenthümliche Falten ausgezeichnet werden, welche ein deutliches Zeugniß von der Festigkeit der peripherischen Protoplasmeschicht abgeben. Die besagte Furche vertieft sich in meridianaler Richtung gegen den anderen Pol zu, das

1) Entwicklungsgeschichte der Rippenquallen, Mémoires de l'Acad. de St. Pétersbourg. 1866.

ganze Ei in zwei Hälften zertheilend, die nur durch eine Brücke zusammengehalten werden (Taf. VI, Fig. 3). Schliesslich zerfällt das Ei in zwei gleich grosse sog. Furchungskugeln, ohne dass an ihnen irgend eine Spur der originalen Entstehungsweise erhalten bleibt.

Das zweikugelige Ei zerfällt auf eine ähnliche Weise in vier Theile (Taf. VI, Fig. 4), welche sich wieder vermehren, und der sog. regelmässige Zerklüftungsprocess setzt sich weiter fort, bis das Ei in eine mehrzellige vermittelst der Flimmerhaare freischwimmende Larve verwandelt wird. Es muss hier allgemein bemerkt werden, dass bei der Theilung beide Eibestandtheile eine gleiche Rolle spielen, indem jede Zelle des Embryo etwas festes; aber noch mehr schwammiges Protoplasma enthält. Dieses Verhältniss ändert sich erst später, als sich die peripherischen Zellen zu Elementen des Ectoderms gestalten.

Die Anfangs kugelige Larve verlängert sich in der Weise, dass sie ein vogeleisförmiges Aussehen bekommt (Taf. VI, Fig. 5), weshalb man von nun an an ihr einen stumpfen oberen und einen spitzen unteren Pol unterscheiden kann. Wenn man bei genauerer Untersuchung die ganze Oberfläche einer solchen Larve von einer dünnen Ectodermbekleidung bedeckt findet, so nimmt man doch bald wahr, dass die letztere besonders scharf am unteren Körpertheile, namentlich auf einer Fläche desselben entwickelt ist (Taf. VI, Fig. 5 ec). In histologischer Beziehung ist hervorzuheben, dass die epitheliale Ectodermschicht aus zellsaftlosen, nunmehr ganz protoplasmatischen Elementen zusammengesetzt erscheint. Das Stadium, welches ich auf der Fig. 5 (Taf. VI) abgebildet habe, wurde von mir am Ende des vierten Tages nach dem Eierlegen beobachtet; am Morgen des folgenden Tages hatten die meisten Larven bereits das Aussehen angenommen, welches durch die Fig. 6 (Taf. VI) wiedergegeben wird. In Folge davon hat sich in meiner Untersuchung eine Lücke gebildet, welche freilich durch die Beobachtungen an anderen Siphonophoren nicht so sehr empfunden wird. Die Hauptveränderungen, die ich bei der Larve des fünften Tages gefunden habe, beziehen sich hauptsächlich auf die Anlage der Schwimmglocke und des Fangfadens. Der am früheren Stadium eben erst angedeutete doppelsymmetrische Bauplan tritt nunmehr mit ausgezeichneter Deutlichkeit hervor: ausser den beiden Enden kann man noch eine Rücken- und eine Bauchfläche erkennen, welche letztere durch die an ihr stattfindende Bildung der Organe angedeutet wird. Diese, oder wenigstens ihre Anlagen ragen nach Aussen in Form von zwei Höckern hervor; der obere, zugleich auch der grössere, bildet die spätere Schwimmglocke, der untere dagegen wird zum Fangfaden. Unter dem verdickten Ectoderm, welches die äussere Schicht der beiden Anlagen bildet, befindet

sich in derjenigen der Schwimmglocke ein runder und wie mir schien geschlossener Körper (Taf. VI, Fig. 6 *ec'*), dessen Ursprung als Ectodermwucherung mit Sicherheit angenommen werden darf. KOWALEVSKY lässt denselben durch Einstülpung auftreten. Sei es nun wie es wolle, unzweifelhaft ist nur, dass er blos die Anlage der Ectódermbekleidung der Glockenhöhle repräsentirt. Neben, und theilweise über den besagten Körper befindet sich jetzt eine scheinbar zellenlose feinkörnige Protoplasmamasse (Taf. VI, Fig. 6 *en*), die sich weiter nach unten fortsetzt und die erste Anlage des Entoderms darstellt. Ueber den rudimentären Fangfaden habe ich wenig zu sagen, indem derselbe eine einfache Erhebung bildet (Taf. VI, Fig. 6 *f*), in welcher man beide Blätter (Ectoderm und Entoderm) wahrnimmt.

Am sechsten Tage der Entwicklung habe ich zwei Stadien vorgefunden, wovon das jüngere (Taf. VI, Fig. 7) sich noch ziemlich eng an das vorher beschriebene anschliesst. Die Glockenanlage ragt jetzt viel mehr nach Aussen hervor, wobei man in ihrem Innern die, die ziemlich geräumige Höhle umgrenzende Ectodermsschicht unterscheidet. Das Entoderm bildet einstweilen noch eine auf die Bauchfläche beschränkte Schicht, die sich aber bald weiter differenzirt. Das auf der Fig. 8 (Taf. VI) abgebildete zweite Stadium des sechsten Tages zeigt uns, dass die Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht hat. Vor Allem muss die rasche Differenzirung der Schwimmglocke hervorgehoben werden, an der man bereits alle ihre definitiven Bestandtheile erkennen kann. Unter der äusseren Bekleidung derselben hat sich eine bedeutende Quantität Gallertsubstanz abgelagert, wodurch die inneren Theile sich mit besonderer Schärfe auszeichnen. Das Entoderm, in dessen Innern man die erste Spur der Gastrovascularhöhle wahrnimmt (Taf. VI, Fig. 8), hat sich zu Glockenkanälen nebst dem sog. Saftbehälter gestaltet. Die innere Schirm- oder Glockenhöhle mündet nach Aussen durch einen Kanal, dessen Wandungen das künftige Velum darstellen (Taf. VI, Fig. 8 *vi*). Auch die Anlage des Fangfadens zeigt uns merkliche Veränderungen, indem an einem Rande derselben mehrere warzenartige Vorsprünge erscheinen (Taf. VI, Fig. 8 *c, u*), die sich später zu sog. Nesselknöpfen ausbilden.

Ein etwas weiter entwickeltes Stadium stellt uns die auf der Fig. 9 (Taf. VI) abgebildete Larve dar. Indem dasselbe uns über manche wichtige Erscheinungen Aufschluss giebt, wollen wir es etwas näher betrachten. Am Larvenkörper können wir nunmehr folgende vier Abschnitte unterscheiden: die ziemlich grosse Schwimmglocke, die Anlage des Fangfadens, den oberen am wenigsten differenzierten Theil und den eben erst als solchen angedeuteten Magen. Ueber den Bau der

beiden ersten Abschnitte habe ich zu dem oben Gesagten Nichts von Bedeutung hinzuzufügen; interessanter sind die beiden anderen. Der beinahe konische Magen (Taf. VI, Fig. 9 *vt*), an dem noch keine Mundöffnung wahrzunehmen ist, erscheint von Aussen durch das an mehreren Orten sehr verdickte pigmenthaltige Ectoderm bedeckt, welches ebenso wie auf früheren Stadien ein Wimperepithel darstellt. Darunter liegen die grossen saftigen Entodermzellen (Taf. VI, Fig. 9 *cn*), deren Zusammenhang mit dem definitiven Entoderm des Fangfadens auf einer Seite und mit den einstweilen indifferenten Zellen des oberen Larventheils auf der anderen mit ausgezeichneter Deutlichkeit zu beobachten ist. Man sieht ein, dass die Entodermzellen des Magens einstweilen nichts weiter als die in eine Schicht ausgebreiteten Saftzellen sind, also Elemente darstellen, welche auf früheren Stadien den ganzen Innenraum des Embryo einnehmen. Im Centrum unserer Larve sehen wir anstatt solcher Zellen eine ziemlich geräumige Höhle (Taf. VI, Fig. 9), die sich wegen ihres Zusammenhangs mit den Glockenkanälen als Gastrovascularhöhle des Körpers erweist.

Im Laufe des siebenten und achten Tages vergrössert sich die Schwimmglocke in der Weise, dass alle sonstigen Larventheile als blosse Anhänge derselben erscheinen (Taf. VI, Fig. 10). Eine solche Veränderung in den Grössenverhältnissen wird aber keineswegs von wichtigen Differenzirungerscheinungen begleitet. Die Schwimmglocke erreicht zwar eine stärkere Ausbildung, wobei sie sogleich functionsfähig wird, besondere Entwickelungerscheinungen treten aber nicht auf. Es muss indessen hervorgehoben werden, dass die Saftzellen der Magenanlage sich zu einem förmlichen Entoderm gestalten, ferner, dass die früher beschriebenen Nesselknopfrudimente eine verlängerte Fingerform annehmen.

Bei weiterer Entwicklung stellt es sich heraus, dass an der Stelle, wo sich die Schwimmglocke mit den übrigen Larvenabschnitten verbindet, der röhrenförmige Stamm nebst seinen Anhängen entsteht, welche Theile gar nichts mit dem sog. »Reste des Embryonalkörpers« zu schaffen haben. Der eben erwähnte Abschnitt, in dem sich die saftigen Zellen am längsten erhalten, verwandelt sich in den obersten Theil des Magens, wie wir bald sehen werden.

Die auf der Fig. 14 (Taf. VII) abgebildete Larve des neunten Tages zeichnet sich durch das erste Auftreten der sog. Nesselorgane in den Knöpfen, sowie durch die Neubildung mancher Knospen an der einstweilen noch kurzen Anlage des Körperstammes aus. Unter den letzteren fällt besonders die rundliche Knospe (Taf. VII, Fig. 14 *a*) auf, die sich später als Anlage der zweiten Schwimmglocke herausstellt. Der untere

Magentheil fängt bereits an sich etwas zu contrahiren, während sein oberer von einer dünnen Ectodermsschicht bekleideter Theil (»Rest des Embryonalkörpers«) noch eine bedeutende Anzahl der in mehreren Lagen angehäuften Saftzellen enthält. Erst am zehnten Tage dringt in denselben die Fortsetzung der Gastrovascularhöhle ein, wobei die grossen Zellen sich in eine Schicht ausbreiten (Taf. VII, Fig. 12), um bald in das gewöhnliche Entoderm überzugehen. Wenn man den Magen an den Fig. 11, 12 und 13 (Taf. VII) (die letztere stellt die ohne Schwimmglocke abgebildete Larve des elften Tages dar) vergleicht, so wird man leicht begreifen, auf welche Weise die Saftzellen in das gewöhnliche Entoderm übergehen, welcher Vorgang natürlich von einer Höhlenvergrösserung begleitet wird. Am elften Tage hat der Magen beinahe seine definitive Bildung erlangt; er ist nunmehr mit einer Mundöffnung versehen, so dass er sich saugnapfartig ansaugen kann; das einzige, was ihn noch als ein Larvenorgan auszeichnet, ist das Vorhandensein des oberen konischen Anhanges, in welchem wir den letzten Rest des oberen Embryonaltheils erkennen. Aber auch dieser verschwindet am zwölften Tage, zur Zeit als die ganze Larve nur aus definitiven Organen zusammengesetzt erscheint.

Von vielen am Larvenkörper aufhängenden Knospen bilden sich zunächst die Fangfäden nebst Nesselknöpfen aus. Die letzteren nehmen am zehnten Tage ihre nierenförmige Gestalt an, wobei sie bereits mit je einem Endfaden versehen erscheinen. Die Fig. 13 und 14 (Taf. VII) mit mehreren reifen Nesselknöpfen zeigen uns, dass diese Organe von Anfang an mit den definitiven übereinstimmen, dass also bei Epibulia keine provisorischen Fangfäden auftreten, wie letzteres bei allen bis jetzt untersuchten Physophoriden der Fall ist. Am elften Tage bildet sich aus einer verlängerten Knospe das erste Deckstück aus (Taf. VII, Fig. 13 pp), wonit das ganze erste »Segment«, aus einem Magen nebst Deckstück und Fangfaden bestehend, auftritt. Zu gleicher Zeit bemerkten wir auf dem etwas verlängerten Stämme noch zwei Knospen, und zwar eine obere (Taf. VII, Fig. 13 c, p) in dem Innern die Anlagen der Ringkanäle deutlich hervortreten, und eine einfacher gebaute untere verlängerte Knospe. Während sich die erstere jetzt als eine unzweifelhafte Schwimmglocke erweist, erscheint die andere, deren verlängerter Theil — der künftige Magen — besonders stark hervortritt, als Anlage des ganzen zweiten Segmentes. Dieser Schluss wird durch ein späteres Stadium befestigt, an dem man den künftigen Magen nebst seinen (offenbar zu Fangfaden und Deckstück werdenden) Anhängen in einem entwickelteren Stadium findet (Taf. VII, Fig. 15).

Einige der von mir aus Epibuliaeieren erzogene Larven habe ich

ganze Ei in zwei Hälften zertheilend, die nur durch eine Brücke zusammengehalten werden (Taf. VI, Fig. 3). Schliesslich zerfällt das Ei in zwei gleich grosse sog. Furchungskugeln, ohne dass an ihnen irgend eine Spur der originalen Entstehungsweise erhalten bleibt.

Das zweikugelige Ei zerfällt auf eine ähnliche Weise in vier Theile (Taf. VI, Fig. 4), welche sich wieder vermehren, und der sog. regelmässige Zerklüftungsprocess setzt sich weiter fort, bis das Ei in eine mehrzellige vermittelst der Flimmerhaare freischwimmende Larve verwandelt wird. Es muss hier allgemein bemerkt werden, dass bei der Theilung beide Eibestandtheile eine gleiche Rolle spielen, indem jede Zelle des Embryo etwas festes; aber noch mehr schwammiges Protoplasma enthält. Dieses Verhältniss ändert sich erst später, als sich die peripherischen Zellen zu Elementen des Ectoderms gestalten.

Die Anfangs kugelige Larve verlängert sich in der Weise, dass sie ein vogeleisförmiges Aussehen bekommt (Taf. VI, Fig. 5), weshalb man von nun an an ihr einen stumpfen oberen und einen spitzen unteren Pol unterscheiden kann. Wenn man bei genauerer Untersuchung die ganze Oberfläche einer solchen Larve von einer dünnen Ectodermbekleidung bedeckt findet, so nimmt man doch bald wahr, dass die letztere besonders scharf am unteren Körpertheile, namentlich auf einer Fläche desselben entwickelt ist (Taf. VI, Fig. 5 ec). In histologischer Beziehung ist hervorzuheben, dass die epitheliale Ectodermschicht aus zellsaftlosen, nunmehr ganz protoplasmatischen Elementen zusammengesetzt erscheint. Das Stadium, welches ich auf der Fig. 5 (Taf. VI) abgebildet habe, wurde von mir am Ende des vierten Tages nach dem Eierlegen beobachtet; am Morgen des folgenden Tages hatten die meisten Larven bereits das Aussehen angenommen, welches durch die Fig. 6 (Taf. VI) wiedergegeben wird. In Folge davon hat sich in meiner Untersuchung eine Lücke gebildet, welche freilich durch die Beobachtungen an anderen Siphonophoren nicht so sehr empfunden wird. Die Hauptveränderungen, die ich bei der Larve des fünften Tages gefunden habe, beziehen sich hauptsächlich auf die Anlage der Schwimmglocke und des Fangfadens. Der am früheren Stadium eben erst angedeutete doppelsymmetrische Bauplan tritt nunmehr mit ausgezeichneter Deutlichkeit hervor: ausser den beiden Enden kann man noch eine Rücken- und eine Bauchfläche erkennen, welche letztere durch die an ihr stattfindende Bildung der Organe angedeutet wird. Diese, oder wenigstens ihre Anlagen ragen nach Aussen in Form von zwei Höckern hervor; der obere, zugleich auch der grössere, bildet die spätere Schwimmglocke, der untere dagegen wird zum Fangfaden. Unter dem verdickten Ectoderm, welches die äussere Schicht der beiden Anlagen bildet, befindet

sich in derjenigen der Schwimmglocke ein runder und wie mir schien geschlossener Körper (Taf. VI, Fig. 6 *ec'*), dessen Ursprung als Ectodermwucherung mit Sicherheit angenommen werden darf. KOWALEVSKY lässt denselben durch Einstülpung auftreten. Sei es nun wie es wolle, unzweifelhaft ist nur, dass er blos die Anlage der Ectódermbekleidung der Glockenhöhle repräsentirt. Neben, und theilweise über dem besagten Körper befindet sich jetzt eine scheinbar zellenlose feinkörnige Protoplasmamasse (Taf. VI, Fig. 6 *en*), die sich weiter nach unten fortsetzt und die erste Anlage des Entoderms darstellt. Ueber den rudimentären Fangfaden habe ich wenig zu sagen, indem derselbe eine einfache Erhebung bildet (Taf. VI, Fig. 6 *f*), in welcher man beide Blätter (Ectoderm und Entoderm) wahrnimmt.

Am sechsten Tage der Entwicklung habe ich zwei Stadien vorgefunden, wovon das jüngere (Taf. VI, Fig. 7) sich noch ziemlich eng an das vorher beschriebene anschliesst. Die Glockenanlage ragt jetzt viel mehr nach Aussen hervor, wobei man in ihrem Innern die, die ziemlich geräumige Höhle umgrenzende Ectodermsschicht unterscheidet. Das Entoderm bildet einstweilen noch eine auf die Bauchfläche beschränkte Schicht, die sich aber bald weiter differenzirt. Das auf der Fig. 8 (Taf. VI) abgebildete zweite Stadium des sechsten Tages zeigt uns, dass die Entwicklung bedeutende Fortschritte gemacht hat. Vor Allem muss die rasche Differenzirung der Schwimmglocke hervorgehoben werden, an der man bereits alle ihre definitiven Bestandtheile erkennen kann. Unter der äusseren Bekleidung derselben hat sich eine bedeutende Quantität Gallertsubstanz abgelagert, wodurch die inneren Theile sich mit besonderer Schärfe auszeichnen. Das Entoderm, in dessen Innern man die erste Spur der Gastrovascularhöhle wahrnimmt (Taf. VI, Fig. 8), hat sich zu Glockenkanälen nebst dem sog. Saftbehälter gestaltet. Die innere Schirm- oder Glockenhöhle mündet nach Aussen durch einen Kanal, dessen Wandungen das künftige Velum darstellen (Taf. VI, Fig. 8 *vi*). Auch die Anlage des Fangfadens zeigt uns merkliche Veränderungen, indem an einem Rande derselben mehrere warzenartige Vorsprünge erscheinen (Taf. VI, Fig. 8 *c, u*), die sich später zu sog. Nesselknöpfen ausbilden.

Ein etwas weiter entwickeltes Stadium stellt uns die auf der Fig. 9 (Taf. VI) abgebildete Larve dar. Indem dasselbe uns über manche wichtige Erscheinungen Aufschluss giebt, wollen wir es etwas näher betrachten. Am Larvenkörper können wir nunmehr folgende vier Abschnitte unterscheiden: die ziemlich grosse Schwimmglocke, die Anlage des Fangfadens, den oberen am wenigsten differenzierten Theil und den eben erst als solchen angedeuteten Magen. Ueber den Bau der

beiden ersten Abschnitte habe ich zu dem oben Gesagten Nichts von Bedeutung hinzuzufügen; interessanter sind die beiden anderen. Der beinahe konische Magen (Taf. VI, Fig. 9 *vt*), an dem noch keine Mundöffnung wahrzunehmen ist, erscheint von Aussen durch das an mehreren Orten sehr verdickte pigmenthaltige Ectoderm bedeckt, welches ebenso wie auf früheren Stadien ein Wimperepithel darstellt. Darunter liegen die grossen saftigen Entodermzellen (Taf. VI, Fig. 9 *cn*), deren Zusammenhang mit dem definitiven Entoderm des Fangfadens auf einer Seite und mit den einstweilen indifferenten Zellen des oberen Larventheils auf der anderen mit ausgezeichneter Deutlichkeit zu beobachten ist. Man sieht ein, dass die Entodermzellen des Magens einstweilen nichts weiter als die in eine Schicht ausgebreiteten Saftzellen sind, also Elemente darstellen, welche auf früheren Stadien den ganzen Innenraum des Embryo einnehmen. Im Centrum unserer Larve sehen wir anstatt solcher Zellen eine ziemlich geräumige Höhle (Taf. VI, Fig. 9), die sich wegen ihres Zusammenhangs mit den Glockenkanälen als Gastrovascularhöhle des Körpers erweist.

Im Laufe des siebenten und achten Tages vergrössert sich die Schwimmglocke in der Weise, dass alle sonstigen Larventheile als blosse Anhänge derselben erscheinen (Taf. VI, Fig. 10). Eine solche Veränderung in den Grössenverhältnissen wird aber keineswegs von wichtigen Differenzirungerscheinungen begleitet. Die Schwimmglocke erreicht zwar eine stärkere Ausbildung, wobei sie sogleich functionsfähig wird, besondere Entwickelungerscheinungen treten aber nicht auf. Es muss indessen hervorgehoben werden, dass die Saftzellen der Magenanlage sich zu einem förmlichen Entoderm gestalten, ferner, dass die früher beschriebenen Nesselknopfrudimente eine verlängerte Fingerform annehmen.

Bei weiterer Entwicklung stellt es sich heraus, dass an der Stelle, wo sich die Schwimmglocke mit den übrigen Larvenabschnitten verbindet, der röhrenförmige Stamm nebst seinen Anhängen entsteht, welche Theile gar nichts mit dem sog. »Reste des Embryonalkörpers« zu schaffen haben. Der eben erwähnte Abschnitt, in dem sich die saftigen Zellen am längsten erhalten, verwandelt sich in den obersten Theil des Magens, wie wir bald sehen werden.

Die auf der Fig. 14 (Taf. VII) abgebildete Larve des neunten Tages zeichnet sich durch das erste Auftreten der sog. Nesselorgane in den Knöpfen, sowie durch die Neubildung mancher Knospen an der einstweilen noch kurzen Anlage des Körperstammes aus. Unter den letzteren fällt besonders die rundliche Knospe (Taf. VII, Fig. 14 *a*) auf, die sich später als Anlage der zweiten Schwimmglocke herausstellt. Der untere

Magentheil fängt bereits an sich etwas zu contrahiren, während sein oberer von einer dünnen Ectodermsschicht bekleideter Theil (»Rest des Embryonalkörpers«) noch eine bedeutende Anzahl der in mehreren Lagen angehäuften Saftzellen enthält. Erst am zehnten Tage dringt in denselben die Fortsetzung der Gastrovascularhöhle ein, wobei die grossen Zellen sich in eine Schicht ausbreiten (Taf. VII, Fig. 12), um bald in das gewöhnliche Entoderm überzugehen. Wenn man den Magen an den Fig. 11, 12 und 13 (Taf. VII) (die letztere stellt die ohne Schwimmglocke abgebildete Larve des elften Tages dar) vergleicht, so wird man leicht begreifen, auf welche Weise die Saftzellen in das gewöhnliche Entoderm übergehen, welcher Vorgang natürlich von einer Höhlenvergrösserung begleitet wird. Am elften Tage hat der Magen beinahe seine definitive Bildung erlangt; er ist nunmehr mit einer Mundöffnung versehen, so dass er sich saugnapfartig ansaugen kann; das einzige, was ihn noch als ein Larvenorgan auszeichnet, ist das Vorhandensein des oberen konischen Anhanges, in welchem wir den letzten Rest des oberen Embryonaltheils erkennen. Aber auch dieser verschwindet am zwölften Tage, zur Zeit als die ganze Larve nur aus definitiven Organen zusammengesetzt erscheint.

Von vielen am Larvenkörper aufhängenden Knospen bilden sich zunächst die Fangfäden nebst Nesselknöpfen aus. Die letzteren nehmen am zehnten Tage ihre nierenförmige Gestalt an, wobei sie bereits mit je einem Endfaden versehen erscheinen. Die Fig. 13 und 14 (Taf. VII) mit mehreren reifen Nesselknöpfen zeigen uns, dass diese Organe von Anfang an mit den definitiven übereinstimmen, dass also bei Epibulia keine provisorischen Fangfäden auftreten, wie letzteres bei allen bis jetzt untersuchten Physophoriden der Fall ist. Am elften Tage bildet sich aus einer verlängerten Knospe das erste Deckstück aus (Taf. VII, Fig. 13 pp), wonit das ganze erste »Segment«, aus einem Magen nebst Deckstück und Fangfaden bestehend, auftritt. Zu gleicher Zeit bemerkten wir auf dem etwas verlängerten Stämme noch zwei Knospen, und zwar eine obere (Taf. VII, Fig. 13 c, p) in dem Innern die Anlagen der Ringkanäle deutlich hervortreten, und eine einfacher gebaute untere verlängerte Knospe. Während sich die erstere jetzt als eine unzweifelhafte Schwimmglocke erweist, erscheint die andere, deren verlängerter Theil — der künftige Magen — besonders stark hervortritt, als Anlage des ganzen zweiten Segmentes. Dieser Schluss wird durch ein späteres Stadium befestigt, an dem man den künftigen Magen nebst seinen (offenbar zu Fangfaden und Deckstück werdenden) Anhängen in einem entwickelteren Stadium findet (Taf. VII, Fig. 15).

Einige der von mir aus Epibuliaeieren erzogene Larven habe ich

über drei Wochen am Leben erhalten, sie konnten aber nicht das Stadium, das sie am siebenzehnten Tage erlangten, überschreiten. Die Fig. 45 (Taf. VII) zeigt uns die Organe (die grosse erstgebildete Schwimmglocke ausgenommen) einer solchen Larve, worunter die einstweilen noch kleine, aber dennoch weit ausgebildete obere Schwimmglocke und das eben erwähnte zweite Segment im Knospenzustande unsere Aufmerksamkeit besonders verdienen.

Es ist mir leider nicht gelungen weitere Stadien zu beobachten, was aber sehr wünschenswerth wäre, um die allmäßige Knospenbildung zu verfolgen. So viel hat sich aus meinen Wahrnehmungen herausgestellt, dass aus der Epibulialarve zunächst eine Schwimmglocke nebst dem ersten Segmente entsteht, welcher dann die zweite Schwimmglocke nebst dem zweiten Segmente folgt. Es ist klar, dass im Laufe der Entwicklung das erste Segment sich immer von den Schwimmlocken entfernen muss, ebenso wie der Schwanz einer proliferirenden Syllidee sich von ihrem Kopfe entfernt, um den neuangelegten Individuen Platz zu machen. Indem ich bereits an einem anderen Orte den Schluss aus meinen hier dargelegten Beobachtungen gezogen habe, brauche ich nicht zum zweiten Male auf denselben Gegenstand zurückzukommen.

---

Anhangsweise will ich hier die Larve einer *Praya* beschreiben, der Diphyidengattung, über deren Entwicklung einstweilen noch Nichts bekannt ist. Das betreffende junge Thier, welches ich auf der Fig. 46 (Taf. VII) abgebildet habe, wurde von mir mit dem MÜLLER'schen Netze im April 1870 bei Villafranca gefischt. Ausser der verhältnissmässig sehr grossen helmartigen Schwimmglocke, waren an der Larve noch ein vollkommen ausgebildeter Magen und ein mit mehreren nierenförmigen Nesselknöpfen versehener Fangfaden zu unterscheiden. Das erstgenannte Organ zeigte seine für die Gattung *Praya* characteristischen Eigenthümlichkeiten, nämlich eine kreisrunde weichgallertige Glocke nebst ihrem mächtigen Anhange, welcher früher für ein grosses Deckstück galt und mit einem solchen in der That eine gewisse Aehnlichkeit zeigt. Im Innern des Anhanges befindet sich der ovale sog. Saftbehälter, dessen Wand wie gewöhnlich aus einer Schicht wasserheller saftiger Zellen zusammengesetzt erscheint. Auf der einen Seite mit den Glockenkanälen zusammenhängend, steht der Saftbehälter (bei dem Mangel eines eigentlichen Körperstammes) in unmittelbarer Verbindung mit dem Innenraum des Magens. Der letztere zeigt ebensowenig etwas Be-

sonderes wie die Nesselknöpfe, welche im Ganzen die bei allen Diphyciden herrschende Form besitzen.

Von allen mir bekannten Prayaarten steht die eben beschriebene Larve der *Praya inermis* am nächsten. Unter diesem Namen begreife ich die kleinste Diphycidenart, die ich öfters im Mittelmeere und im Atlantischen Ocean bei Madeira gefischt habe. Einzelne Segmente derselben sind von GEGENBAUR untersucht und im Jahre 1853 als *Diplophysa inermis* beschrieben worden. Die Aehnlichkeit in der Form der Schwimmglocke und die geringe Grösse sind Thatsachen, auf denen ich meine Zusammenstellung begründe.

## II. *Hippopodius gleba*.

Mit Tafel XI, Fig. 5—8.

Diese im Mittelmeer so häufige Siphonophore hat sich für embryologische Untersuchungen insofern als ungünstig erwiesen, als es ausserordentlich schwierig ist von ihr entwickelungsfähige Eier zu erhalten. Nach mehreren missglückten Versuchen ist es mir doch gelungen eine Generation Larven dieses interessanten Thieres (über dessen Entwicklung einstweilen noch Nichts bekannt war) aufzuziehen.

*Hippopodius gleba* ist die einzige mir bekannte Siphonophore, deren Eier mit einer freilich äusserst dünnen Membran überzogen sind. Im Uebrigen sind sie den oben beschriebenen Epibuliaeieren sehr ähnlich, wie auch die ersten Entwicklungerscheinungen bei beiden Thieren (und bei den Siphonophoren überhaupt) in fast gleicher Weise verlaufen. Ich muss indessen bemerken, dass ich die totale Eizerklüftung sowie die Bildung der freischwimmenden Larve bei *Hippopodius* keiner genaueren Untersuchung unterworfen habe, um das geringe mir zur Verfügung gestandene Material möglichst zu schonen. Deshalb beginne ich meine Darstellung mit dem Stadium, auf welchem die beiden Hauptschichten bereits ange deutet sind.

Während das Ectoderm die ganze ovale Larve ziemlich gleichmässig bekleidet, beschränkt sich die innere Schicht hauptsächlich auf diejenige Fläche, welche ich als Bauchfläche bezeichne. Die ganze Masse der rundlichen Entodermelemente grenzt unmittelbar an die centralen Saftzellen, welche den Innenraum der Larve ziemlich vollständig ausfüllen: Die Organbildung beginnt mit einer localen Ectodermver-

dickung, welche in Form eines halbkugeligen sohlen Körpers in's Innere des Entoderms eindringt (Fig. 5). Erst später lichtet sich in ihm eine spaltenförmige Höhle, die indessen durch keine Oeffnung mit der Aussenwelt communicirt, sondern vollkommen geschlossen bleibt. Einen solchen Zustand habe ich bei den neun Tage alten Larven beobachtet, bei welchen noch mehrere andere Veränderungen zu sehen waren. Auf der oberen breiteren Hälfte der nunmehr birnförmig gewordenen Larve konnte man bereits eine dünne Schicht Gallertsubstanz wahrnehmen (Fig. 6 *g*), deren äusserste Grenze bis an den eben erwähnten halbkugeligen Körper reichte, um welchen sich inzwischen eine grössere Anzahl Entodermzellen angesammelt hat (Fig. 6 *en'*). Es muss sogleich hervorgehoben werden, dass die Hippopodiuslarve in zwei Haupttheile zerfällt, von denen der eine (die erste Schwimmglocke) aus der oberen breiteren, der andere dagegen (Magen) aus der unteren konischen Larvenhälfte entspringt. Die Trennungslinie zwischen beiden Theilen kommt bereits am nächsten (zehnten) Tage zum Vorschein, indem sich in der Mitte des Körpers eine durch Gallertausscheidung hervorgerufene ringförmige Erhebung des Ectoderms bildet (Fig. 7 *ac*), wodurch die Larve wie von einer Kappe bedeckt erscheint. Der oben angedeutete halbkugelige Körper verwandelt sich inzwischen in ein kolbenförmiges Bläschen in dem wir die spätere Ectodermbekleidung der Glockenhöhle erkennen. Am unteren Körpertheile fallen die stark verdickten beiden Blätter auf, so dass man danach schon den künftigen Magen erkennen kann.

Das Entoderm, welches in seiner Entwicklung so weit zurückgeblieben ist, holt jetzt rasch die übrigen Theile nach, so dass wir bereits am elften Tage die frühere indifferente Zellenansammlung im Umkreise des Ectodermbläschens in vier Längskanäle der Schwimmglocke gruppiert finden (Fig. 8). Dieses Stadium, das letzte, das ich überhaupt gesehen habe, zeigt uns mehrere Merkmale, nach denen ich die oben gegebene Deutung der Organe gebildet habe. Es lässt sich in der That nicht bezweifeln, dass der nunmehr stark aufgetriebene obere Larvenabschnitt die erste Schwimmglocke unseres Thieres repräsentirt. Die glockenförmige, durch eine dünne — aus dem früheren halbkugeligen Körper entstandene — Ectodermenschicht umgebene Schirmhöhle mündet bereits vermittelst einer runden Oeffnung nach Aussen, während sie auf dem entgegengesetzten Ende an einen breiten dem Gastrovascular-system angehörenden Raum (Fig. 8 *am*) stösst. Der Magen, obgleich noch mundlos, ist doch unzweifelhaft als solcher zu erkennen, zumal er sich bereits zu contrahiren anfängt. In seinem Innern bemerkt man einen durch Absorption der Saftzellen entstandenen Theil der Magen-

höhle, der sich indessen noch in keiner Verbindung mit den übrigen vorhandenen Abschnitten des Gastrovascularsystems befindet.

Es ist klar, dass, trotz mancher Eigenthümlichkeiten, die zuletzt beschriebene Hippopodiuslarve in wesentlichen Puncten mit den Diphyes- und Epibulialarven übereinstimmt. Wie die letzteren, so besteht dieselbe aus einer Schwimmglocke nebst Magen; es fehlt nur der Fangfaden, welcher übrigens auch bei Diphyes viel später als bei Epibulia auftritt. Einen geringeren Unterschied bietet uns die Thatsache dar, dass die beiden Hauptorgane der Hippopodiuslarve unter einem rechten Winkel gegen einander stehen, während sie bei den echten Diphyiden parallel neben einander liegen. Mit diesem Umstände in innigster Verbindung steht die Thatsache, dass der abgerundete dicht mit Saftzellen erfüllte Larventheil bei Hippopodius so tief in's Innere der Schwimmglocke eindringt, der ja sonst, wie wir bei Epibulia gesehen haben, frei zu stehen pflegt.

### III. Agalma Sarsii.

Mit Tafel VIII, IX und XI Fig. 1, 2.

Aus der Entwicklungsgeschichte dieser Siphonophore sind einstweilen nur einzelne weit entwickelte Larvenstadien bekannt. Ich kann die Vermuthung von LEUCKART, dass die von CLAUS<sup>1)</sup> beobachteten jungen Physophoriden zu Agalma Sarsii gehören, nicht bestätigen. Es sind die nämlichen, auf der Seeoberfläche sehr oft vorkommenden Larven, welche früher von GEGENBAUR<sup>2)</sup> und VOGL<sup>3)</sup>, wenngleich auch ziemlich flüchtig, untersucht wurden. Der letztgenannte Beobachter hat sie irrthümlicher Weise für Jugendzustände der Halistemma (Agalma) rubrum ausgegeben. Dagegen gehören die von LEUCKART<sup>4)</sup> als »kleine Colonien von Agalma Sarsii« in Anspruch genommenen ganz gewiss nicht in den Entwicklungskreis dieser Species, was durch weitere Thatsachen zur Genüge bewiesen wird. Ich habe mehrere Male junge Siphonophoren mit nur zwei Schwimmglocken und einem Deckstückenkranze beobachtet, welche ganz zur Beschreibung von LEUCKART passen, nur gehören

1) Diese Zeitschrift Bd. XII (1863), p. 557, Taf. XLVIII, Fig. 36, 37.

2) Diese Zeitschrift Bd. V (1854) p. 336, Taf. XVII, Fig. 14.

3) Les Siphonophores de la Mer de Nice, 1854. p. 80, Taf. X, Fig. 35.

4) Bericht für die Jahrgänge 1861 und 1862 p. 173.

dieselben einer anderen Agalmidenspecies an. Die einzige wichtige entwicklungsgeschichtliche Thatsache, die bisher für *Agalma Sarsii* constatirt wurde, ist der von CLAUS gelieferte Nachweis, dass die mit einer Reihe provisorischer Decksitze versehenen Larven einen Zustand durchlaufen, welcher bei *Athorybia* zeitlebens persistirt. Die Angaben dagegen, welche dieser Forscher über jüngere Larvenstadien machte, sind unrichtig, weil sie auf Untersuchung verstümmelter Exemplare basirt waren.

Nach diesen historischen Bemerkungen, aus denen die Mangelhaftigkeit unserer bisherigen Kenntnisse zur Genüge hervorgeht, gehe ich zur Beschreibung der von mir beobachteten Thatsachen über.

Nach mehreren fehlgeschlagenen Versuchen ist es mir doch einmal gelungen, von einer grösseren *Agalma* befruchtete Eier zu erhalten. Wenn man ein geschlechtsreifes Tbier nur einige Zeit im Wasser hält, so wirft es eine Menge kleiner freischwimmender weiblicher Medusen<sup>1)</sup>, welche je ein reifes Ei enthalten; die Schwierigkeit besteht aber darin, die zarten membranosen Eier aus ihrer Umhüllung zu befreien: auf künstlichem Wege gelingt es nicht, wegen der geringen Grösse und der Zartheit der Eier, auf natürlichem Wege kommt das freie Ablegen nur selten vor.

Die vollkommen reifen membran- und kernlosen Eier zeigen eine ähnliche Zusammensetzung wie die oben beschriebenen Eier der *Epibulia aurantiaca* und des *Hippopodius gleba*, unterscheiden sich aber von ihnen durch ihre feine röthlichgelbe Färbung, welche sie dem Vorhandensein eines diffusen Pigmentes verdanken. Die Dotterzerklüftung, resp. Larvenbildung findet auf dieselbe Weise statt, wie ich oben für *Epibulia aurantiaca* angedeutet habe und wie sie bei allen von mir beobachteten Siphonophoren als Regel gilt. Was aber die Vorgänge der Organbildung betrifft, so finde ich die meiste Analogie mit den von HAECKEL untersuchten *Crystallodes rigidum* und *Athorybia rosacea*, obwohl auch in dieser Beziehung *Agalma Sarsii* manches Eigenthümliche darbietet.

Die erste embryologische Erscheinung bei der freischwimmenden, vier Tage alten Larve besteht in der Ablagerung einer peripherischen Ectodermsschicht, welche jedoch auf einer Hälfte des kugeligen Körpers (die ich fortan als die obere bezeichnen werde) viel dicker als auf der anderen ist (Taf. VIII, Fig. 1). Am folgenden Tage kommt auch das Entoderm zum Vorschein, sich unmittelbar unter der verdickten Stelle

1) Die Beschreibung derselben wird man in den »Материалы« etc. a. a. O. p. 18, Taf. II, Fig. 45, 46 finden.

der äusseren Schicht concentrirend (Taf. VIII, Fig. 2 en). Die an und für sich schon deutliche Grenze zwischen beiden Blättern wird noch durch Ansammlung eines rothen Pigmentes im Ectoderm bedeutend schärfer. Aus dem Gesagten ist nun klar, dass es das obere Körperende der Larve ist, an welchem die wichtigsten Vorgänge erfolgen, ein Verhältniss, das sich bald noch in einem viel stärkeren Grade offenbart. Wir sehen nämlich, dass der verdickte Theil des Ectoderms nebst dem unter ihm liegenden Entoderm sich hügelförmig erhebt, wobei zwischen dem letztgenannten Blatte und den, den ganzen Innenraum der Larve erfüllenden Saftzellen eine Anfangs sehr kleine Höhle zum Vorschein kommt (Taf. VIII, Fig. 3). Bald darauf krümmt sich die stets in die Höhe wachsende Erhebung, so dass sie einen kielartigen Körper (Taf. VIII, Fig. 4) darstellt, in dessen Innerem wir zwischen dem Ectoderm und Entoderm eine geringe Quantität glasheller Gallertsubstanz erblicken (Taf. VIII, Fig. 4). Der Leser, dem die Angaben HAECKEL's über die Entwicklung von *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia* bekannt sind, wird in dem eben beschriebenen Körper sogleich die Anlage des ersten kappenförmigen Deckstückes erkennen. So verhält es sich auch in der That und noch an Stadien des fünften Tages sehen wir das genannte Organ sich durch eine ringförmige Falte vom übrigen Körper abschnüren (Taf. VIII, Fig. 5). Zu gleicher Zeit bemerken wir dicht unterhalb des Deckstückes, auf der Fläche, die ich als Rückenfläche bezeichne, eine locale Ectodernverdickung (Taf. VIII, Fig. 3, 4, 5 ec'), welche als erste Spur des Luftapparates angedeutet werden muss. Am sechsten Tage hat sie die Form eines halbkugeligen Körpers (Taf. VIII, Fig. 6) angenommen, der unter der äusseren Ectodermbedeckung und in der Nähe des einstweilen noch localen Entoderms seine Lage findet. Das Deckstück hat sich auch weiter entwickelt, indem in ihm sich mehr Gallertsubstanz angesammelt und indem dasselbe eine hutförmige Gestalt angenommen hat. Das Ectoderm hat sich dabei, der Grössenzunahme des Deckstückes entsprechend, verjüngt, während das Entoderm, welches den Formveränderungen des genannten Organes nicht folgt, seine ursprünglichen Eigenschaften beibehalten hat. Bei weiterer Entwicklung zeigt sich diese Verschiedenheit in dem Wachsthum beider Blätter noch deutlicher, zur Zeit, als das Ectoderm das mächtige Deckstück mit einer feinen im Durchschnitte kaum wahrnehmbaren Schicht überzieht, während das Entoderm in Form eines hohlen, gekrümmten Zapfens in's Innere des Organes eindringt.

Im Laufe des siebenten Tages sehen wir folgende Veränderungen (Taf. VIII, Fig. 7). Das Deckstück ist zu einem grossen durchsichtigen Organe geworden, welches, die obere Larvenhälfte kappenartig be-

deckend, die Form einer in zwei Theile durchschnittenen Birne angenommen hat. Mit dem breiten abgerundeten Ende bedeckt das Deckstück die als Sitz des (in der Bildung begriffenen) Luftapparates dienende Rückenfläche, während das mehr zugespitzte schmale Ende der Bauchfläche angehört. Die Anlage des Luftapparates hat sich insofern verändert, als sich um den oval gewordenen aus Ectoderm entstandenen Körper (Taf. VIII, Fig. 7 ec') eine ziemlich dicke Entodermschicht gebildet hat. Zu Neubildungen während des gegenwärtigen Stadiums müssen zwei am Grunde des Deckstückes auf der Bauchfläche neben einander gelegene knospenförmige Erhebungen (Taf. VIII, Fig. 7 pf) gerechnet werden, welche die Anlagen von zwei blattförmigen Deckstücken bilden. Alle beschriebenen Erscheinungen finden auf Kosten der ernährenden Saftzellen statt, deren Menge mit der Entwicklung allmälig abnimmt; so sehen wir bei der auf Fig. 7 (Taf. VIII) abgebildeten Larve bereits eine ziemlich geräumige Gastrovascularhöhle, die sich an der Stelle der bereits resorbirten Saftzellen befindet.

In der zweiten Woche ist der Entwicklungsgang im Ganzen ein viel langsamerer als in der ersten. Vom achten Tage habe ich nur die Vergrösserung in der Ausdehnung des Entoderms zu notiren, welches gegen den unteren Pol zu wächst. Erst am zehnten Tage bemerkte ich bedeutende Veränderungen, und zwar die Bildung einer neuen Knospe (Taf. VIII, Fig. 8 f) und die weitere Differenzirung bereits vorhandener Organe. Das kappenförmige Deckstück nimmt noch immer an Umfang zu, so dass es nunmehr den grössten Theil der Larve bildet, während der früher so umfangreiche, mit Saftzellen vollgepfropfte Körpertheil zu einem beutelförmigen herabhängenden Anhange wird. Im Innern der Anlage des Luftapparates bilden sich durch Auflösung des festen Inhaltes zwei kleine Höhlen (Taf. VIII, Fig. 8 v, a), welche bald in eine einzige zusammenfliessen, um später mit Luft angefüllt zu werden. Die beiden noch am Ende der ersten Woche entstandenen Knospen werden jetzt merklich länger, namentlich diejenige der rechten Seite, welche sich bald zu einem Deckstücke gestaltet. Dieses Organ lässt sich bereits am zwölften Tage als solches deutlich erkennen (Taf. VIII, Fig. 10 p, f), obwohl es sich auffallend von dem erst gebildeten kappenförmigen Deckstücke unterscheidet; anstatt eine abgerundete Hutform wie dieses zu besitzen, erscheint es in Gestalt eines verlängerten (man vergl. Taf. VIII, Fig. 12, wo das Deckstück im Querschnitte abgebildet ist), dreikantigen Blattes, dessen hervorragende gezähnte Rippenränder mit je einer Reihe runder Nesselorgane versehen sind; eine andere Art Nesselkörperchen finden wir am zugespitzten Ende des Deckstückes. Das Entoderm dieses blattförmigen Organes bildet eine

bis zur feinen Spitze reichernde Röhre, während dasselbe im kappenförmigen Deckstücke lange nicht so weit gelangt. Von ferneren Veränderungen im Laufe des elften und zwölften Tages muss ich zunächst der Differenzirung der inneren Theile des Luftapparates gedenken, welcher jetzt aus folgenden Bestandtheilen zusammengesetzt ist: äusserlich ist er von einer Entodermduplicatur umgeben (Taf. VIII, Fig. 9 *en'*), während sich unterhalb derselben eine aus dem früheren ovalen Körper entstandene Ectodermschicht befindet (Taf. VIII, Fig. 9 *ec'*), welche auf der inneren Oberfläche die chitinartige sog. Luftflasche (Taf. VIII, Fig. 9 *fa*) ausscheidet. Es dauert noch lange, dass vom ganzen Luftapparate blos die inneren Theile vorhanden sind; erst bei weit entwickelten Larven wird er zum äusserlichen Organe, indem er, von der Körperwand umgeben, sich von den benachbarten Theilen abschnürt. Um die Darstellung der zwölftägigen Larve zu beschliessen, bleibt mir noch übrig hervorzuheben, dass sich neben der früher erwähnten mittleren Knospe noch mehrere neue bilden (Taf. VIII, Fig. 9, 10), welche sämmtlich die Anlagen der Fangfadentheile darstellen.

*Crystallodes rigidum* und *Athorybia rosacea*, deren Larven sich ebenfalls durch frühe Bildung eines Deckstückes auszeichnen und überhaupt die grösste embryologische Aehnlichkeit mit der *Agalma Sarsii* zeigen, unterscheiden sich von der letztgenannten Art durch das Vorhandensein eines Dottersackes<sup>1)</sup>. Dass dieses Organ bei den Agalmalarven nicht vorkommt, dafür liefern uns die dreizehn Tage alten Thierchen den besten Beweis, indem sich bei ihnen der Magen ausbildet. Eine solche mit Magen versehene Larve habe ich auf der Fig. 41 und 42 (Taf. VIII) (auf der letzteren wurde das kappenförmige Deckstück weggelassen) abgebildet. Das erste, was bei Betrachtung derselben auffällt, ist das Auftreten eines Luftbläschens im Innern der Luftflasche, wodurch es der Larve möglich wird sich auf der Wasseroberfläche zu halten. Die andere und zwar noch wichtigere Erscheinung ist eben die Bildung des Magens, welcher aus einem Theile des früher erwähnten beutelförmigen Körpers seinen Ursprung nimmt. Bei der Differenzirung dieses Organes, dessen Längsachse parallel mit derjenigen des kappenförmigen Deckstückes verläuft, bildet sich eine locale Verdickung der beiden Blätter an der Stelle, welche dem Anheftungspuncke des Luftapparates gerade gegenüber liegt (Taf. VIII, Fig. 41 *ec, v, en, v*). Man kann leicht verleitet werden, das eben genannte Organ in's Innere

1) HAECKEL behauptet, dass sich bei *Athorybia* ein ähnlicher Dottersack, wie bei *Crystallodes* bildet, eine Annahme, wofür kein Beweis vorliegt. Alle von HAECKEL untersuchten und auf der Taf. XIV seines Werkes abgebildeten Larven waren noch zu jung, um die betreffende Frage zu entscheiden.

des Magens zu verlegen; indessen zeigen uns die weiteren Stadien, dass dem nicht so ist und dass der einstweilen birnförmige, den inneren Theil des Luftapparates enthaltende Körper sich in zwei Partien abschnürt, von denen die untere als Magen, die obere dagegen als äussere Bekleidung des Luftapparates fungirt.

Um die Vorgänge am Ende der zweiten Woche zu sehen, muss man die auf den Fig. 13 (Taf. VIII) und 14 (Taf. IX) abgebildeten Larven betrachten. Auf der ersten ist das Thier von unten repräsentirt, so dass man die nischenartige Höhlung des kappenförmigen Deckstückes, in welche der obere Theil des Luftapparates eindringt, wahrnehmen kann. Neben dem letzteren heftet sich das rechts liegende blattförmige Deckstück an, während das weniger entwickelte linke Deckstück nur auf der Fig. 14 (Taf. IX) zu sehen ist. Zwischen beiden findet man eine grössere Anzahl (bis zehn) knospenartige Vorsprünge, von denen blos einer zum ersten sog. Taster, alle übrigen dagegen zu Nesselknöpfen werden. Solche Larven wie die eben beschriebene des vierzehnten Tages habe ich bereits auf der Oberfläche des Mittelmeeres mit dem MÜLLER'schen Netze gefangen.

Je weiter sich die Larven ausgebildet haben, desto langsamer findet der Entwicklungsvorgang statt, so dass von der dritten Woche verhältnissmässig nur wenige Erscheinungen zu notiren sind. Von allen existirenden Organen ist das kappenförmige Deckstück das einzige, das auf dem erlangten Stadium stehen bleibt; dieses provisorische Gebilde scheint seine Rollè ziemlich fruehe ausgespielt zu haben, indem es durch eine Reihe anderer, ebenfalls provisorischer Deckstücke ersetzt wird. Die letzteren, die ich stets als blattförmige bezeichne, nehmen von der dritten Woche an überhand; es kommt zunächst das erstgebildete rechte, dann das linke Deckstück zur Ausbildung, zu denen sich zuletzt noch die Anlage eines dritten, oder rückenständigen gesellt (Taf. IX, Fig. 16). Dieser Vorgang wird durch relative Aenderung in der Lage des Magens, resp. des Luftapparates gegen das kappenförmige Deckstück begleitet, indem diese früher parallelen Organe unter einem mehr oder weniger starken Winkel gegen einander zu stehen kommen. Um sich einen näheren Begriff von dieser jedenfalls hervorhebenswerthen Erscheinung zu bilden, braucht man nur die Fig. 14 bis 16 (Taf. VIII und IX) miteinander zu vergleichen.

Die zweite Erscheinung, welche auf die dritte Woche fällt, ist die fast vollkommene Ausbildung des Magens. Nach einer erheblichen Verlängerung desselben (Taf. IX, Fig. 15) bilden sich auf seiner freien Spitze mehrere runde Nesselkörperchen, welchem Vorgange der auf gewöhnliche Weise stattfindende Durchbruch der Mundöffnung

nachfolgt. Mit Muskelfasern (deren Ursprung mir unbekannt geblieben ist) versehen, ist der Magen im Stande seine energischen Bewegungen zu vollziehen, so dass er auch in physiologischer Hinsicht dem definitiven Zustande näher kommt. Auf solchen vorgeschriftenen Stadien kann man auch deutlich die Grenze zwischen der Magenwand und der äusseren Bedeckung des Luftapparates wahrnehmen (Taf. IX, Fig. 15, 16 *t*), welche durch Ablagerung eines braunrothen Pigmentes besonders ausgezeichnet wird. Während dieser Vorgänge werden die ernährenden Saftzellen absorbirt, so dass am Ende der dritten Woche nur solche von ihnen bleiben, welche zur Bildung des Entoderms im oberen Magenabschnitte (Taf. IX, Fig. 16 *en'*) dienen.

Die Darstellung der im Laufe der dritten Woche stattfindenden Vorgänge beschliessend, muss ich bemerken, dass sich mehrere einstweilen noch sessile dem provisorischen Fangfaden angehörende Nesselknöpfe ausbilden (Taf. IX, Fig. 15, 16), über deren Bau man bei früheren Autoren befriedigende Nachricht findet. Ausserdem ist die Ausbildung des ersten Tasters (Taf. IX, Fig. 15, 16 *t*) zu erwähnen, welche nach denselben Regeln erfolgt, wie bei dem zur Gentige bekannten Knospungsprocess der erwachsenen Siphonophoren.

Das letzte Stadium, das ich aus den abgelegten Eiern erhalten konnte, war das auf der Fig. 17 (Taf. IX) abgebildete des dreiundzwanzigsten Tages. Der eigentliche aus dem Luftapparate und dem Magen bestehende Körper steht nunmehr mit folgenden Organen in Verbindung: zunächst hängt er mit den sessilen Nesselknöpfen und dem Taster zusammen, welche Theile sich an der Grenze zwischen dem Luftapparat und dem Magen ansetzen, dann aber wird derselbe vermittelst einer feinen Röhre (Taf. IX, Fig. 17 *tb*) mit vier Deckstücken in Verbindung gebracht, von denen eins kappenförmig und drei blattförmig sind. An der Stelle, wo sämtliche fünf Kanäle mit einander communiciren, tritt eine Art Ampulle (Taf. IX, Fig. 17 *am*) auf, so dass ich im Ganzen CLAUS gegenüber LEUCKART Recht geben muss, wenn er für die provisorischen Deckstücke eine besondere Schwimmsäule in Anspruch nimmt. Der eben genannte Forscher drückt sich über den fraglichen Punct folgendermassen aus: »Ref. erinnert sich kleine Colonien von Agalma Sarsii heobachtet zu haben, bei denen oberhalb des kreisförmig gestellten Deckschuppenapparates zwei Schwimmglocken vorhanden waren, eine Beobachtung, die freilich, wenn die vorhandenen Deckschuppen, wie ihm wahrscheinlich dünkt, direct aus dem ursprünglichen Kranze hervorgegangen sein sollten, der Vermuthung des Verfassers (CLAUS) von der Anwesenheit der Specialschwimmsäule kaum

günstig sein dürfte<sup>1)</sup>). Man braucht aber nur die blattförmigen gezähnten Deckstücke der Agalmalarven mit den dreispitzigen zahnlosen des erwachsenen Thieres zu vergleichen, um sich von der Verschiedenheit beider zu überzeugen. Ausserdem habe ich beobachtet, dass die letzteren sich nicht aus den ersten, sondern aus besonderen Knospen bilden, so dass die provisorische Natur der gezähnten ebenso wie des kappenförmigen Deckstückes nicht in Zweifel gezogen werden kann.

Länger als vier Wochen hat sich bei mir keine Larve am Leben erhalten, so dass ich, um über weitere Entwicklungsvorgänge Aufschluss zu geben, mit der Untersuchung mit dem MÜLLER'schen Netze gefangener Larven mich begnügen musste. Wie ich bereits oben bemerkt habe, konnte ich auf diese Weise noch ziemlich junge Stadien erhalten, obwohl sie ungemein seltener als die älteren zu treffen waren. Auf der Fig. 48 (Taf. IX) habe ich eine Larve abgebildet, welche mit dem vorher beschriebenen Stadium des dreiundzwanzigsten Tages sehr nahe verwandt ist. Der Hauptunterschied zwischen beiden besteht darin, dass sich bei der ersten ein viertes bauchständiges (blattförmiges) Deckstück (Taf. IX, Fig. 18 p, f, f) anlegt, unter welchem noch zwei Tasterknospen zum Vorschein kommen. Erst nachdem sich diese drei Anlagen vollkommen ausgebildet haben, erhalten wir das eigentliche Athorybiastadium, das man auf der Fig. 49 (Taf. IX) abgebildet findet. Die inneren Theile der jungen Siphonophore, worunter man ausser dem Luftapparate nebst Magen noch drei fertige Taster und einen ganzen Fangfaden unterscheidet, werden nunmehr von allen Seiten von vier blattförmigen Deckstücken umgeben, während das erstgebildete kappenförmige Deckstück abgeworfen wird. Die ersten stimmen nicht allein in morphologischer, sondern auch in physiologischer Hinsicht mit den entsprechenden Organen der Athorybia überein, indem sie sich durch Vermittelung der in der oben erwähnten Ampulle (Taf. IX, Fig. 18, 20 an) befindlichen Muskeln in zwei Richtungen bewegen können. In Bezug auf den provisorischen Fangfaden des Athorybiastadiums habe ich zu bemerken, dass derselbe bereits mit mehreren, Nesselknöpfen tragenden Zweigen versehen ist, weshalb er im Stande ist seine bekannten Bewegungen zu vollziehen. Die Eigenthümlichkeit der Taster (als solche muss ich die betreffenden Organe bezeichnen, weil sie keinen Fangfaden an ihrem Anheftungspunct tragen) besteht in dem Vorhandensein einer Oeffnung an ihrer freien Spitze (Taf. IX, Fig. 49 t, o), ein Umstand, der mich an die durchbohrten Taster der Stephanomia pictum<sup>2)</sup> er-

1) Bericht für die Jahre 1861 und 1862. p. 473.

2) Diese Organe habe ich in »Materialy« etc. a. a. O. p. 44 beschrieben.

innert. Die Bildung der blattförmigen Deckstücke bleibt nicht auf dem eben beschriebenen Zustande stehen: es entstehen noch mehrere solche Organe, welche im Zwischenraume von je zwei vorhandenen Deckstücken erscheinen und von diesen sich lediglich durch ihre geringere Grösse auszeichnen. Die Fig. 20 (Taf. IX) stellt uns eine mit sechs blattförmigen Deckstücken versehene Larve dar, von denen das jüngste durch  $p, p, f, f$  bezeichnet ist.

Bei weiter entwickelten, aber noch die Merkmale der Gattung *Athorybia* tragenden Larven habe ich endlich die Entstehung der definitiven Organe bemerken können, nach deren Ausbildung sich das junge Thier zu einer erkennlichen *Agalma* gestaltet. Es sprossen in der Nähe des Magens aus dem noch sehr wenig entwickelten Stammrudimente mehrere Knospen, welche mit denjenigen, die man in so grosser Anzahl bei dem erwachsenen Thiere findet, die grösste Aehnlichkeit haben. In vielen kann man bereits die Anlage der definitiven Nesselknöpfe, in anderen die der Deckstücke erkennen. Auf einem noch weiteren, dem letzten von mir beobachteten *Athorybiastadium* (Taf. XI, Fig. 4) habe ich unter der Bedeckung von blattförmigen Deckstücken folgende Gebilde angetroffen: ausser dem einstweilen noch verborgenen Luftapparate und dem Magen befanden sich im Umkreis des letzteren vier in schlängelnder Bewegung begriffene Taster; in dem Raume zwischen den beiden erstgenannten Theilen waren nunmehr mehrere Knospen vorhanden, von denen zwei (Taf. XI, Fig. 4 c, n) bereits als deutliche Glockenknospen, zwei andere dagegen (Taf. XI, Fig. 4 p, d) als Anlagen der definitiven Deckstücke zu erkennen waren. Neben dem fertigen provisorischen war noch ein angelegter definitiver Fangfaden zu unterscheiden.

Auf der Fig. 2 (Taf. XI) habe ich die Abbildung einer der spätesten von mir gesehenen Larve von *Agalma Sarsii* gegeben, die ich am neunten April gefangen habe. Dieselbe stellt nun das erste agalmaartig aussehende Stadium dar, obwohl sie noch eine Mischung der Larvenmerkmale mit Auszeichnungen des definitiven Thieres aufweist. Durch Verlust einiger blattförmiger Deckstücke hat die junge Siphonophore ihren Luftapparat befreit, so dass sich derselbe in seiner normalen Lage befindet. Der kurze, aber verhältnissmässig dicke Stamm steht zunächst mit den beiden nunmehr ausgebildeten Schwimmglocken im Zusammenhange, welche nicht wie bei den erwachsenen Thieren und bei den von LEUCKART untersuchten Larven nebeneinander, sondern in einer Längsreihe (wie bei den meisten jungen Physophoriden) ihren Platz finden. Unterhalb der Ansatzstelle der Glocken befestigen sich am Stämme einige definitive Deckstücke, von denen eines (Taf. XI, Fig. 2)

durch seine Form auffallend von den provisorischen ausgezeichnet, bereits zur vollen Ausbildung gekommen ist. Das untere Stammende steht mit dem von vier Tastern und zwei Fangfäden umgebenen Magen in Verbindung, während der obere Theil desselben als Sitz einer neuen Knospenbildung auftritt. Die gezähnten Deckstücke stehen lose nebeneinander, sich ihrem Untergange nähern, indem sie durch neugebildete ungezähnte ersetzt werden.

Während sich *Agalma Sarsii* in embryologischer Beziehung sehr scharf von *Halistema rubrum* und *Stephanomia pictum* unterscheidet, scheint sie viel mehr mit *Crystallodes rigidum* verwandt zu sein. Sie besitzt zwar keinen Dottersack, welcher bei der letztgenannten Siphonophore so stark entwickelt ist, und auch in Bezug auf die Deckstücke scheint ein bedeutender Unterschied obzuwalten. Wenigstens geht aus HAECKEL's Beobachtungen hervor, dass bei *Crystallodes* kein eigentliches Athorybiastadium mit einer ganzen Krone provisorischer Deckstücke wahrzunehmen ist. In Bezug auf ihre Entwicklungsgeschichte ist *Agalma Sarsii* am meisten mit *Athorybia* verwandt, einer Siphonophorengattung, welche im definitiven Zustande in eine ganz andere Familie gehört, während die in ihrer Jugendperiode so sehr verschiedenen *Halistema*, *Stephanomia* und (weniger verschiedene) *Crystallodes* als erwachsene Thiere eine auffallende Aehnlichkeit mit *Agalma Sarsii* zur Schau tragen. Sogar die so abweichend gebaute *Physophora* erscheint in entwickelungsgeschichtlicher Beziehung dieser *Agalma* viel verwandter, als ihr gegenüber die anderen genannten Agalmiden stehen. Solche Beispiele stehen im Thierreiche gar nicht isolirt; die Chaetopodenklasse allein liefert uns in dieser Hinsicht mehrere lehrreiche Thatsachen.

---

#### IV. *Halistema rubrum*.

Mit Tafel X und XI, Fig. 3.

Ueber die Entwicklung dieser grössten Art aus der Familie besitzt die Wissenschaft einstweilen noch keine Kenntnisse. Ich habe schon oben bemerkt, dass die Eier und Larven, welche KOWALEVSKY als der *Agalma rubrum* (*Halistema rubrum*) angehörig betrachtet, zu dieser Art gar nicht passen. Um dies näher zu begründen, muss ich den Beweis liefern, dass das von mir untersuchte Thier, dessen Larven wesent-

lich von denjenigen, die KOWALEVSKY beobachtete, verschieden sind, richtig als *H. rubrum* bestimmt wurde. Es ist aber nichts leichter als diese grosse, mit freien zinnoberrothen Nesselknöpfen und charakteristischen Deckstücken versehene Siphonophore von allen übrigen bei Villafranca vorkommenden Agalmiden (von denen keine Andere unbedeckte Nesselknöpfe besitzt) <sup>1)</sup> zu unterscheiden. Dazu ist *H. rubrum* die häufigste Agalmide bei Nizza und Villafranca, wie es bereits VOGT bemerkt hat.

CLAUS <sup>2)</sup> und VOGT <sup>3)</sup> haben junge Siphonophoren beschrieben, welche sie muthmasslich für Jugendzustände der *Halistema rubrum* halten. Indessen haben sich Beide geirrt, indem die Larven dieser Agalmide sich durch Abwesenheit der provisorischen Deckstücke auszeichnen.

Wenn man ein geschlechtsreifes Exemplar der *Halistema* nur kurze Zeit in einem geräumigen Gefässे hält, so lösen sich bald hunderte von Eiern ab, welche mitunter die ganze Oberfläche des Wassers bedecken. In den meisten Fällen gehen diese Eier zu Grunde, ohne sich vorher zerklüftet zu haben; ausnahmsweise gelingt es aber ohne weitere Mühe eine ganze Generation von Larven zu erziehen, welche ich indessen niemals länger als vierzehn Tage am Leben erhalten konnte.

Wenn ich über die Beschaffenheit der frisch abgelegten Eier ausführlich reden wollte, so würde ich dasselbe wiederholen müssen, was ich bereits in Bezug auf *Epibulia* und *Agalma* gesagt habe. Die Zerklüftung, welche man wegen der Grösse der Eier schon mit blossem Auge beobachten kann, erfolgt nach denselben Regeln, wie bei *Epibulia aurantiaca* und anderen von mir untersuchten Siphonophoren. Indem das Auffallende in der ganzen Entwicklungsgeschichte unserer *Halistema* erst mit den freischwärzenden Larvenstadien beginnt, wollen wir zur Betrachtung dieser letzteren übergehen.

Bald nach dem Beginn der Schwärzperiode stellt die ovale Larve (Taf. X, Fig. 4) einen Haufen polygonaler Zellen dar, in deren Innern man je einen unansehnlichen protoplasmatischen Kern wahrnimmt. Der Zelleninhalt besteht, wie bei anderen Siphonophoren, aus einem schwammigen, mit Zellsaft erfüllten Protoplasmanetze, welche Beschaffenheit allen indifferennten Embryonalzellen unserer Thiere zukommt. Erst bei der Verwandlung derselben in Elemente der beiden Keimblätter werden sie des Zellsaftes verlustig, so dass sie in gewöhnliche epithelartige Zel-

1) Die Forskalien müssen aus dieser Familie ausgeschlossen werden.

2) A. a. O. p. 557, Taf. XLVIII, Fig. 34, 35.

3) A. a. O. p. 80.

len übergehen. Am Anfang des sechsten Tages (Taf. X, Fig. 2) finden wir am oberen Theile unserer Larve bereits zwei Schichten, von denen die obere aus regelmässig geordneten cylindrischen Elementen zusammengesetzt erscheint. Am folgenden Tage bildet sich am oberen Pole eine hügelförmige Erhebung, wobei zwischen der unteren Schicht und der indifferenten Zellenmasse eine kleine Höhle entsteht (Taf. X, Fig. 3 g, v), die erste Anlage der Gastrovascularhöhle darstellend.

Die am siebenten Tage stattfindenden Veränderungen lassen bereits an unserer Larve einen doppeltsymmetrischen Bauplan erkennen. Ausser der beiden Enden kann man nunmehr zwei Flächen unterscheiden, von denen diejenige, welche sich durch Bildung rother Pigmentzellen (Taf. X, Fig. 4 pg) auszeichnet, als Bauchfläche bezeichnet wird. Die Hauptsache bei solchen Larven besteht in der Bildung von zwei Organen, welche sich auffallend ähnlich anlegen, obwohl sie zu ganz verschiedenen Theilen der Siphonophore werden. Es entsteht nämlich auf dem oberen Larvenpole und auf dem oberen Theile der Rückenfläche je eine locale halbkugelförmige Ectodermverdickung (Taf. X, Fig. 4 ec'), dieselben Verhältnisse wiederholend, auf die ich bereits bei den Larven anderer Siphonophoren (*Hippopodius*, *Agalma Sarsii*) aufmerksam gemacht habe. Der Unterschied zwischen beiden Anlagen wird erst dann bemerklich, als sich eine derselben durch Ausstülpung des Ectoderms nach Aussen zu einem hervorragenden kugeligen Körper ausbildet. Es erweist sich auch bald, dass, während dieser letztere eine junge Schwimmglocke bildet, die andere Anlage zum inneren Theile des Luftapparates sich gestaltet. Wenn wir die achttägige Larve (Taf. X, Fig. 5) genauer ansehen, so werden wir uns am besten von der grossen Aehnlichkeit in der Entwicklung beider eben genannter Organe überzeugen. In beiden sehen wir als den innersten Theil die nunmehr zu einem dickwandigen Bläschen gewordene Ectodermverdickung (Taf. X, Fig. 5 ec'), um welche sich eine Entodermfalte gebildet hat. Das Nichthervorragen des Luftapparates nach Aussen ist ein Unterschied sehr geringer Bedeutung, indem ja derselbe etwas später auch zu einem äusserlichen Organ wird. Ich will hier nicht näher in die anderwärts<sup>1)</sup> betrachtete Frage über die morphologische Aehnlichkeit zwischen dem Luftapparate und der Schwimmglocke der Siphonophoren eingehen, beschränke mich daher auf die Bemerkung, dass beide Organe ganz entschieden zu einem gemeinschaftlichen Typus gehören, welcher durch Duplicität des Ectoderms sowohl wie des Entoderms characterisiert wird.

<sup>1)</sup> Материалы etc. a. a. O. p. 30—32.

Alle beschriebenen Vorgänge der ersten acht Tage bezogen sich meistens auf die Organdifferenzirung auf der oberen Körperhälfte der Halistemmalarve. Erst am neunten Tage (Taf. X, Fig. 6) tritt in dieser Beziehung eine Veränderung ein, indem sich der untere Larventheil zu einem zapfenförmigen Körper verlängert, wodurch man bereits den künftigen Magen erkennt. Einstweilen ist an ihm nur eine Ectodermsschicht deutlich zu unterscheiden, bald aber wird man auch das Entoderm bemerken können. Zu gleicher Zeit mit dieser Formveränderung unserer Larve kommen auch am oberen Ende derselben erwähnenswerthe Erscheinungen vor. Es entstehen oberhalb und unterhalb der Schwimmglocke zwei neue Erhebungen (Taf. X, Fig. 6), von denen ich aber blos die erstere zu einer (zweiten) Schwimmglocke sich herausbilden sah; die andere Anlage, welche längere Zeit unverändert bleibt, verwandelt sich wahrscheinlicher Weise in den (provisorischen) Fangfaden. Die beiden früher angelegten Organe entwickeln sich am neunten Tage in dem Maasse, dass man ihren Zweck mit vollkommener Sicherheit erkennen kann: es bildet sich im Innern der Ectodermverdickung des Luftapparates eine Chitinschicht (Taf. X, Fig. 6 *f, a*), welche bekanntlich die sog. Luftflasche darstellt, während zwischen den beiden oberen Schichten der Schwimmglocke sich ein Lager Gallerte (Taf. X, Fig. 6 *g*) ausscheidet.

Am zehnten Tage (Taf. X, Fig. 7) zeigt die obwohl noch kleine erstgebildete Schwimmglocke bereits ihre sämmtlichen Bestandtheile. Ebenso ist der Luftapparat seiner definitiven Ausbildung nahe gekommen, obwohl in ihm noch keine Luft vorhanden ist. Die zweitgebildete Schwimmglocke lässt sich als solche erst am elften Tage, zur Zeit der Kanalbildung in ihrem Innern erkennen (Taf. X, Fig. 8). Bei solchen Larven findet man im Innern der Luftflasche ein ovales Luftbläschen, womit die schliessliche Ausbildung des Apparates angedeutet wird. Von neuen Bildungen ist an dem betreffenden Stadium nur die Anlage einer dritten Schwimmglocke zu erkennen (Taf. X, Fig. 8 *v, n'*), welche zwischen dem Luftapparate und der zweiten Schwimmglocke ihre Lage findet. Die erstgebildete Glocke dehnt sich zu einem mächtigen glashellen Körper aus, der sich aber im Laufe der weiteren Entwicklung sehr oft von der Larve lostrennt. In einem solchen Zustande habe ich auf der Fig. 3 (Taf. XI) eine dreizehn Tage alte Larve abgebildet, welche das letzte von mir beobachtete Entwickelungsstadium repräsentirt. Wir finden an derselben — die abgefallene<sup>1)</sup> erste Schwimmglocke nicht

1) Dieses Abfallen kann ich lediglich als Folge der künstlichen Lebensbedingungen der Larven ansehen. Es ist kein Grund vorhanden in der ersten Schwimmglocke ein provisorisches Organ zu sehen.

mitgerechnet — noch drei kleinere Glocken, von denen die jüngste die am weitesten nach oben gelegene ist (Taf. XI, Fig. 3 v, n''). Unterhalb der Anheftungsstelle der ersten Glocke befinden sich drei kleinere und eine grosse fingerförmige Erhebungen, die ich nach Analogie mit anderen Siphonophoren für Anlagen des Fangfadens nebst Nesselknöpfen halten möchte. Der übrige Körpertheil zeigt auch einen merklichen Fortschritt. Der Magen, welcher bereits aus seinen beiden Schichten nebst Muskeln besteht und sich daher in einer beständigen Bewegung befindet, zeigt uns deutlich seine definitive Gestalt; an seiner Basis finden wir eine Anzahl zusammengruppirter ovaler Nesselorgane, deren Menge in der Nähe des Pigmentnetzes die grösste ist. Bei dem steten Verbrauch der in den Körper nicht direct übergegangenen Saftzellen wird die innere Höhle (Gastrovascularhöhle) viel grösser als früher; es bewegt sich in derselben eine wasserartige Flüssigkeit mit wenigen Zellen, welche durch Zusammenziehungen des Magens, sowie durch Flimmerhaare fortgetrieben werden.

Am vierzehnten, d. h. am letzten Tage ihres Lebens, boten die Larven Nichts bemerkenswerthes dar. Einige von ihnen waren noch mit der ersten sehr gross gewordenen Schwimmglocke versehen, wodurch das ganze Aussehen der Thiere äusserst eigenthümlich war.

Wenn es mir nicht gelungen ist Aufschluss über spätere Entwicklungsstadien zu geben, so sind doch die beobachteten Thatsachen hinreichend, um den auffallenden Unterschied zwischen der Entwicklung von *Halistema rubrum* und aller übrigen bis jetzt bekannt gewordenen Physophoriden zu constatiren. Die Schwimmsäule, die bei den letzteren zu den spätesten Erscheinungen gehört, bildet sich bei unserer *Halistema* am frühesten aus. Nur der Luftapparat, der Magen und wahrscheinlich auch der (provisorische) Fangfaden erscheinen bei dieser Siphonophore auf eine mit den verwandten Thieren analoge Weise, wodurch der nähere Vergleich zwischen denselben erleichtert wird.

## V. *Stephanomia pictum*.

Mit Tafel XII.

Die kleinste der von mir im geschlechtsreifen Zustande gesehenen Agalmidenformen, die ich unter dem Namen *Halistema pictum*

beschrieben habe<sup>1)</sup>), scheint mit *Stephanomia Amphytrites* Per. u. Les., *Anthemodes canariensis* Haeckel<sup>2)</sup> und mit *Nanomia cara* Agassiz<sup>3)</sup> am nächsten verwandt zu sein, weshalb alle vier als Arten der Gattung *Stephanomia* betrachtet werden müssen.

Wahrscheinlich ist die von mir bei Villafranca beobachtete Art sehr ähnlich, vielleicht identisch mit der von KOWALEVSKY bei Neapel untersuchten und als *Agalma rubrum* in Anspruch genommenen Species. Jedenfalls stimmen die von uns gesehenen Larvenformen in allem Wesentlichen miteinander überein. Ich entnehme aus der Mittheilung von KOWALEVSKY<sup>4)</sup> Folgendes: »Die erste Veränderung, welche man an der Larve beobachtet, ist die Verdickung des oberen Endes und das Auftreten von rothem Pigment in demselben; weiter flacht sich das andere Ende etwas ab und es beginnt die Bildung des zweiten Blattes, welches durch Spaltung aus dem äusseren Blatte entsteht. Zu gleicher Zeit beobachtet man am unteren abgeflachten Pole der Larve eine aus beiden Blättern bestehende Einstülpung, welche die Höhle des Magens oder des sog. ernährenden Polyps bildet. Nach der Bildung dieser Einstülpung zieht sich die Larve bedeutend in die Länge, wobei man die Bildung der Luftblase und der Fangfäden beobachtet«. In Bezug auf die hier beschriebene characteristische Larvenform, welche sich durch das Vorhandensein eines Luftapparates (»Luftblase« von KOWALEVSKY) nebst Magen und Fangfaden auszeichnet, muss ich bemerken, dass dieselbe zuerst von ALEX. AGASSIZ<sup>5)</sup> beobachtet wurde, welcher indessen nur die Larve selbst, nicht ihre Entstehung untersuchen konnte.

Um die Entwicklungsgeschichte von *Stephanomia pictum* zu studiren, braucht man keine künstliche Befruchtung anzustellen. Nach einem kurzen Verweilen in einem Versuchsgefasse wirft jedes geschlechtsreife Exemplar eine gehörige Anzahl Eier und Samen, so dass man in ein paar Tagen bereits frei schwimmende kleine Larven im Glase findet. Indem die Vorgänge bis zur Larvenbildung mit anderen Siphonophoren genau übereinstimmen, wende ich mich direct an die auf der Fig. 4 abgebildete Larve. Bei Betrachtung des birnförmigen kleinen Wesens fällt zunächst auf, dass dasselbe aus zwei Haupttheilen besteht: aus einer peripherischen, homogenen, Wimperhaare tragenden Schicht,

1) "Материалы etc. a. a. O. p. 44, Taf. II.

2) Ueber Arbeittheilung in Natur- und Menschenleben, in der Sammlung gemeinverständlicher Vorträge, herausgegeben von VIRCHOW und HOLZENDORFF. 1869.

3) A Catalogue of the North American Acalephae. 1863.

4) Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten, Göttinger Nachrichten 1868, No. 7, p. 155.

5) A. a. O.

in welcher ich noch keine Kerne gesehen habe, und aus centralen Saftzellen, welche mit entsprechenden Gebilden bei anderen Siphonophorenlarven vollkommen übereinstimmen. Erst nach einiger Zeit lässt sich die erstere als echtes Ectoderm erkennen, welches hier aber von Anfang an um den gesammten Larvenkörper abgelagert wird. Am dritten Tage nach dem Eierlegen nimmt die stark verlängerte Larve eine etwas spindelförmige Gestalt an (Fig. 2), wobei man an deren einem Ende eine gewisse Quantität Pigmentsubstanz vorfindet. Dass dieses Ende nicht das obere, wie KOWALEVSKY angiebt, sondern im Gegentheil das untere, d. h. dem künftigen freien Ende des Magens entsprechende ist, darüber kann man keinen Zweifel haben, wenn man nur die beigegebenen Abbildungen der verschiedenen Stadien miteinander vergleicht (Taf. XII). Es bildet sich wohl auch am oberen, d. h. den Luftapparatus tragenden Ende eine Anzahl Pigmentzellen, aber diese Bildung erfolgt in einer bei Weitem viel späteren Periode, und dann ist dieses Pigment kein rothes, sondern ein durchaus braunes.

Ausser der Pigmentbildung ist die drei Tage alte Larve noch durch das Auftreten von zerstreuten unter dem Ectoderm liegenden, folglich dem Entoderm gehörenden Zellen (Fig. 2) ausgezeichnet. Bei weiterer Entwicklung sammelt sich die Anzahl der letzteren in dem Maasse an, dass sich bald eine fest zusammenhängende Entodermschicht bildet (Fig. 3 en). Diese entwickelt sich am stärksten auf dem oberen Larvenpole, wo zugleich auch das Ectoderm eine Verdickung bildet (Fig. 3 ec'), um die Haupttheile des Luftapparates zu erzeugen. Auf dem nächsten Stadium (Fig. 4) nimmt die Anlage desselben die Form eines ansehnlichen Zapfens an, womit zugleich die ganze Larve eine Gestaltveränderung erleidet<sup>1</sup>, indem sie sich an ihren beiden Enden noch mehr wie früher zuspitzt. Wichtigere Erscheinungen kommen am sechsten Tage zu Stande, an dem sich die erste Spur des Fangfadens (Fig. 5 f) bildet. Dieses Organ entsteht, wie bei anderen Siphonophoren, in Form eines der »Bauchfläche« angehörenden Zapfens, an dessen Bildung die beiden Hauptschichten einen, obwohl ungleichen Anteil nehmen. Die inneren Theile des Luftapparates erfahren auch merkliche Veränderungen, so dass wir nunmehr eine innere Höhle (Fig. 5 v, a) und die Luftflasche in ihm unterscheiden können. Bei der raschen Entwicklung geht der Verbrauch der Saftzellen sehr schnell vor sich, weshalb anstatt derselben ein geräumiger Theil der Gastrovascularhöhle zum Vorschein kommt (Fig. 5 v, g). Nur am Entoderm des Larvenkörpers bleiben noch einige Zellen hängen, die aber auch bald verschwinden. Die eben beschriebene sechstägige Larve ist insofern interessant, als sie bereits die Anlagen sämtlicher Organe einer vollkommen erwachsenen Larve in

sich trägt. Der gesammte obere Körpertheil derselben bis zum neugebildeten Fangfaden wird zum Luftapparate, der untere dagegen zum Magen. Es fehlt nur der zweite Fangfaden, welcher übrigens bald oberhalb des erstgebildeten auftritt. Auf der Fig. 6, wo eine sieben Tage alte Larve abgebildet ist, sehen wir die beiden Fangfäden in einem unentwickelten Zustande, namentlich den ersten, an dem sich bereits mehrere zu Nesselknöpfen werdende Anhänge gebildet haben. Erst auf diesem Stadium habe ich das braune Pigment am oberen Körperende entstehen sehen, zur Zeit als die chitinige Luftflasche bereits zu ihrer vollen Ausbildung gekommen, obwohl in ihrem Innern eine Höhle, aber noch keine Luft vorhanden ist.

Bei den Larven mit angelegten Fangfäden bildet sich gegenüber der Anheftungsstelle derselben eine Einschnürung, welche den Larvenkörper in zwei merkliche Partien theilt, von denen die untere sich, wie gesagt, zum Magen gestaltet. Dieses Organ, welches am neunten, mitunter sogar am siebenten Tage nach Aussen mit einer Mundöffnung durchbricht<sup>1)</sup>, bildet sich ganz auf dieselbe Weise, wie es von HAECKEL bei *Physophora* und von mir bei mehreren *Siphonophoren* beobachtet wurde, so dass KOWALEVSKY sich entschieden geirrt haben muss, wenn er den Magen durch Einstülpung entstehen lässt.

Die weiteren von mir untersuchten Stadien zeichnen sich hauptsächlich durch weitere Ausbildung der äusseren Wand des Luftapparates und die Anfüllung der Luftflasche mit Luft, ferner durch definitive Differenzirung des Magens und der beiden provisorischen Fangfäden aus. Das Ectoderm des oberen Körpertheiles verändert sich insofern, als seine Zellen zu wasserhellen blasigen polygonalen Elementen werden, welche die grösste Aehnlichkeit mit denjenigen des sog. Saftbehälters bei Diphyiden haben. Gleichen Schritt mit dieser Erscheinung haltend, erweitert sich der innere Theil des nunmehr luftragenden Apparates, wodurch, sowie durch das Zusammenziehen der äusseren Wand des letzteren der in demselben eingeschlossene Theil der Gastrovascularhöhle zu einer relativ sehr kleinen Spaltenhöhle wird. Es muss hier überhaupt bemerkt werden, dass der ursprünglich fast die Hälfte der Larve einnehmende Luftapparat sich später zu einem relativ unansehnlichen Organe reducirt (man vergl. die Fig. 8 u. 9). — In Bezug auf die beiden Fangfäden der Larve habe ich die Bemerkung zu machen, dass dieselben einen ähnlichen Bau und Bedeutung haben, wie bei anderen Physphoridenlarven. Die Structur der provisorischen Nesselknöpfe bei verschiedenen Arten hat überhaupt eine viel grössere

1) Eine siebtägige Larve mit einer Mundöffnung habe ich auf dem Holzschnitt Fig. 2 p. 29 der »Materia Medica« gegeben.

Aehnlichkeit als die der definitiven, so dass die so weit abstehenden Genera wie *Physophora* und *Stephanomia*, welche im reifen Zustande völlig verschiedene Nesselknöpfe tragen, während des Interveniens fast die gleichen provisorischen Fangfäden haben.

Das späteste Stadium, das ich von den Stephanomialarven erhalten konnte, ist auf der Fig. 9 abgebildet; es gleicht in allen wesentlichen Puncten den von AGASSIZ und KOWALEVSKY beobachteten Thieren, so dass ich mir erlaube die Beschreibung desselben hier wegzulassen. Dieses Stadium, welches von einigen Larven bereits am zehnten Tage erreicht wurde, wurde von keiner derselben überschritten, obwohl manche von ihnen beinahe einen ganzen Monat in meinen Versuchsgläsern lebten und sogar kleine Organismen als Nahrung zu sich nahmen.

Zum Schlusse will ich noch bemerken, dass die Entwicklung von *Stephanomia pictum* viel einfacher als bei anderen Physophoriden verläuft, indem der obere Embryonaltheil ausschliesslich zur Bildung des Luftapparates dient, während bei anderen Arten der letztere stets neben einem Deckstücke oder einer Schwimmglocke seinen Ursprung nimmt.

## VI. Allgemeine Bemerkungen.

4. Die erste Frage, welche uns hier beschäftigen wird, ist die, inwiefern man die von mir bei Siphonophoren beobachteten Thatsachen als für die ganze Klasse geltende in Anspruch nehmen kann. — In Bezug auf den Bau des zur Entwicklung reifen Eies stimmen meine Untersuchungen mit den Angaben von HAECKEL und GEGENBAUR nicht überein, indem ich dasselbe niemals mit einem Keimbläschen ausgerüstet gesehen habe. — Die Ab- oder Anwesenheit des letzteren war für mich stets ein Zeichen, ob ich auf das Gelingen der künstlichen Befruchtung rechnen konnte, oder nicht. Am deutlichsten habe ich das Verschwinden des Keimbläschens bei *Epibulium aurantiaca* wahrgenommen, wo sich dieses Organ dicht unterhalb der Anheftungsstelle des Eies an die Eikapsel befindet. Es wird wohl Niemandem einfallen, den besagten Meinungsunterschied durch die Verschiedenheit der von mir und anderen Forschern beobachteten Species zu erklären, zumal ich bei *Physophora hydrostatica* die Abwesenheit des fraglichen Körpers an allen reifen Eiern constatirt habe. — Offenbar gilt diese Erscheinung bei sämmtlichen Siphonophoren als Regel.

2. Der zweite Punct, in welchem meine Angaben bedeutend von denen HAECKEL's abweichen, ist die Entwicklungsgeschichte des so lange in seiner morphologischen Bedeutung verkannten Luftapparates. — Während derselbe von HAECKEL als das obere Stammende, in welchem die Gastrovascularhöhle direct in die spätere »Lufthöhle« übergeht, aufgefasst wird, halte ich den Luftapparat für ein complicirteres Organ; die Gastrovascularhöhle geht nach meinen Beobachtungen niemals in die Lufthöhle über, sondern bleibt fortwährend vom Entoderm umgeben, welches, ebenso wie das die Luftflasche ausscheidende Ectoderm, eine Duplicatur bildet. — Die von HAECKEL gemachten Angaben stimmen übrigens auch mit den bekannten anatomischen Ansichten über den Luftapparat nicht überein, indem er die chitinige Luftflasche als Ausscheidungsproduct des Entoderms betrachtet und nur von dem »Entoderma reflexum« spricht, während ja auch ein »Ectoderma reflexum« vorhanden ist.

3. Ich habe schon oben bemerkt, dass, trotz seiner Anhänglichkeit an die herrschende Polymorphismustheorie, HAECKEL doch nicht umhin konnte, die grosse Aehnlichkeit der mit einem Deckstücke versehenen Siphonophorenlarven mit Medusen anzuerkennen. Die Uebereinstimmung zwischen einem Siphonophorenmagen und dem Magen einer craspedoten Meduse, sowie andererseits zwischen dem kappenförmigen Deckstücke einer Physophora- oder Agalmalarve und einem rudimentären Medusenschirme ist allerdings zu gross um völlig verkannt zu werden. — Jeder wird aber bald einsehen, dass die Annahme einer vollkommenen Homologie einer jungen Physophora-, Athorybia- oder Agalmalarve mit einer jungen (noch mit einem wenig entwickelten Schirme versehenen) Meduse in der Anwesenheit eines Luftapparates bei den ersteren auf ein Hinderniss stösst. Es kann auch nicht eingewendet werden, dass dieses Organ von keiner hohen morphologischen Bedeutung ist, da wir ja wissen, dass dasselbe bei den Stephanomialarven sehr frühe zu einer grossen Ausdehnung gelangt und dass es überhaupt neben dem Magen das constanteste Organ bei allen luftragenden Siphonophoren ist. Indem ich an einem anderen Orte die Frage über die Homologie des Luftapparates mit einer Schwimmglocke erörtert habe, brauche ich hier nur das Resultat anzuführen, nämlich, dass das erstgenannte Organ als eine umgestülpte Glocke angesehen werden kann. Demnach wird die einfachste Siphonophorenlarve und zwar die der Gattung Stephanomia am nächsten zu den Medusenlarven (etwa denjenigen von Aeginopsis) gestellt werden können. Der mächtig entwickelte Luftapparat ist dabei als Stellvertreter der Glocke zu betrachten, während der Magen bei beiden dieselben Eigenschaften

zeigt<sup>1)</sup>). Nach dieser Auffassung ist die mit einem kappenförmigen Deckstück versehene Larve viel complicirter als eine junge Meduse, indem sie anstatt eines Schirmes zwei entsprechende Organe: das Deckstück und den Luftapparat besitzt. Hier treffen wir also bereits die bei den Siphonophoren so verbreitete (anderwärts nur in monströsen Fällen vorkommende) Erscheinung, dass ein und dasselbe oder zwei homologe Organe in mehrfacher Anzahl auftreten. Ich fasse demnach die auf der Fig. 6 (Taf. VIII) abgebildete Agalmalarve als eine Art »Bicephalum« auf, bei welcher jedoch ein homologes Organ sich stärker als das andere entwickelt hat. Bei den Siphonophoren ist die Tendenz Organe in mehrfacher Zahl zu erzeugen so stark, dass sich mitunter (natürlich nur in Ausnahmsfällen) sogar zwei Luftapparate bilden. So z. B. habe ich eine Larve von *Physophora hydrostatica* beobachtet, an deren oberem Körpertheile anstatt einer sich zwei Ectodermverdickungen gebildet hatten, wodurch das Thierchen eine grosse Aehnlichkeit mit der auf der Fig. 4 (Taf. X) abgebildeten Halistemmalarve erhielt. Bei weiterer Entwicklung stellte es sich heraus, dass dieselben Anlagen von zwei ganz gleichmässig gebildeten Luftapparaten (Fig. 4, Taf. XI) darstellten.

Trotz der überraschenden Verschiedenheit in der Entwicklung der mannigfältigen Siphonophorengenera, kann man doch als allgemeine Regel aufstellen, dass die junge wimpernde Larve sich nie in einen einzigen Magen verwandelt, wie das früher von LEUCKART angenommen worden ist, sondern dass sie sich von Anfang an wenigstens in zwei Theile, und zwar in einen Magen (oder in einen diesem homologen Dottersack bei *Crystallodes*) und in ein denselben begleitendes, dem Medusenschirme homologes Organ (Luftapparat, Schwimmglocke oder kappenförmiges Deckstück) differenziert. Eben dieses constante Auftreten eines Magens nebst einem dem Schirme entsprechenden Organe, also gerade wie bei Medusen, halte ich für den besten Beweis, dass die hauptsächlich von LEUCKART entwickelte Theorie über die Natur der Siphonophoren in ihrem Grunde unrichtig ist.

Es ist hier nicht der Ort mich in weitere Discussionen über diese Frage einzulassen (darüber habe ich ein ganzes Capitel in den »Materialы« geschrieben); deshalb beschränke ich mich hier blos mit der Erwähnung meiner a. a. O. (p. 37—39) näher ausgeführten Ansicht, dass die mit einem kappenförmigen Deckstück versehenen jungen Siphonophorenlarven eine grosse morphologische Aehnlichkeit mit sog.

4) Ueber die mit Medusententakeln ähnlichen Fangfäden, s. in »Материалы« pag. 34.

Eudoxien, d. h. mit abgelösten Segmenten einer Diphyidencolonie aufweisen.

4. Der Typus der Coelenteraten war von LEUCKART in einer Zeit aufgestellt, als man von der Entwicklung dieser interessanten Thiergruppe verhältnissmässig nur wenig kannte. Man wusste wohl Manches über die äusseren Fortpflanzungs- und Entwickelungsverhältnisse, namentlich über den Generationswechsel der Medusen und Hydrioden; aber es mangelte fast gänzlich an Erfahrungen in Bezug auf die inneren Bildungsvorgänge des Coelenteratenorganismus. Wenn für jeden Thiertypus eine entwickelungsgeschichtliche Prüfung der Hauptmerkmale nothwendig ist, so ist sie besonders dringend für eine solche Gruppe, wie die der Coelenteraten, deren wesentliche Auszeichnung gerade in den Organisationsverhältnissen der inneren Höhlen besteht. So lange man ausschliesslich die äusserlichen Körpermerkmale im Auge behalten hatte, zweifelte man nicht daran, dass die Coelenteraten einen mit Echinodermen gemeinschaftlichen Typus bilden; erst später, als man angefangen hat, eine grössere Aufmerksamkeit den anatomischen Verhältnissen zu widmen, ist es möglich geworden, die beiden genannten Gruppen als besondere Typen von einander zu trennen. Während aber LEUCKART und mit ihm alle Anderen die Coelenteraten neben die Echinodermen im Systeme stellten, sind die neueren Autoren dahin gekommen, zwischen diesen Typen die unbegrenzte und bunte Gruppe der Würmer einzuschalten, um damit dem Gedanken, dass trotz ihres gemeinschaftlichen Bauplanes die Coelenteraten und Echinodermen nur in untergeordneten Puncten untereinander ähnlich seien, Ausdruck zu geben. Eine solche Klassification finden wir in der zweiten Auflage des Lehrbuches von GEGENBAUR, wo der radiäre Bau der Echinodermen dadurch erklärt wird, dass diese Thiere nicht einzelne Individuen wie die ebenfalls strahligen Coelenteraten, sondern Colonien mehrerer bis zu einem gewissen Grade zusammengeschmolzener Individuen repräsentiren. Ich muss gestehen, dass ich stets geglaubt habe, diese von HAECKEL aufgestellte Theorie würde von keinem Zoologen mit Ernst angenommen werden (ich habe sie deshalb keiner Kritik in meinen »Studien über die Entwicklung der Echinodermen etc.« unterworfen), so dass ich sehr überrascht war, als ein so geistreicher und positiver Forscher wie GEGENBAUR sich entschieden für dieselbe erklärte. Es wird mir deshalb erlaubt sein, ein Paar Worte über diese Theorie zu sagen, bevor ich zur Frage über die inneren Höhlen der Coelenteraten übergehe.

Bei GEGENBAUR finden wir folgende Stelle: »In der Larvenform der Echinodermen, die hier den Ausgangspunct abgeben muss, zeigt sich eine völlige Uebereinstimmung mit den Larven von Würmern.

Wie bei manchen der letzteren legt sich auch hier im Innern des Larvenleibes ein neuer Organismus an. Dieser zeigt durch Knospung, dass aus der Anlage eine Mehrzahl von Individuen sich zu differenzieren beginnt und damit tritt die Erscheinung in eine bereits genauer bekannte Reihe ein<sup>1)</sup>). — Es ist eben die Frage, warum man die Aufreibungen auf der Oberfläche des Körpers einer Bipinnaria oder Pluteus für Anlagen mehrerer Individuen hält? Das finde ich nirgends nachgewiesen, während das Gegenteil sehr leicht zu begründen ist. Das erste Organ, das sich bei der Echinodermenlarve in mehrere Abschnitte zergliedert, ist die Anlage des Wassergefäßsystems mit ihren fünf fingerartigen Ausstülpungen, welche meistens zu Längsgefäßen werden. Darin ist aber ebensowenig eine Knospung mehrerer Individuen zu sehen, wie etwa bei Bryozoen, wo im Innern der Larve ein ganzer Kranz von Tentakelanlagen entsteht, welche ebensogut blosse Organe darstellen, wie die Längswassergefäße es sind. Man muss aber auch nicht vergessen, dass zu gleicher Zeit mit der Differenzirung der fünftheiligen Wassergefäßanlage sich die Lateralscheiben bilden, deren Zahl stets nur zwei ist. Auch die rundlichen Aufreibungen der Larvenhaut bei Asteriden- und Ophiuridenlarven können durchaus nicht als Anlagen besonderer Individuen betrachtet werden, zumal sie in Bezug auf die topographische Lage sowie auf die Periode ihrer Entstehung mit den Wassergefäßanlagen nicht zusammenfallen. Man hat viel daraus machen wollen, dass im Innern jedes Asteridenarmes die Vertreter sämmtlicher Organe gefunden werden, aber man hat dabei ausser Acht gelassen, dass der Entwicklungsgang derselben von allen sich durch Knospung bildenden Organismen völlig verschieden ist. Bei einem jungen aus der Bipinnaria entstandenen Astropecten<sup>2)</sup>, dessen Arme bereits viele Skelettheile, einen Nervenstamm und ein Längsgefäß mit mehreren Fortsätzen enthalten, ist noch keine Spur von Magenfortsätzen zu finden. Wo hat man denn solche Knospen gesehen, in welchen das Verdauungsorgan erst dann eingeschoben wird, da sich bereits sämmtliche Organe gebildet haben? Ist es nicht natürlicher und passender die von dem Magen in mancher Hinsicht verschiedenen und unter den Echinodermen nur bei Asteriden vorhandenen Magenfortsätze als blosse Zweige des Verdauungssystems zu betrachten, wie solche bei Pycnogoniden und Nudibranchiaen vorhanden sind?

<sup>1)</sup> Grundzüge der vergleichenden Anatomie. Zweite Auflage. 1870 p. 304.

<sup>2)</sup> Nach meinen neuen Beobachtungen ist Bipinnaria die Larve eines Astropecten. Ich habe aus den Eiern dieses letzteren die von mir in den »Studien über die Entw. d. Echinod. u. Nemert.« näher beschriebene MÜLLER'sche Bipinnaria erhalten.

Man hat auch ausser Acht gelassen, dass die Magenfortsätze nicht der Zahl der Arme entsprechen, sondern in doppelter Zahl vorkommen. Oder will man behaupten, dass jeder Arm eines Seesternes in Bezug auf den Bau der Verdauungsorgane eine Planaria oder Trematode nachahmt, während sein Nervensystem nach dem Typus der höheren Würmer (Anneliden und Gephyrean) organisiert ist?

Es hat vielleicht die äusserliche Ähnlichkeit eines Botrylliden-systems mit einem Seestern HAECKEL Anlass gegeben, seine Theorie aufzubauen. Allein nicht nur in anatomischer, sondern auch in entwicklungsgeschichtlicher Hinsicht sind beide wesentlich verschieden. Die Knospe eines *Botryllus* ist eine wahre Knospe, in der sich sämmtliche Organe gleichzeitig und allmälig entwickeln; auch die Entstehung des Systems ist eine ganz andere, indem hier wirkliche Individuen erst nach ihrer Ausbildung die gemeinschaftliche Cloake erhalten. Das Organisationsprincip eines Echinoderms will ich viel lieber mit dem eines Cephalopoden vergleichen, da wir hier von dem entwickelten Rumpfe mehrere Arme ausgehen sehen, welche sich nicht nur durch hohe Organisation (namentlich durch Vorhandensein der mit Ganglien versehenen Armnervenstämmen), sondern durch eventuelle Selbstständigkeit (*Hectocotylus*) auszeichnen.

Nach dieser Abschweifung über die Echinodermenfrage gehe ich jetzt zur Betrachtung der Hauptmerkmale des Coelenteraten-typus vom embryologischen Standpunkte aus. Nachdem die Ansicht LEUCKART's über die Rolle der allgemeinen Körperhöhle als Verdauungs- und Blutbildungsapparat eine ziemlich allgemeine Anerkennung gefunden hat, sind erst in neuerer Zeit einige seitens der Embryologen gemachte Einwände aufgetaucht. Der leider zu früh verstorbene, talentvolle NOSCHIN<sup>1)</sup> ist, so viel ich weiß, der Erste, der sich gegen die allgemein verbreitete LEUCKART'sche Auffassung des Coelenteratenorganismus ausgesprochen hat. Er war der Meinung, dass man ausser dem als Leibeshöhle bekannten System, das er für einen Verdauungsapparat hielt, noch eine besondere, eigentliche Leibeshöhle findet, welche zwischen dem Ectoderm und Entoderm ihre Lage hat. Die Bemerkung NOSCHIN's war aber beiläufig und dabei so kurz gefasst, dass sie sogar von LEUCKART<sup>2)</sup> nicht verstanden wurde. In seiner »Entwickelungsgeschichte der Rippenquallen« hat er stets vom Darmkanale bei Ctenophoren gesprochen, ohne seine Ansicht über die Körperhöhlen der Coelenteraten, welche offenbar eine andere als die allgemein verbreitete war, auseinanderge-

1) Bulletin de l'Académie Impériale de St. Pétersbourg. T. VIII. 1865. p. 248.

2) Jahresbericht für 1864 u. 1865 in WIEGMANN'S Archiv. 1866. Bd. II. p. 74.

setzt zu haben. Erst im Jahre 1867 hat er sich deutlicher gegen LEUCKART ausgesprochen, indem er in seiner Dissertation über *Phoronis* folgende Bemerkung macht<sup>1)</sup>: »auf Grund meiner Untersuchungen über Ctenophoren, sowie anderer noch nicht publicirter Beobachtungen halte ich die Bezeichnung der Gruppe der Coelenteraten als Thiere, welche keinen Darmkanal haben und sich vermittelst der Leibeshöhle ernähren, für unbegründet; ich nehme an, dass bei ihnen ein Darmkanal ebenso wie eine Leibeshöhle vorhanden ist, nur ist das Verhältniss zwischen beiden Theilen ein etwas verschiedenes als bei anderen Formen«. Im folgenden Jahre, bei Gelegenheit seiner Untersuchungen über die Entwicklung der Coelenteraten<sup>2)</sup>, hat KOWALEVSKY die ganze Frage über die inneren Höhlen dieser Thiere als eine vom rein embryologischen Standpunkte zu lösende in Anspruch genommen. So ist er zum Schluss gekommen, dass bei solchen Coelenteraten, bei welchen sich die innere Höhle durch Einstülpung bildet (*Pelagia noctiluca*, *Actinia*, *Ctenophora*), dieselbe dem Darmkanal anderer Thiere entspricht. Ueber solche Formen, bei welchen dieselbe Höhle auf eine andere Weise zur Ausbildung kommt, hat KOWALEVSKY keine positive Meinung geäussert. Gegen diese exclusiv embryologische Auffassung hat sich LEUCKART<sup>3)</sup> ausgesprochen, dem es überhaupt »fraglich scheint, ob man die Bildungsweise eines Organes ausschliesslich zum Kriterium für dessen morphologische Natur zu machen das Recht hat« (p. 271). — Unter den deutschen Zoologen muss ich SEMPER nennen, der sich mit der allgemeinen Auffassung des Coelenteratenorganismus nicht versöhnen kann. In seinem schönen Holothürienwerke sagt er<sup>4)</sup>, »dass die Coelenteraten überhaupt gar keine Leibeshöhle besitzen, sondern nur ein Analogon derselben in dem Coenenchym und dass alle die Kanäle, welche die Einzelthiere wie die Thierstücke nach allen Richtungen durchziehen, lediglich Appertinentien der Verdauungshöhle sind«.

Meine eigene Ansicht, die ich hier näher begründen will, habe ich bereits im Jahre 1868 folgendermassen ausgesprochen<sup>5)</sup>. »Ich erinnere an die Entwicklungerscheinungen bei *Auricularia*, wo sich eine geräumige, aus der Wassergefäßssystemanlage hervorgehende, früher sogar für eine gewöhnliche Leibeshöhle angesehene Höhle bildet, welche indessen aber der eigenthümlichen bei *Auricularia* Anfangs sehr

1) Анатомія и Исторія розвитія *Phoronis* 1867. Anmerkung 2 zu p. 28.

2) Göttinger Nachrichten 1868, N. 7. p. 454—459.

3) Jahresbericht für 1868 u. 1869, WIEGMANN's Archiv. 1870. Bd. II. p. 270.

4) Reise nach dem Archipel der Philippinen. Zweiter Theil. Erster Band. p. 134.

5) Bulletin de l'Académie Impériale de St. Pétersbourg. T. XIII, N. 3. p. 298.

ausgebildeten Leibeshöhle etwas ganz Fremdes darstellt. Wenn wir noch die Thatsache in's Auge fassen, dass bei Bipinnaria die entsprechende Höhle sich direct aus der Einstülpungshöhle bildet, so können wir die Analogie zwischen den secundären, aus der Einstülpungshöhle entstandenen Hohlräumen bei Echinodermen und Ascidien nicht verkennen. Bei genannten Thieren sehen wir also eine provisorische Communication zwischen Verdauungshöhle und anderen aus der Einstülpungshöhle entstandenen Hohlräumen auftreten, ein Verhältniss, welches bei Coelenteraten zeitlebens existirt». Um die morphologische Deutung der Körperhöhle letzteren Thiere zu bestimmen, muss man sich zunächst an die Entwickelungsverhältnisse der Echinodermen wenden. Als allgemeine Regel für diesen Typus habe ich an einem anderen Orte<sup>1)</sup> festgestellt, dass die Leibeshöhle der Larve nicht in diejenige des definitiven Thieres übergeht, sondern dass die letztere (die ich, um besser zu unterscheiden, als Peritonealhöhle bezeichnen werde), sich aus den sog. Lateral scheiben bildet, welche, einen gemeinsamen Ursprung mit der Anlage des Wassergefäßsystems nehmend, in letzter Instanz aus dem Rudimente des Darmkanals entstehen. So kommt es, dass die bei den Echinodermenlarven so ausgebildete Leibeshöhle im definitiven Thiere noch kaum durch eine feine Spalte vertreten ist, während die im Innern der Lateral scheibe der ersten befindliche, meistens sehr kleine Höhle zur mächtig ausgebildeten Peritonealhöhle des letzteren wird. Nun glaube ich, dass ich im Stande bin, den Beweis zu liefern, dass die Leibeshöhle der Echinodermenlarven derjenigen Höhle entspricht, welche NOSCHIN bei der Rhizostomal larye und bei anderen Coelenteraten annimmt, während die von LEUCKART und nach ihm von allen Anderen als Leibeshöhle bei Coelenteraten bezeichnete Höhle mit dem jüngsten Stadium der Peritonealhöhle (da dieselbe noch ein Ganzes mit den Anlagen des Wassergefäß- und des Verdauungssystems bildet) gleichzustellen ist.

Wenn wir, um uns besser zu orientiren, zunächst die jüngeren Stadien betrachten, so werden wir natürlich bei beiden Typen sehr leicht einen gemeinschaftlichen Stützpunct finden. Als Beispiel will ich eine 24 Stunden alte Astropectenlarve (Holzschnitt Fig. 1) mit einer ebenfalls sehr jungen Larve einer von mir bei Madeira gefundenen Aurelide (Fig. 2) und einem Cydippeembryo (Fig. 3) vergleichend be-

<sup>1)</sup> Studien über die Entwicklung der Echinodermen und Nemertinen, in Mémoires de l'Acad. de St. Pétersb. (1869) T. XIV, N. 8.

trachten. Alle drei mehr oder weniger kugelförmigen Körper sind von einer äusseren Zellenschicht (*c*) umgeben, welche bei Coelenteraten

Fig. 1.

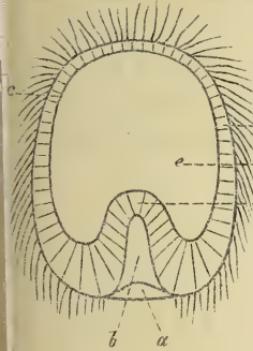


Fig. 2.

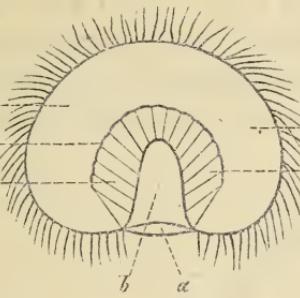
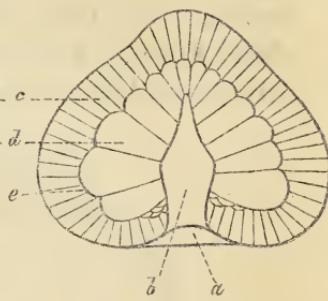
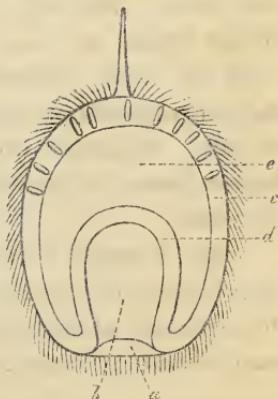


Fig. 3.



als Ectoderm, bei Echinodermenlarven schlechthin als Epidermis bezeichnet wird. Am unteren Pole befindet sich eine Oeffnung (*a*), durch welche die innere blindsackförmige Höhle (*b*) mit der Aussenwelt communicirt. Diese von einer Zellenschicht (*d*) umgebene Höhle stellt bei der Astropectenlarve die erste Anlage des Verdauungs- und Wassergefäßsystems, sowie der Peritonealhöhle dar, während dieselbe bei den Coelenteraten den primitiven Zustand des Gastrovascularsystems bildet. Indem das Entoderm der Coelenteratenlarven (Fig. 2 u. 3 *d*) bei der jungen Bipinnaria durch ein inneres Epithel (Fig. 4 *d*) vertreten ist, so ist es klar, dass die bei der letzteren geräumige Leibeshöhle *e* in dem engen spaltenförmigen Zwischenraum (Fig. 2 u. 3 *e*) zwischen dem Ectoderm und Entoderm der ersten zu suchen ist. Diese schmale Höhle, dieselbe, welche NOSCHIN bei der Rhizostoma-larve fand, ist keineswegs bei allen Coelenteraten so schwach vertreten, wie in den eben beschriebenen Fällen. Um eines von mehreren Beispielen des gegentheiligen Verhaltens anzuführen, will ich auf eine von mir öfters untersuchte kaliphobenartige Polypenlarve (Fig. 4) aufmerksam machen, deren zwischen Ectoderm (*c*) und Entoderm (*d*) gelegene Leibeshöhle (*e*) fast dieselben Dimensionen wie bei den Asteridenlarven aufweist. Vom morphologischen Standpunkte aus ist es übrigens

Fig. 4.



ziemlich gleichgültig, ob das betreffende Gebilde gross oder klein ist, wenn es einmal feststeht, dass dasselbe überhaupt vorhanden ist.

Indem die Echinodermen- und zunächst die Asteridenlarven sehr früh symmetrisch, bald auch doppelt symmetrisch werden, so ist es am besten, wenn wir sie mit der ebenfalls symmetrischen Ctenophorenlarve vergleichen. Es bilden sich bereits am dritten Entwicklungstage der Astropectenlarve zwei Außstülpungen (Fig. 5  $d'$ ) am oberen Ende der blindsackförmigen Anlage, welche Erscheinung genau auf dieselbe Weise wie bei der Cydippenlarve stattfindet. Der untere

Fig. 5.

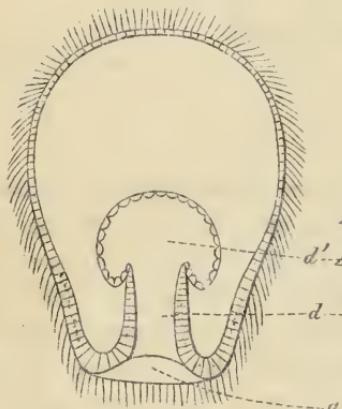
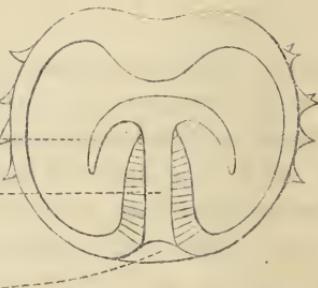


Fig. 6.



cylinderförmige Theil des eingestülpten Blindsackes (Fig. 5, 6  $d$ ) stellt bei beiden die Anlage des Verdauungsapparates dar, während der mit der letzteren zusammenhängende doppelte obere Abschnitt (Fig. 5 u. 6  $d'$ ) zum übrigen Theile des Gastrovascularsystems bei Cydippe oder zum Wassergefäßssysteme nebst Peritonealhöhle bei Astropecten wird. Bis jetzt geht die Entwicklung bei den Repräsentanten beider Typen auf eine auffallend ähnliche Weise vor sich, und man wird mir wohl beistimmen, wenn ich das auf der Fig. 5 abgebildete Astropectenstadium schlechtweg als einen coelenterischen Zustand bezeichne. Während aber der letztere bei den Echinodermen nur von kurzer Dauer ist, bleibt er bei Coelenteraten als ein definitiver Zustand bestehen.

Bei weiterer Entwicklung tritt die Organdifferenzierung bei beiden Typen auf verschiedene neue Arten ein, aber es bleiben trotzdem noch manche unverkennbare Ähnlichkeiten, die ich hier durch Betrachtung einzelner Vorgänge aufdecken will. Ich habe bereits anderswo<sup>1)</sup>

<sup>1)</sup> Studien über d. Entw. d. Echinod. u. Nemert. p. 61, 62.

die Bemerkung gemacht, dass bei der Echinodermenentwickelung die Anfangs symmetrisch angelegten inneren Larvenorgane einer Symmetriestörung unterworfen sind; so sehen wir z. B., dass von den beiden ausgestülpten Seitenschläuchen der Bipinnaria nur einer sich weiter differenzirt, indem er die Wassergefäßsanlage liefert u. s. w. Der andere bleibt für gewöhnlich in einem rudimentären Zustande und nur ausnahmsweise kommt er auch zur Weiterbildung: einen solchen Fall habe ich neulich bei einer jungen Asteracantienlarve beobachtet, welche anstatt einer zwei Rückenöffnungen und ebensoviel Wassergefäßsanlagen besass, und dahin ist auch eine bei MÜLLER abgebildete<sup>1)</sup> Ophiuridenlarve zu rechnen. Eben mit solchen Monstrositäten können die weiteren Entwicklungszustände der Ctenophoren am besten verglichen werden, welche letzteren niemals einer Symmetriestörung, wie die Echinodermen unterliegen. Wenn wir uns eine ausnahmsweise symmetrisch gebliebene Asteridenlarve vorstellen, so erhalten wir von

Fig. 7.

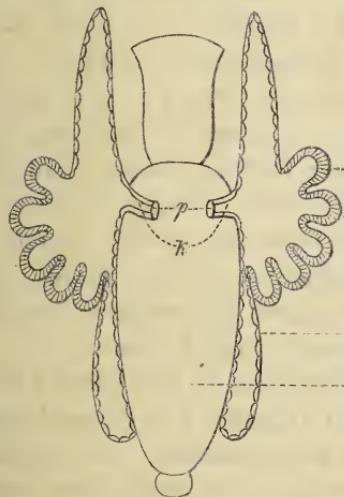
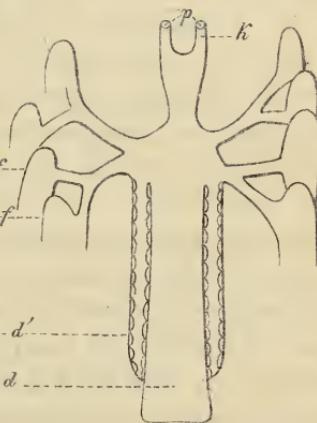


Fig. 8.



ihren inneren Theilen beinahe dasselbe Bild, wie die beigegebene Fig. 7 uns wiedergiebt. Auf beiden Seiten des in mehrere Abschnitte getheilten Darmtractus sehen wir die beiden auf der Fig. 5 mit  $d'$  bezeichneten Schläuche, an denen jederseits fünf Wassergefäßsanlagen ( $f$ ) und je ein Steinkanal ( $k$ ) mit dem Rückenporus ( $p$ ) sich gebildet haben. Ein diesem ähnliches Verhalten zeigt uns das Gastrovascularsystem der Ctenophoren, namentlich dasjenige der Cydippiden. Hier finden wir

<sup>1)</sup> Ueber die Larven und die Metamorphose der Ophiuren und Seeigel. 1846.  
Taf. I, Fig. 2.

ebenfalls einen ansehnlichen Magen (Fig. 8 *d*), der aber zeitlebens mit den übrigen Hohlräumen im Zusammenhange bleibt. Es verbinden sich mit ihm zunächst acht Längskanäle (Fig. 8 *f*), die ich mit den zehn Längswassergefäßen parallelisire, dann ein jederseits neben dem Magen verlaufender und denselben theilweise einschliessender Blind-sack (Fig. 8 *d'*), den ich mit einer sog. Lateralscheibe der meisten Echinodermenlarven, oder mit einem derselben entsprechenden Schlauche *d'* der auf Fig. 7 abgebildeten Asteridenlarve für homolog halte. »Bei den Cydippen sind diese (Längsschläuche) von ansehnlicher Weite und geben den Anschein eines den Magen umgebenden gemeinsamen Raumes« (GEGENBAUR a. a. O. p. 140). Durch ein solches Verhalten wird die Homologie dieser Schläuche mit den zur Peritonealhöhle der Echinodermen werdenden Lateralscheiben am besten ausgedrückt; man soll nur, um sich davon zu überzeugen, den »den Magen umgebenden gemeinsamen Raum« der Cydippiden mit dem, aus der Verwachsung der Lateralscheiben um den Magen einer Synaptalarve entstandenen Sack (Taf. III, Fig. 22, 23 meiner Studien über Echinodermen etc.) vergleichen. Um die Parallelisirung noch weiter zu führen, kann ich wenigstens als wahrscheinlich angeben, dass die beiden Trichteröffnungen der Ctenophoren (Fig. 8 *p*) den bei einigen Echinodermenlarven ausnahmsweise in doppelter Zahl vorhandenen Rückenöffnungen (7 *p*), die aus dem Trichter entspringenden Kanäle (8 *k*) den Steinkanälen (7 *k*) entsprechen. Dafür kann ich ausser der morphologischen Aehnlichkeit noch die gleiche physiologische Rolle beider Gebilde anstreben, indem es ja bekannt ist, dass die Trichteröffnungen nicht zur Entleerung der Fäcalmassen, sondern zur Einfuhr des Wassers in das Gastrovascularsystem dienen.

Trotz einer so auffallenden Aehnlichkeit in der Entwicklung des Gastrovascularsystems mit mehreren Organen des Echinodermenkörpers giebt es zwischen beiden auch unverkennbare Verschiedenheiten. Namentlich fällt es auf, dass die einzige in den Magen der Coelenteraten führende Oeffnung nicht der Mundöffnung der Echinodermenlarve, sondern deren After entspricht. Es würde übrigens unrichtig sein, hier ein morphologisches Paradoxon zu sehen, denn die beiden Oeffnungen, namentlich bei niederen Thieren, haben die grösste Aehnlichkeit und es bleibt auf jeden Fall die Alternative, entweder den Mund als After fungiren zu lassen, oder der einzigen Afteröffnung zugleich die Rolle eines Mundes zuzuschreiben.

Es ist nach meiner auseinandergesetzten Ansicht unmöglich das Gastrovascularsystem schlechtweg für einen »Darmkanal« zu halten, wie das von KOWALEVSKY und SEMPER angenommen worden ist. Dasselbe

entspricht vielmehr einer ganzen Summe von Organen des Echinodermenkörpers, welche während eines vorübergehenden Coelenteratenstadiums auch hier ein gemeinschaftliches System bilden. Diese Zusammenstellung lässt manches Paradoxe verschwinden: wenn man sagt, dass bei manchen Coelenteraten sich die Genitalien im Darmkanale bilden, so ist es allerdings sehr sonderbar; wenn man aber behauptet, wie ich es thue, dass die Geschlechtsproducte in einem peripherischen, der Peritonealhöhle nebst Wassergefäßen entsprechenden Theile des Gastrovascularsystems entstehen, so ist das eine Erscheinung, welche bei anderen Thieren nicht ohne Analogon bleibt. Es ist sogar sehr wahrscheinlich, dass die Geschlechtsdrüsen der Echinodermen aus dem Peritonealüberzuge ihren Ursprung nehmen, wie es ganz gewiss ist, dass bei Ophiuriden u. A. die Geschlechtsproducte eine Zeitlang in der Peritonealhöhle verweilen.

Wenn ich also nach embryologischen Gründen einen Theil des Gastrovascularsystems für Homologon der Peritonealhöhle eines Echinoderms halte, so muss ich auf der anderen Seite mit NOSCHIN, KOWALEVSKY und SEMPER eine »Leibeshöhle« bei Coelenteraten annehmen. Diese letztere ist es, die sich bei Medusen und Ctenophoren mit der Gallertmasse anfüllt und bei manchen Repräsentanten als Sitz des sog. Schleimgewebes auftritt. Sie entspricht der oben als Leibeshöhle bei den Echinodermenlarven bezeichneten Höhle, welche auch hier mit einer gallertartigen Substanz und in einigen Fällen auch mit verästelten Bindegewebszellen angefüllt wird.

Zum Schluss will ich noch besonders hervorheben, dass ich die Coelenteraten und die als Einzelthiere aufzufassenden Echinodermen für zwei verschiedene Typen halte, die aber so viel gegenseitige Verwandtschaft aufweisen, dass sie stets nebeneinander im Systeme gestellt werden müssen. Ich glaube, dass zwischen beiden ungefähr derselbe Ähnlichkeitsgrad wie zwischen den höheren Würmern (Hirudineen, Gephyreen und Anneliden) und den Arthropoden besteht. Um sich davon zu überzeugen, muss man die embryologischen Thatsachen im Auge behalten und in Betreff der Coelenteraten und Echinodermen nie vergessen, dass die Leibeshöhle und die Peritonealhöhle zwei verschiedene Dinge repräsentiren.

S. Antonio, im Juli 1872.

## Erklärung der Tafeln II—XII.

### Tafel II. *Geryonia hastata*.

- Fig. 1. Ein frisch abgelegtes Ei.  
 Fig. 2. Der Anfang des Zerklüftungsprocesses.  
 Fig. 3. Das in zwei Zerklüftungskugeln getheilte Ei. In jedem Segmente ist ein Nucleus sichtbar.  
 Fig. 4. Ein aus vier Zerklüftungssegmenten bestehendes Ei.  
 Fig. 5. Ein weiteres Zerklüftungsstadium. Im Centrum befindet sich die ziemlich geräumige Zerklüftungshöhle.  
 Fig. 6. Die Keimhaut im Begriff der Theilung in zwei Blätter. In *a* ist die Quertheilung der Zelle erst angefangen; bei *c* und *c'* ist dieser Vorgang fast vollendet; bei *b*, *b'* sehen wir schon vollkommen getrennte Zellen.  
 Fig. 7. Die Theilung der Keimhaut ist zu ihrem Abschlusse gekommen, so dass sich bereits zwischen dem Ectoderm (*ec*) und Entoderm (*en*) eine Schicht Gallertsubstanz abgelagert hat.  
 Fig. 7 A. Einige Zellen des äusseren Keimblattes, oder Ectoderms.  
 Fig. 7 B. Zellen des Entoderms. *pr* Protoplasma, *s*, *c* Zellsaft.  
 Fig. 8. Ein weiter entwickelter Embryo von oben gesehen. Bez. wie Fig. 7.  
 Fig. 9. Derselbe im Profil.  
 Fig. 10. Ein noch weiter entwickeltes Stadium. *ec* das sehr dünn gewordene Ectoderm; *en* Entoderm.  
 Fig. 11. Ein achttägiges junges Thier mit eben angefangener Tentakelbildung. *t* Tentakelanlagen.  
 Fig. 12. Dasselbe von der unteren Fläche gesehen, *o* Mundöffnung, *t* Tentakeln.  
 Fig. 13. Ein späteres Entwickelungsstadium von der Fläche gesehen.  
 Fig. 14. Dasselbe im Profil, um das gebildete Velum nebst Schirmhöhle zu zeigen.  
 Fig. 15. Das letzte von mir beobachtete Stadium mit sechs vollkommen ausgebildeten provisorischen Tentakeln, *v* Velum.

### Taf. III. *Polyxenia leucostyla*.

- Fig. 1. Ein frisch abgelegtes Ei.  
 Fig. 2. Dasselbe im Process der Zerklüftung begriffen.  
 Fig. 3. Der aus acht Zerklüftungskugeln bestehende Keim.  
 Fig. 4. Ein etwas weiteres Zerklüftungsstadium.  
 Fig. 5. Das sog. Maulbeerstadium.  
 Fig. 6. Die mit Wimperhaaren bedeckte Larve, mit bereits differenzirten beiden Hauptschichten.

- Fig. 7. Die stark verlängerte Larve vom Anfang des zweiten Entwicklungstages.  
*en*, *c* das centrale Entoderm, *en*, *t* das Entoderm der Tentakeln.  
 Fig. 8. Eine etwas weiter entwickelte Larve mit deutlich abgegrenzten 2 Tentakeln.  
 Fig. 9. Eine dreitägige Larve mit vier Tentakeln und mit der eben angelegten Gastrovascularhöhle. *t*, *z* zweites Tentakelpaar.  
 Fig. 10. Dieselbe von unten gesehen, um die Anlagen der Randkörperchen (*v*, *s*) zu zeigen.  
 Fig. 11. Eine viertägige junge Meduse mit offenem Munde.  
 Fig. 12. Eine etwas ältere Meduse mit vollkommen entwickelten vier Randkörperchen (*ot*).

**Taf. IV. *Pol. leucostyla* (Fig. 13—16), *Aeginopsis mediterrans* (Fig. 17—22).**

- Fig. 13. Eine auf der Oberfläche des Meeres gefangene junge Polixenia mit mehreren Tentakeln, *g* Gallertsubstanz.  
 Fig. 14. Eine neuntentakelige junge Meduse mit nur zwei Randkörperchen.  
 Fig. 15. Eine viel ältere Polixenia im Profil. *vt*, Magen. *m*, *l* verl. seitl. Körperftrand.  
 Fig. 16. Dieselbe von oben aus gesehen.  
 Fig. 17. Ein in vier Segmente getheiltes Ei von *Aeginopsis*.  
 Fig. 18. Der viel weiter entwickelte Keim mit deutlich differenzierten Hauptschichten.  
 Fig. 19. Eine junge mit Wimperhaaren überkleidete Larve.  
 Fig. 20. Ein tridacnahutförmiges Stadium derselben.  
 Fig. 21. Eine dreitägige Larve mit zwei Tentakeln.  
 Fig. 22. Eine Larve aus dem vierten Tage mit angedeuteter Mundöffnung.

**Taf. V. *Cunina rhododactyla*.**

- Fig. 1. Die jüngste von mir geschene Cuninaknospe.  
 Fig. 2. Ein zweitentakeliges Stadium derselben mit deutlicher Mundöffnung.  
 Fig. 3. Ein weiteres Stadium mit offenem Munde.  
 Fig. 4. Eine achtentakelige Knospe mit der Anlage des proliferirenden Stieles (*s*, *p*).  
 Fig. 5. Ein Theil derselben Knospe um den Bau des prolif. Stieles *s*, *p* deutlicher zu zeigen.  
 Fig. 6. Eine junge mit zwölf Tentakeln verschene Meduse, deren Stiel *s*, *p* bereits eine kleine eintentakelige Knospe (*g*<sup>1</sup>) gebildet hat.  
 Fig. 7. Ein etwas weiteres Stadium. Die erstgebildete Knospe (*g*<sup>1</sup>) ist bereits mit zwei Tentakeln und mit einer Mundöffnung versehen; ausserdem ist die Anlage der zweiten Knospe (*g*<sup>2</sup>) vorhanden.  
 Fig. 8. Eine Cuninaknospe, deren Stiel *s*, *p* mit zwei deutlich ausgebildeten Knospen (*g*<sup>1</sup>, *g*<sup>2</sup>) versehen ist.  
 Fig. 9. Eine zwölftentakelige Knospe, an der die Tochterknospenbildung bereits aufgehört hat; dafür haben sich die Magensäcke und die Randkörperchen angedeutet, *b*, *v* Magentasche, *c*, *m* Anlage des Entodermtheils der Randkörper.  
 Fig. 10. Dieselbe Knospe nach zwei Wochen langem Liegen in Wasser. *g* Gallertsubstanz, *v* Velum, *o* Mundöffnung, *v*, *r* Radiärkanal, *c*, *m* Randkörperchen.  
 Fig. 11. Ein Randkörperchen nebst dem Basaltheile eines Tentakels einer weiter

entwickelten Cuninaknospe. *c, m* Randkörperchen, in dessen Innern der Krystall bereits vorhanden ist.

- Fig. 42. Die älteste von mir beobachtete Knospe, welche mit dem erwachsenen Thiere bis zu geringen Merkmalen übereinstimmt.

*Suturales*

Taf. VI. *Epibulia aurantiaca*.

- Fig. 1. Ein frisch abgelegtes Ei. *p, d* peripherisches Protoplasma; *p, m* centrales Protoplasma.
- Fig. 2. Anfang des Zerklüftungsprocesses. *s* die erstgebildete Furche.
- Fig. 3. Ein etwas weiteres Stadium, an dem die beiden ersten Zerklüftungskugeln noch durch eine Brücke verbunden sind.
- Fig. 4. Ein in vier Segmente getheiltes Ei.
- Fig. 5. Eine freischwimmende konische Larve, aus deutlichen zwei Hauptschichten bestehend. *ec* Ectoderm.
- Fig. 6. Eine ältere Larve mit angelegter Schwimmglocke und Fangfaden (*f*). *ec* Ectoderm, *ec'* ründliche Ectodermverdickung, *en* Entodermanlage.
- Fig. 7. Eine sechs Tage alte Larve mit einer deutlich ausgebildeten Glockenhöhle (*v, ec*) und mit einem mehr als früher hervorragenden Fangfaden. Bez. wie Fig. 6.
- Fig. 8. Eine etwas weiter entwickelte, aber ebenfalls sechstägige Larve. Die Schwimmglocke besitzt bereits ihren Radiär- und den Circularkanal. *v, s* sog. Saftbehälter, *vt* Anlage des Velums, *c, u* Auflagen der Nesselknöpfe.
- Fig. 9. Eine noch ältere Larve mit stark hervorragender Glocke. *vt* Magen, *c, en* saftige Entodermzellen. *en, ec'* wie Fig. 6.
- Fig. 10. Eine sieben Tage alte Larve mit bereits functionsfähiger Schwimmglocke. *en* Entoderm des Magens.

Taf. VII. *Epibulia aurant.* (Fig. 11—15), *Praya* (Fig. 16).

- Fig. 11. Eine Larve von dem neunten Tage. Neben dem Magen hat sich eine Anzahl neuer Knospen gebildet, wovon die meisten sich bereits als Nesselknöpfe gestaltet haben.
- Fig. 12. Eine zehntägige Larve mit Anlagen der zweiten Schwimmglocke (*c, p*) und des zweiten Magens (*vt<sup>2</sup>*). Die Nesselknöpfe haben sich weiter entwickelt.
- Fig. 13. Eine junge *Epibulia* von dem elften Tage. (Die nunmehr sehr gross gewordene erste Schwimmglocke ist nicht ausgezeichnet.) *p, p* das Deckstück des ersten Segmentes. *c, p* Anlage der zweiten Schwimmglocke, *r, c* die Radiärkanäle derselben. *v, s* Saftbehälter. *vt<sup>2</sup>* zweiter Magen.
- Fig. 14. Eine etwas ältere *Epibulia*, deren Magen bereits seine definitive Ausbildung bekommen hat. Der Dotterrest ist bereits als solcher verschwunden. Bez. wie Fig. 9.
- Fig. 15. Der Magen und Stamm (*tr*) nebst der zweiten Schwimmglocke (*c, p*), der Anlage des zweiten Magens (*vt<sup>2</sup>*) und wahrscheinlich — der neuen Nesselknöpfe (*c, u*).
- Fig. 16. Eine auf der Oberfläche des Mittelmeeres gefangene Larve einer *Praya* (wahrscheinlich der *P. inermis*).

## Taf. VIII. Agalma Sarsii.

- Fig. 1. Eine jüngste Larve, an der sich bereits das Ectoderm differenzirt hat (*ec*).  
 Fig. 2. Eine etwas ältere Larve mit einer Entodermschicht am oberen Körperende (*ec*). *en* Entoderm.  
 Fig. 3. Die beiden Hauptschichten haben sich etwas abgehoben, wobei eine innere Höhle (*v, g*) entstanden ist. *ec'* locale Ectodermverdickung.  
 Fig. 4. Eine ältere Larve mit dem kielförmigen Deckstück (*p, p*). Zwischen dem Ectoderm und Entoderm des letzteren hat sich etwas Gallerie (*g*) ausgeschieden.  
 Fig. 5. Eine fünftägige Larve, deren terminales Deckstück sich bereits abgeschnürt hat (Buchstaben wie auf der vorigen Fig.).  
 Fig. 6. Eine Larve aus dem sechsten Tage. Die seitliche Ectodermverdickung (*ec'*) ist zu einem rundlichen Körper geworden.  
 Fig. 7. Eine sieben Tage alte Larve, deren Deckstück zu einem grossen kappenförmigen Körper geworden ist. *en* Entoderm desselben. Im Innern der Ectodermverdickung (*ec'*) hat sich die erste Spur der Luftflasche (*f, a*) gezeigt. *en'* EntodermduPLICatur in der Anlage des Luftapparates. *p, f* Anlagen der blattförmigen Deckstücke.  
 Fig. 8. Eine Larve vom Anfang der zweiten Woche. *f* neuentstandene Knospe. *v, a* zwei Höhlen des Luftapparates.  
 Fig. 9. Eine etwas ältere Larve. *ec'* innere Ectodermschicht des Luftapparates, *en'* EntodermduPLICatur desselben, *f, a* Luftflasche, *v, a* die innere Höhle des Luftapparates. *p, f* blattförmiges Deckstück.  
 Fig. 10. Dieselbe Larve von unten gesehen. (Die Bezeichnungen sind dieselben wie auf der Fig. 9.)  
 Fig. 11. Eine dreizehntägige Larve im Profil. Im Innern des Luftapparates hat sich eine Luftblase gebildet. *ec, v* ist die untere Ectodermverdickung des Magens, *en, v* Entodermverdickung desselben.  
 Fig. 12. Dieselbe Larve von einem anderen Puncte aus betrachtet und ohne das kappenförmige Deckstück. *pf* blattförmiges Deckstück, *en, p, f* Entoderm desselben, *f* Theile des angelegten Fangfadens.  
 Fig. 13. Eine Larve aus dem Ende der zweiten Woche. Buchstaben wie auf früheren Figuren.

## Taf. IX. Agalma Sarsii.

- Fig. 14. Eine vierzehn Tage alte Larve mit einem grossen blattförmigen Deckstück (*p, f*). *p, f'* das zweite (linke) blattförmige Deckstück. *en* Entoderm.  
 Fig. 15. Eine siebzehntägige Larve mit zwei blattförmigen Deckstücken (*p, f*), mit mehreren Nesselknöpfen (*c, u*) und mit der Anlage eines Tasters (*t*). In *l* ist die äussere Grenze des Magens und des Luftapparates angedeutet.  
 Fig. 16. Eine zwanzigjährige Larve. *en'* die zu Entoderm des Magens werdenden Saftzellen, *p, f''* Anlage des dritten blattförmigen Deckstückes, *t* Taster.  
 Fig. 17. Eine dreiundzwanzig Tage alte Larve, *tb* die verbindende Gefäßröhre, *am* Ampulle der Gastrovascularnöhle.  
 Fig. 18. Eine auf der Oberfläche des Meeres aufgefischte Agalmalarve. *p, f, f* das bauchständige blattförmige Deckstück, *am* Ampulle.  
 Fig. 19. Eine weiter entwickelte athorybiaartige Larve. *t, o* äussere Mündung des Tasters.

- Fig. 20. Eine noch ältere Larve. *am* Ampulle der Gastrovascularhöhle, *p, p, f, f* das jüngste blattförmige Deckstück.
- Fig. 21. Ein isolirtes Nesselknöpfchen nebst seinem Faden, *cc* Knorpelzellen des letzteren.

Taf. X. *Halistemma rubrum*.

- Fig. 1. Die junge aus polygonalen Zellen bestehende Larve.
- Fig. 2. Eine Larve aus dem Anfange des sechsten Tages. *ec* Ectoderm, *en* Entoderm.
- Fig. 3. Eine siebentägige Larve. *ec, en* wie früher, *g, v* Gastrovascularhöhle.
- Fig. 4. Eine etwas weiter ausgebildete Larve. *v, n* Anlage der Schwimmglocke, *v, n, ec* die Ectodermverdickung derselben, *en* Entoderm, *ec'* Ectodermverdickung der Anlage des Luftapparates, *en'* Entodermduplicatur derselben, *pg* Pigmentzellen.
- Fig. 5. Eine achtägige Larve mit hervorragenden Glockenanlagen, *ec'* blasenförmige Ectodermverdickung, *en'* Entodermduplicatur.
- Fig. 6. Eine neuntägige Larve mit verlängertem unteren Körperende. *v, n'* die Anlage der zweiten Schwimmglocke, *gm* eine Knospe von unbestimmter Bedeutung. *f, a* Anlage der chitinigen Luftflasche, *g* Gallertsubstanz der Glocke.
- Fig. 7. Eine zehntägige Halistemmalarve mit etwas weiter ausgebildeten Organen.
- Fig. 8. Eine Larve aus dem elften Tage. Die Luftflasche hat sich bereits mit Luft angefüllt. *v, n'* zweite Schwimmglocke, mit angelegten Radiärkanälen, *v, n''* dritte eben angelegte Schwimmglocke.

Taf. XI. *Agalma Sarsii* (Fig. 1, 2), *Halistemma rubrum* (Fig. 3), *Physophora hydrostatica* (Fig. 4), *Hippopodius gleba* (Fig. 5—8).

- Fig. 1. Das letzte Athorybiastadium der Agalma, *c, n* Anlagen der Schwimmglocken, *p, d* Anlage des definitiven Deckstückes.
- Fig. 2. Die jüngste Agalmaform mit zwei ausgebildeten Schwimmglocken und einem fertigen definitiven Deckstück.
- Fig. 3. Die älteste von mir gesehene Halistemmalarve, deren erstgebildete Schwimmglocke bereits abgefallen ist. *v, n'* die zweite, *v, n''* dritte und *v, n'''* vierte Schwimmglocke, *c, u* Anlage der Nesselorgane, *ec, v* Ectoderm des Magens, *en, v* Entodermschicht desselben, *g, vt* Gastrovascularhöhle.
- Fig. 4. Eine abnorm entwickelte Physophoralarve mit zwei Luftapparaten.
- Fig. 5. Eine verlängerte Larve von Hippopodius, an der sich das Ectoderm (*ec*) und das darunter liegende Entoderm (*en*) gebildet haben, *ec'* Ectodermverdickung.
- Fig. 6. Eine etwas ältere Larve, *g* Gallertsubstanz. *ec'* Ectodermverdickung, *en'* die um die letztere angesammelte Masse der Entodermzellen.
- Fig. 7. Eine noch ältere Larve mit deutlich abgeschrägter Schwimmglocke. *gg* Gallertmasse der letzteren, *ec, c* die ringförmige Ectodermerhebung, *v, n* Glockenhöhle.
- Fig. 8. Die älteste von mir beobachtete Hippopodiuslarve. *c, r* Radiärkanal der Schwimmglocke, *am* erweiterter Theil der Gastrovascularhöhle.

## Taf. XII. Stephanomia pictum.

- Fig. 1. Eine junge eben zu schwimmen beginnende Larve.
- Fig. 2. Ein etwas älteres Stadium. *pg* Pigmentanhäufung, *ec* Ectoderm, *en* Entoderm.
- Fig. 3. Das obere Ende einer weiter entwickelten Larve. *ec'* Ectodermverdickung, *en'* Entodermverdickung.
- Fig. 4. Eine Larve mit deutlicher Anlage des Luftapparates (*ec'*).
- Fig. 5. Ein weiteres Stadium, an dem man äusserlich die Anlage des Fangfadens erblickt (*f*). *ec'* inneré Ectodermschicht des Luftapparates, *en'* Entoderm-duplicatur desselben, *f, a* Anlage der Luftsäische, *v, a* Lufthöhle, *v, g* Gastrovascularhöhle, *en, r* Rest der Saftzellen.
- Fig. 6. Eine noch mehr entwickelte Larve. *pg, a* Pigmenthaufen am oberen Körperende, *f* erstgebildeter, *f'* zweitgebildeter Fangfaden.
- Fig. 7. Eine andere Larve, an welcher die Endfäden (*f, t*) und die Anlagen der Nesselknöpfe (*c, u*) deutlich zu unterscheiden sind. *pg'* Pigmentanhäufung am Grunde des Magens.
- Fig. 8. Eine Larve mit zwei deutlich von einander abgeschnürten Rumpftheilen; am oberen sind zellenartige polygonale Contouren zu sehen; zwischen beiden Rumpftheilen sind die beiden Fangfäden mit theilweise ausgebildeten Nesselknöpfen befestigt.
- Fig. 9. Die älteste von mir gesehene Stephanomialarve.



Fig. 1

Fig. 2

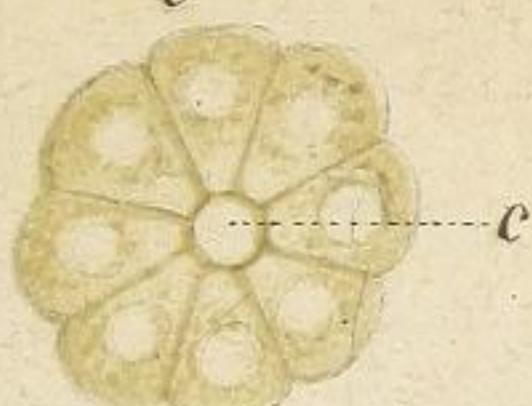


Fig. 3

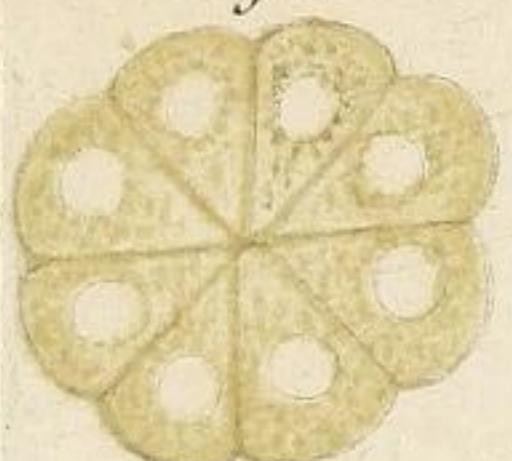


Fig. 4

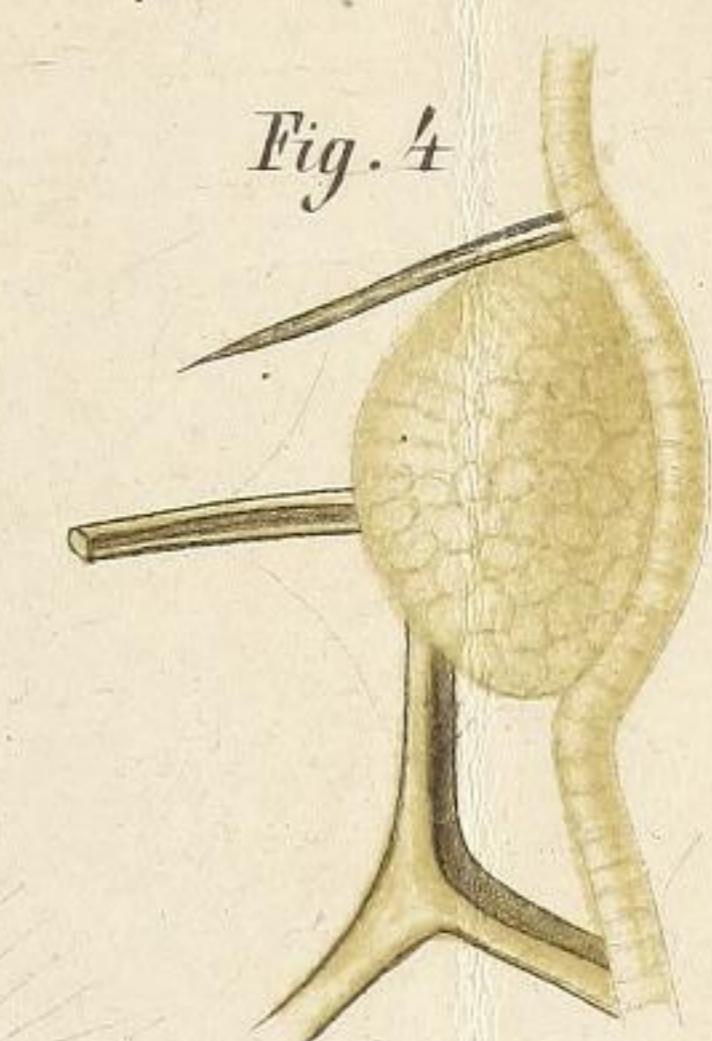


Fig. 5

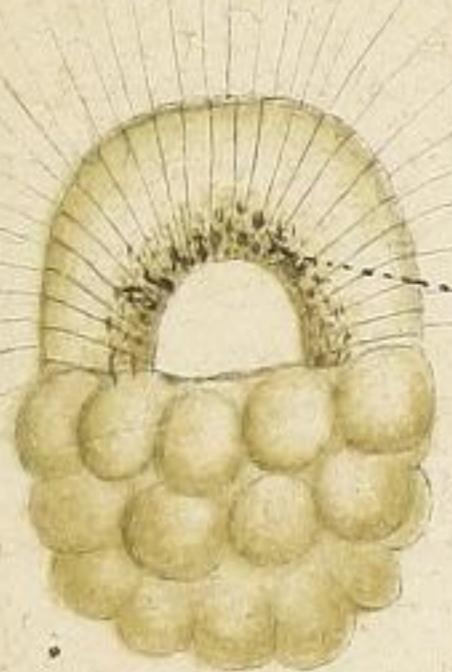


Fig. 6

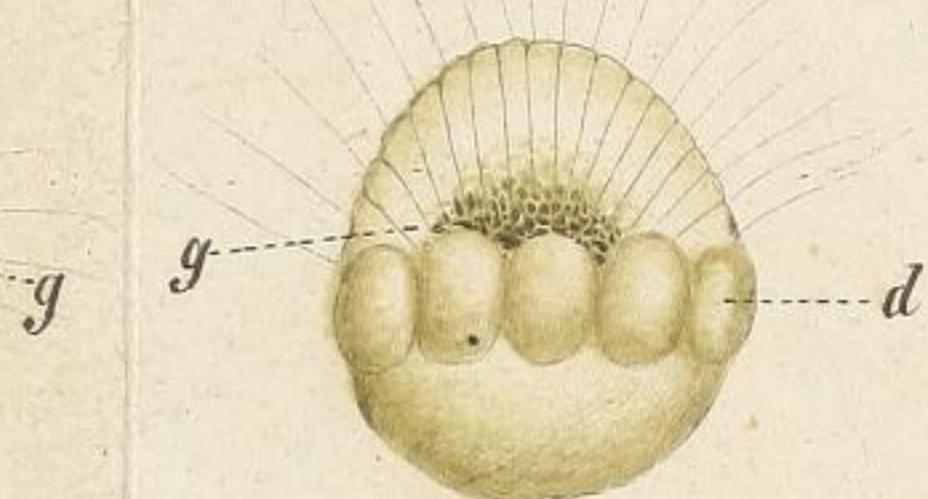


Fig. 10

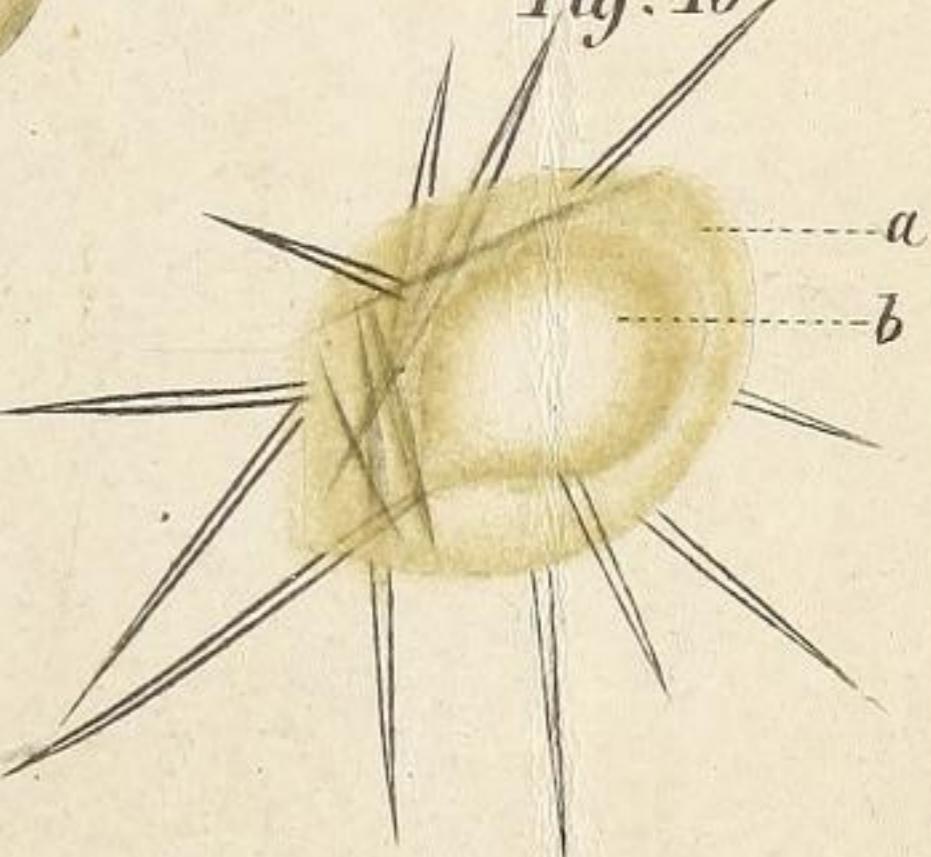


Fig. 7

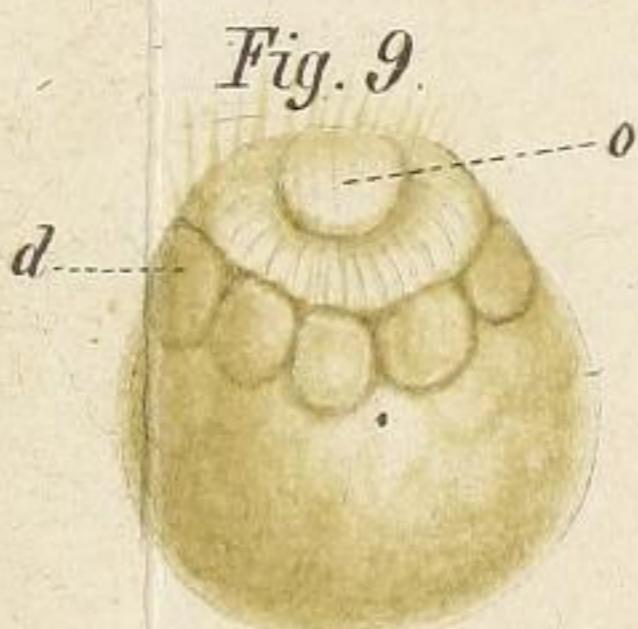
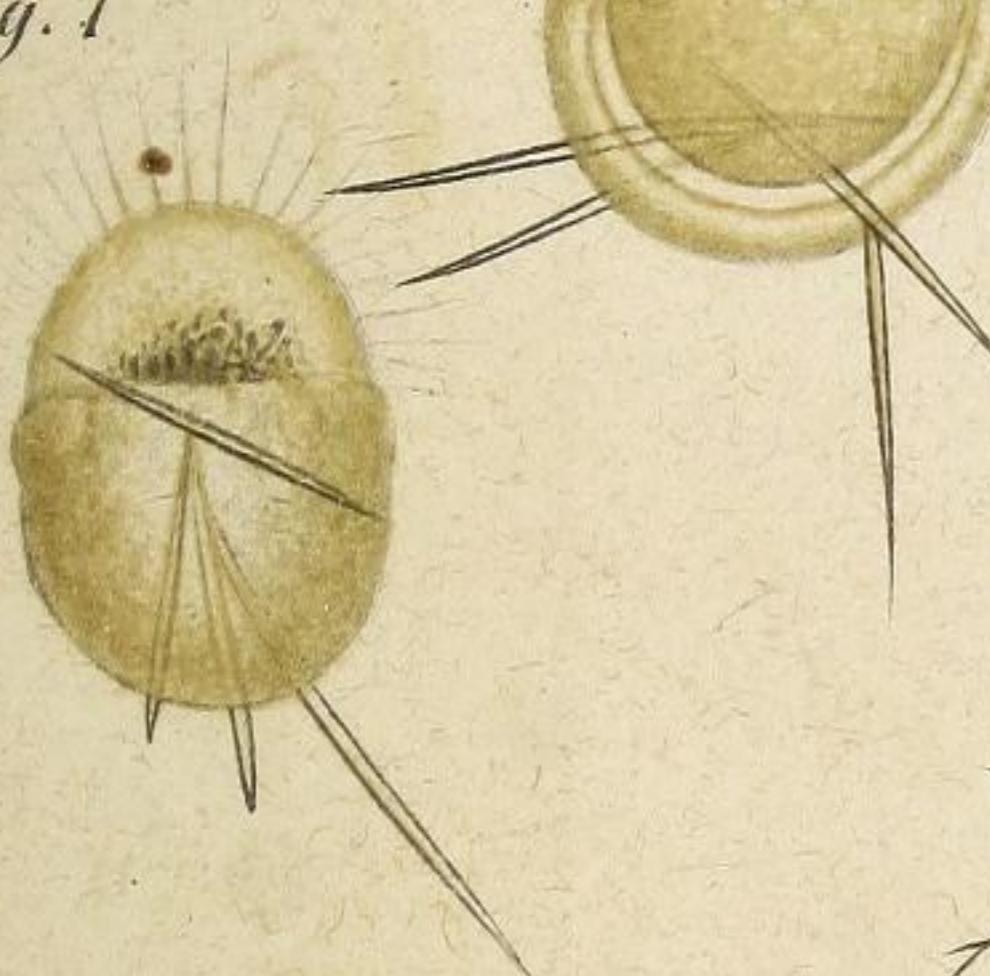


Fig. 9

Fig. 11

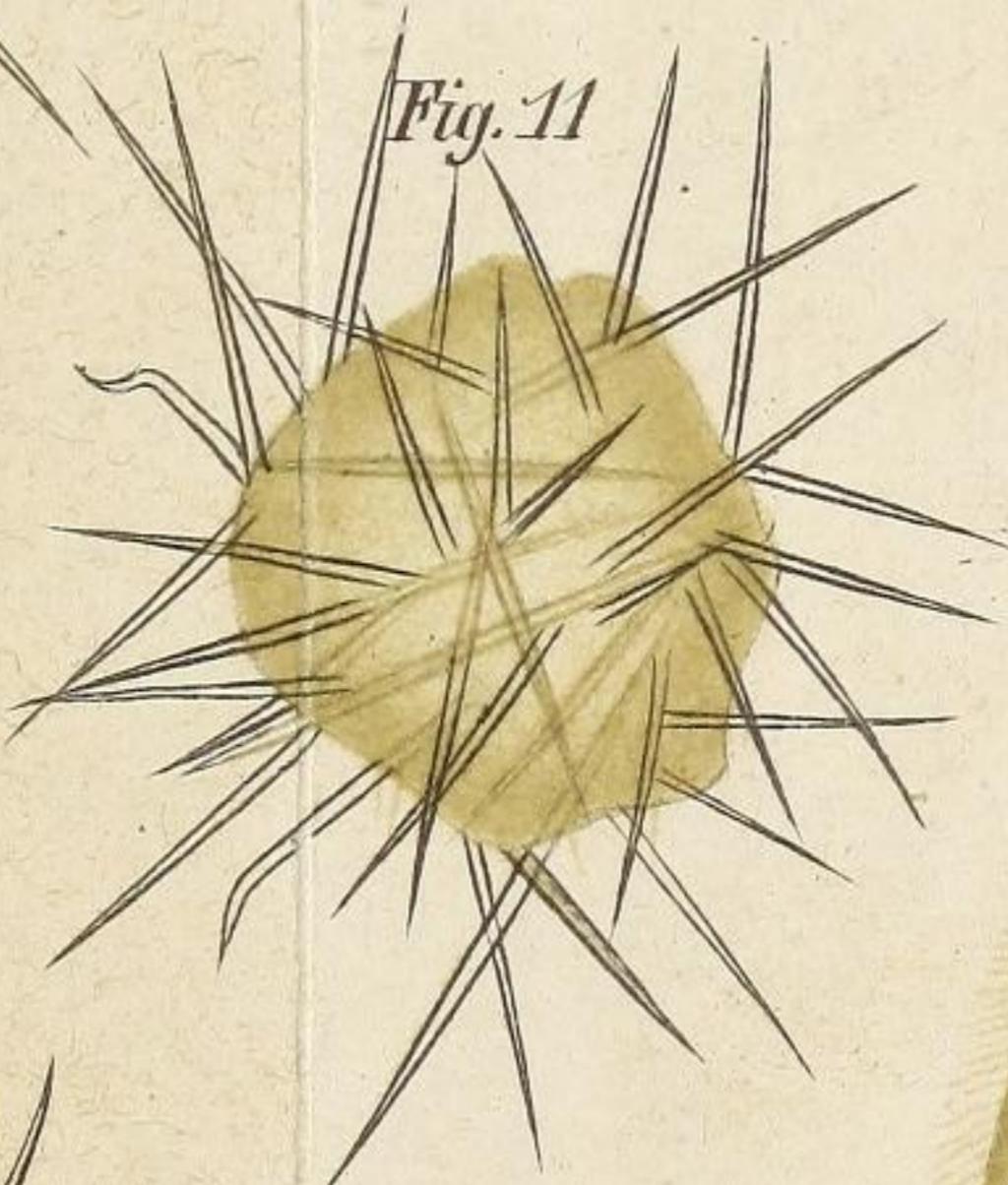


Fig. 12

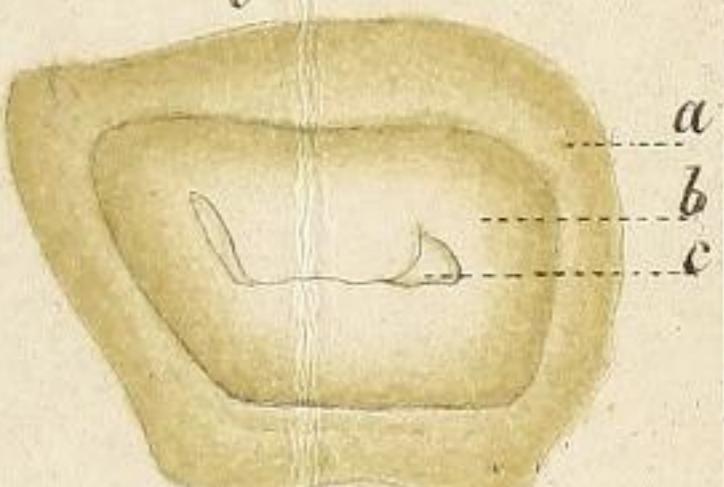


Fig. 13

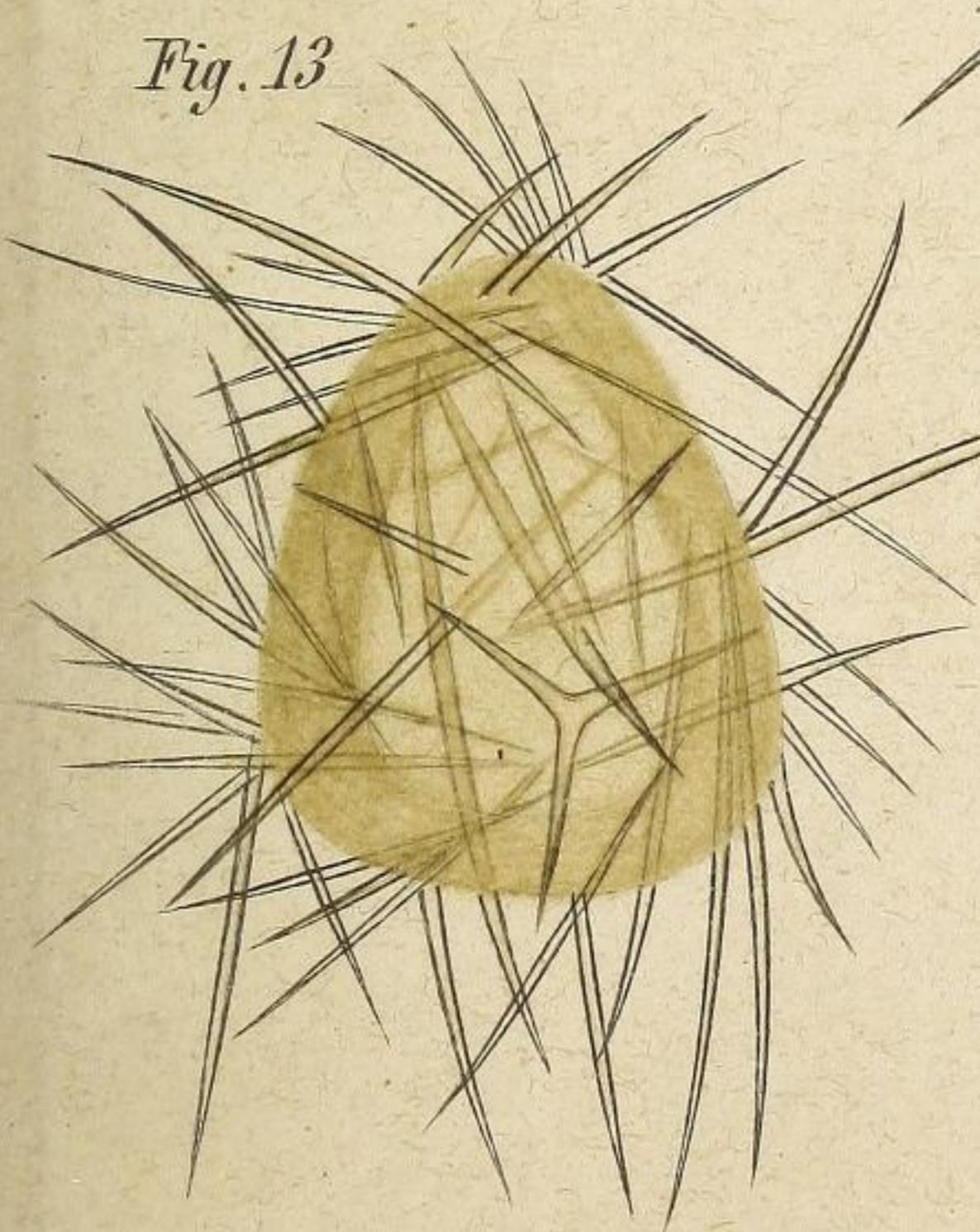
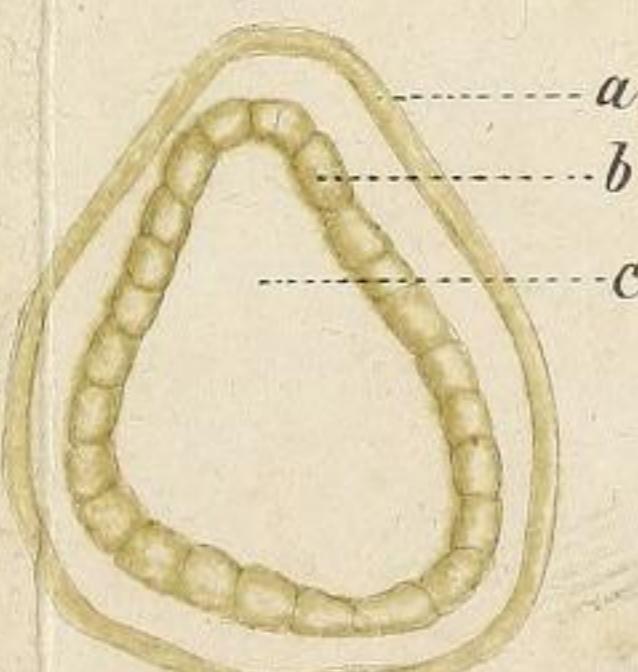


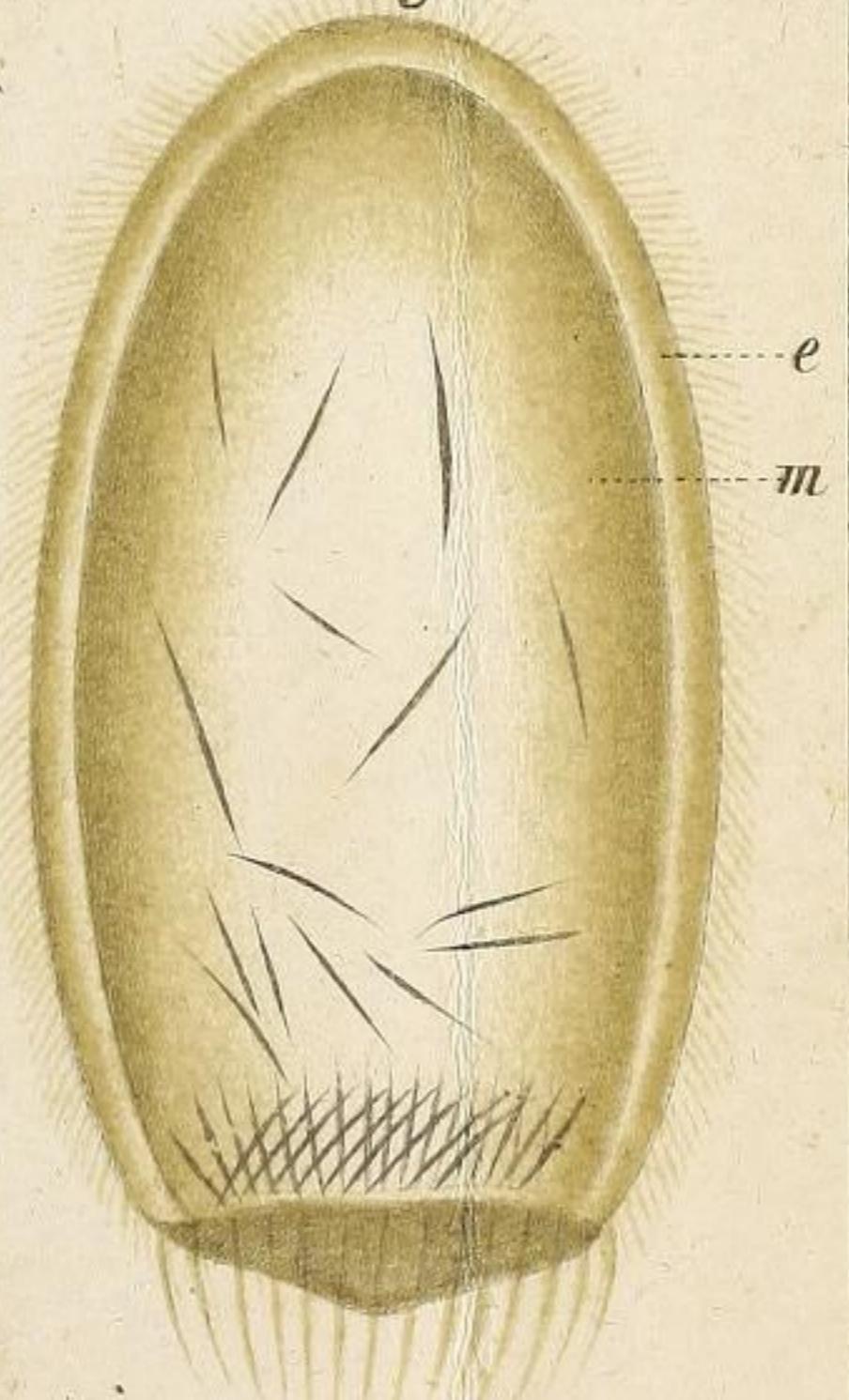
Fig. 14



a

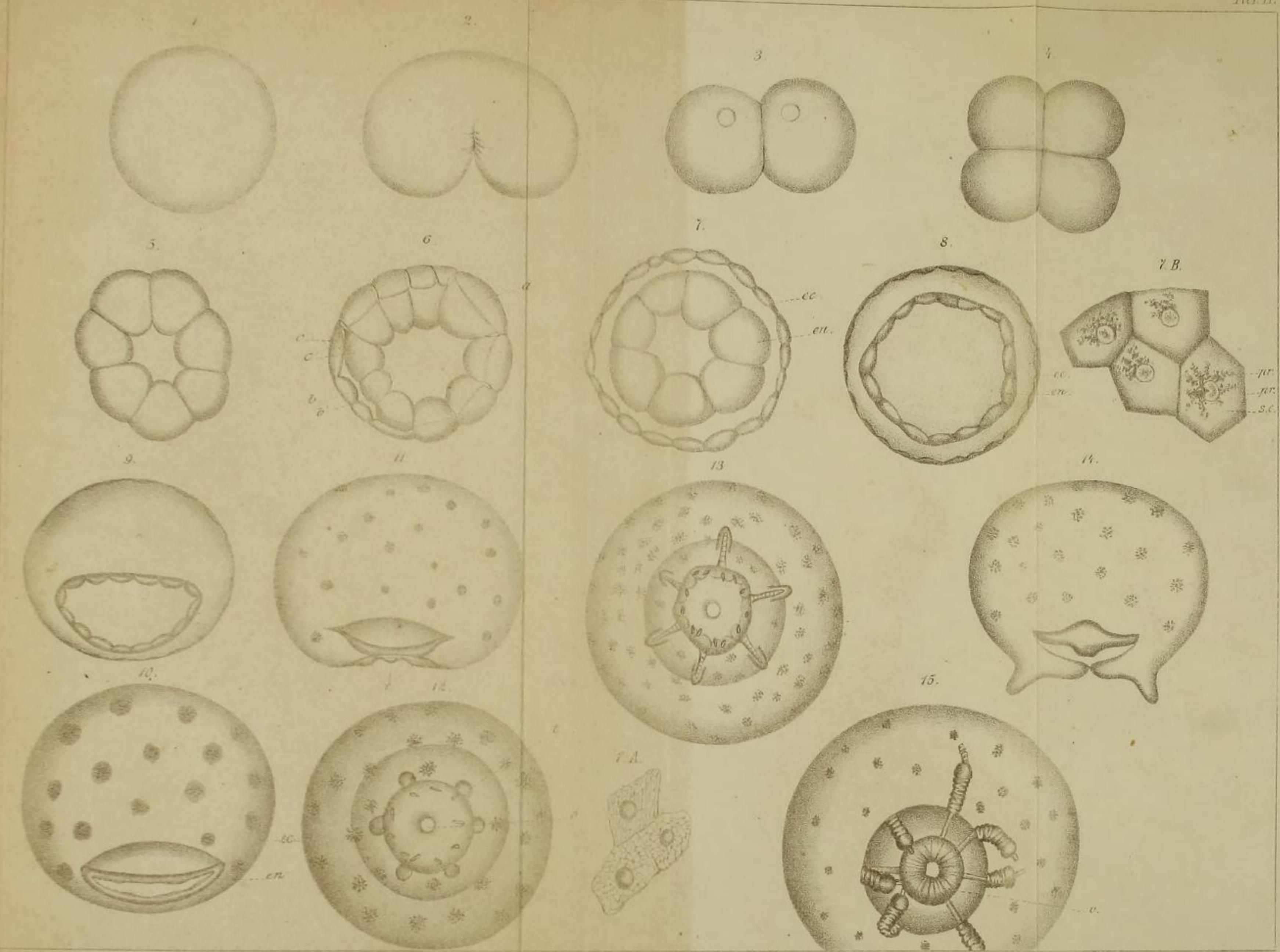
b

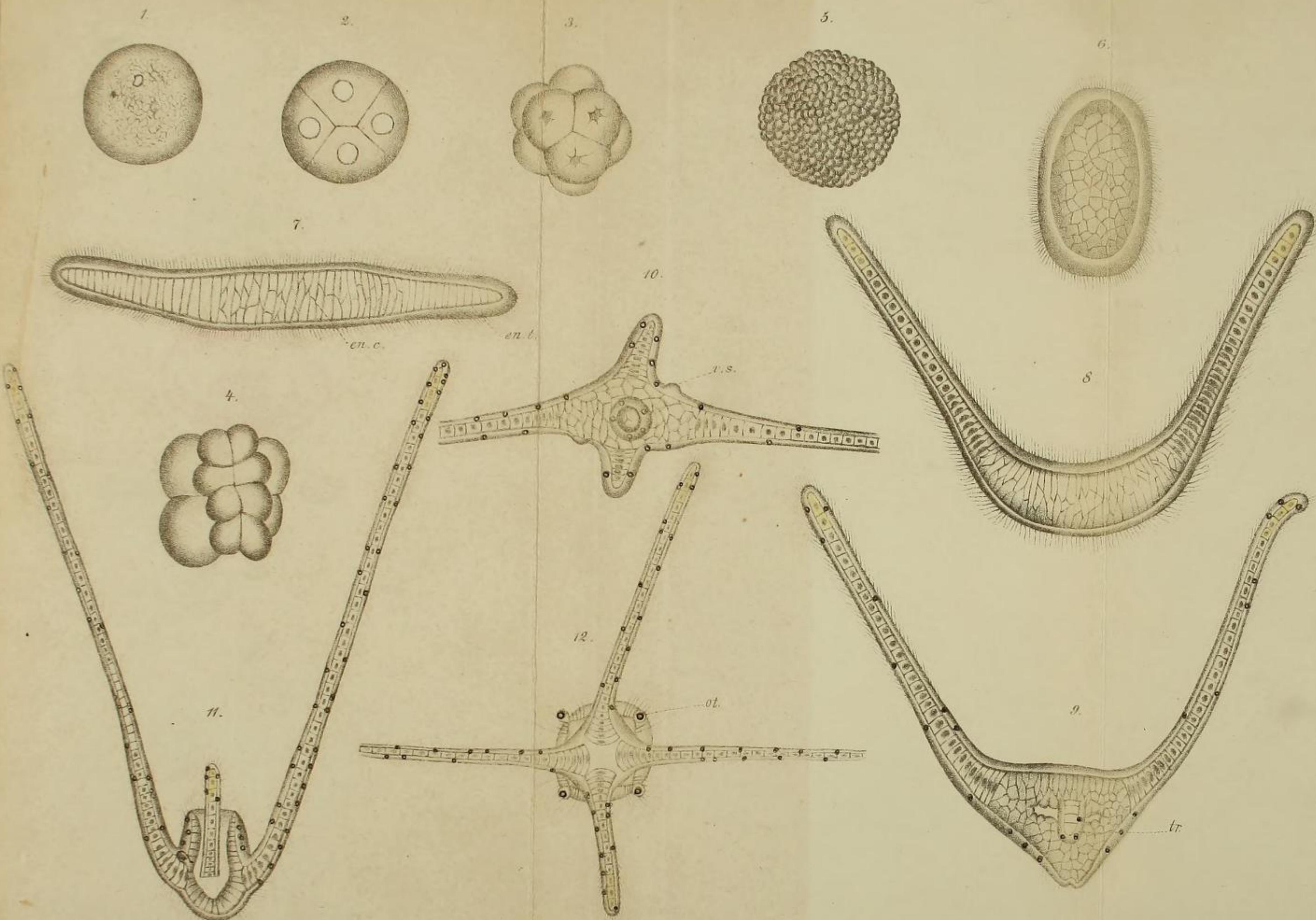
c

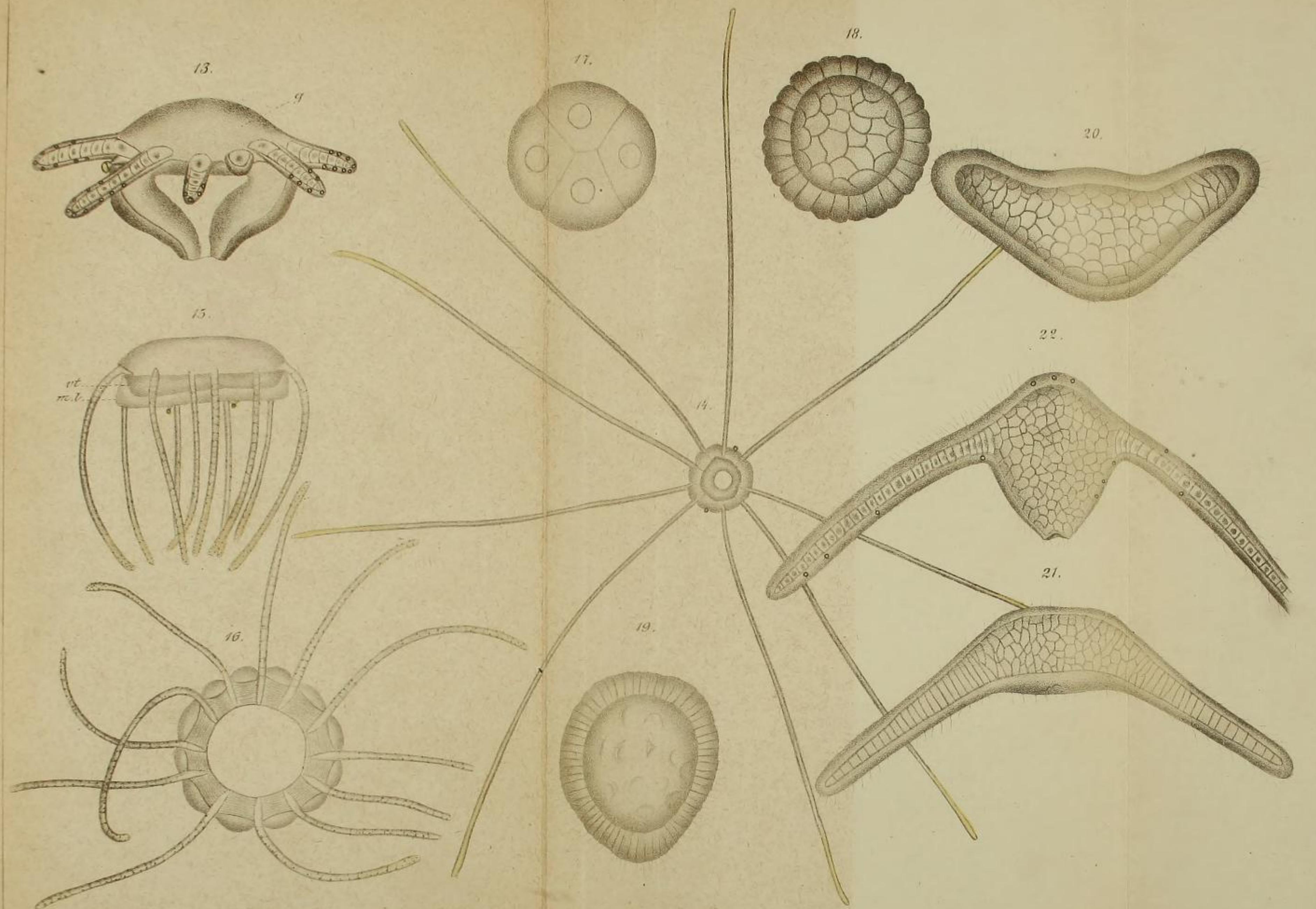


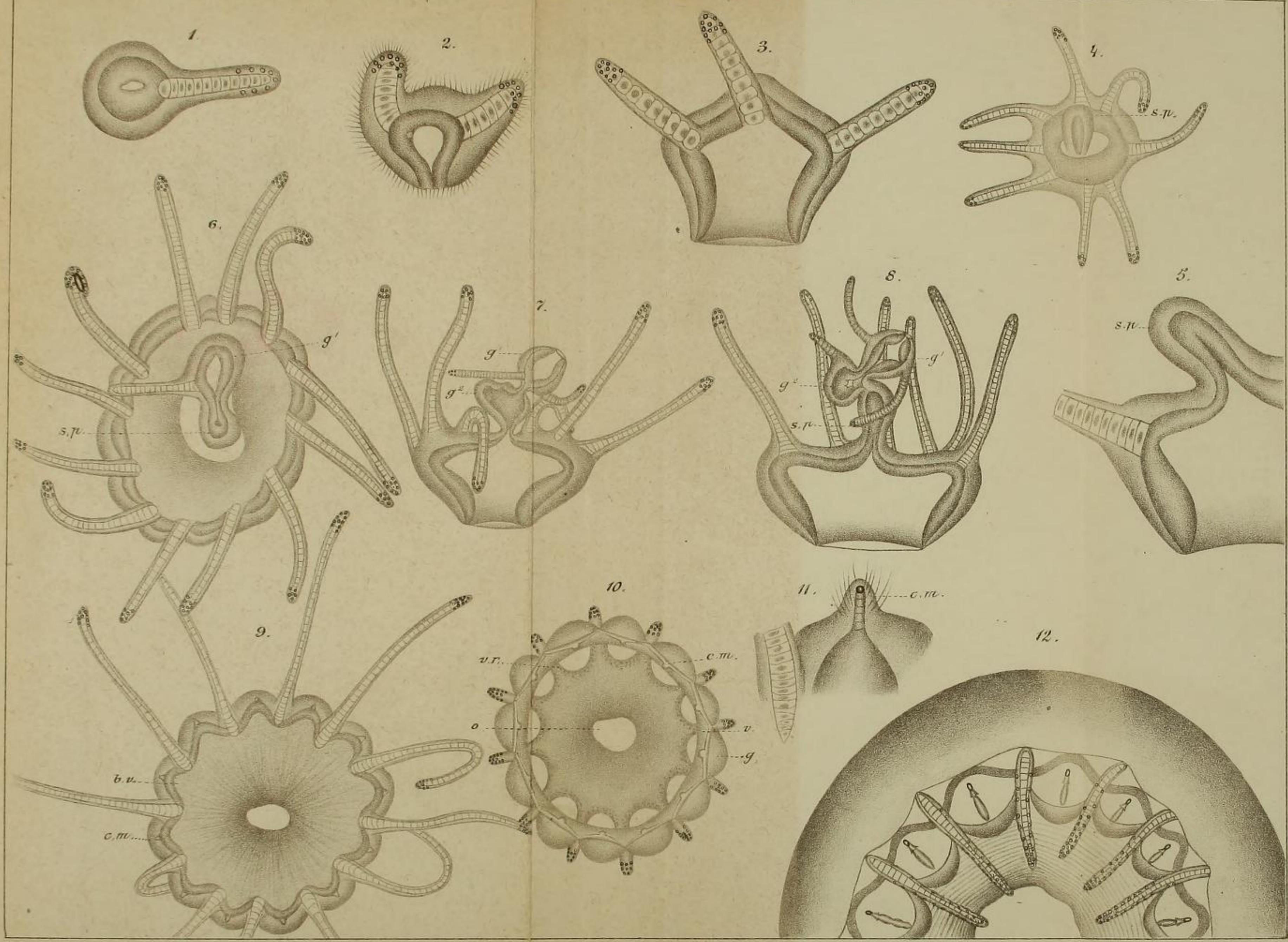
e

m

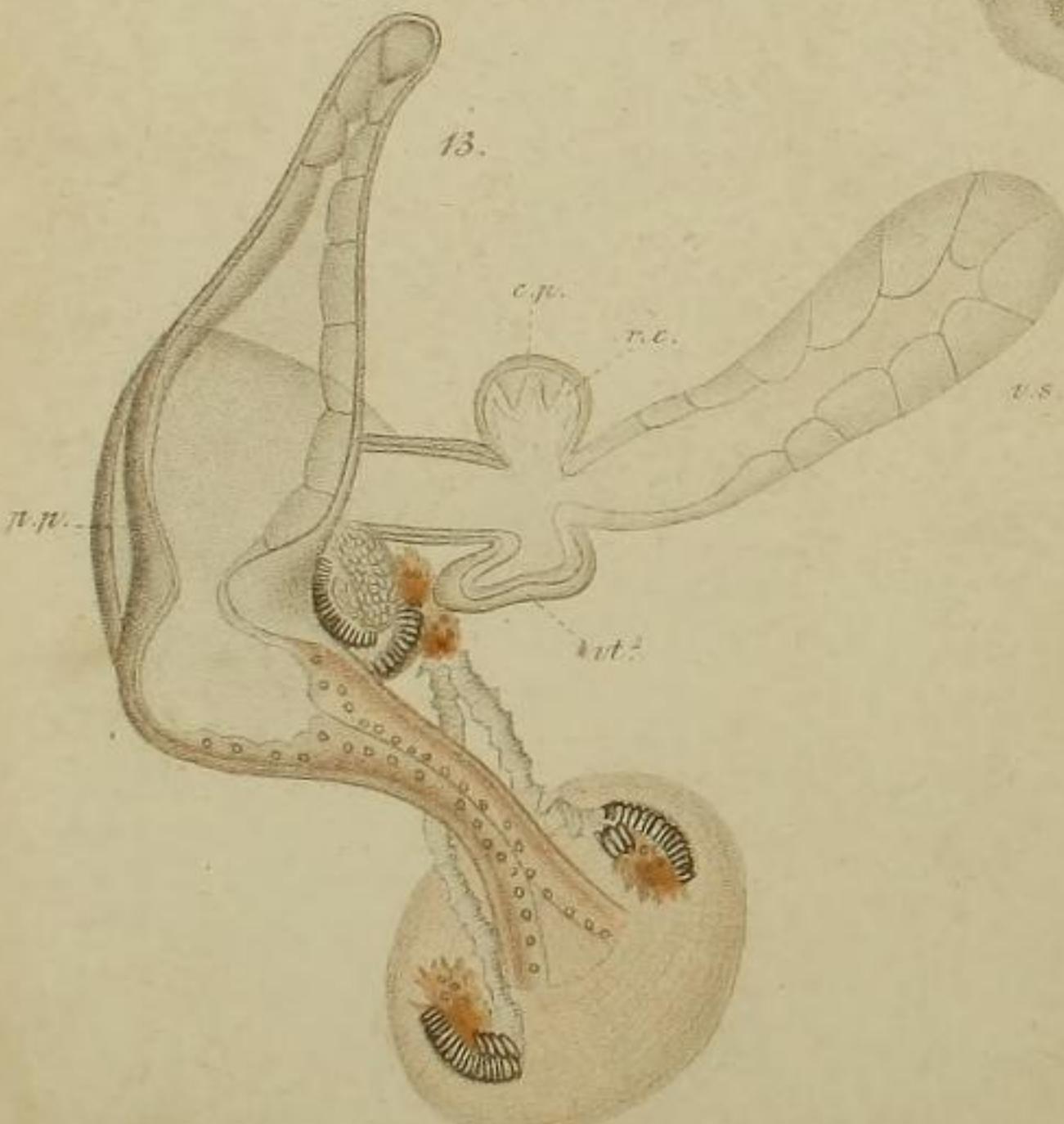
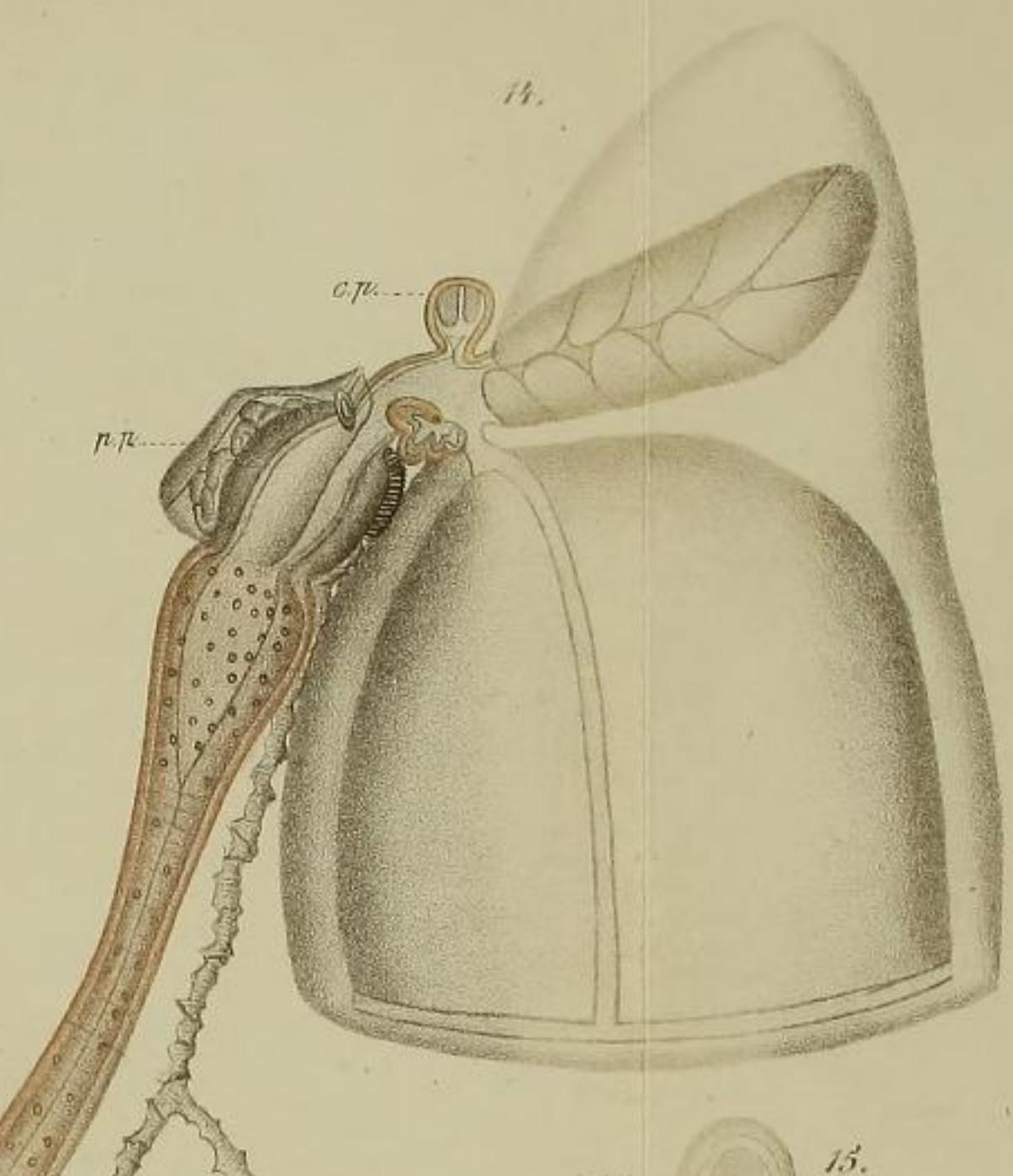
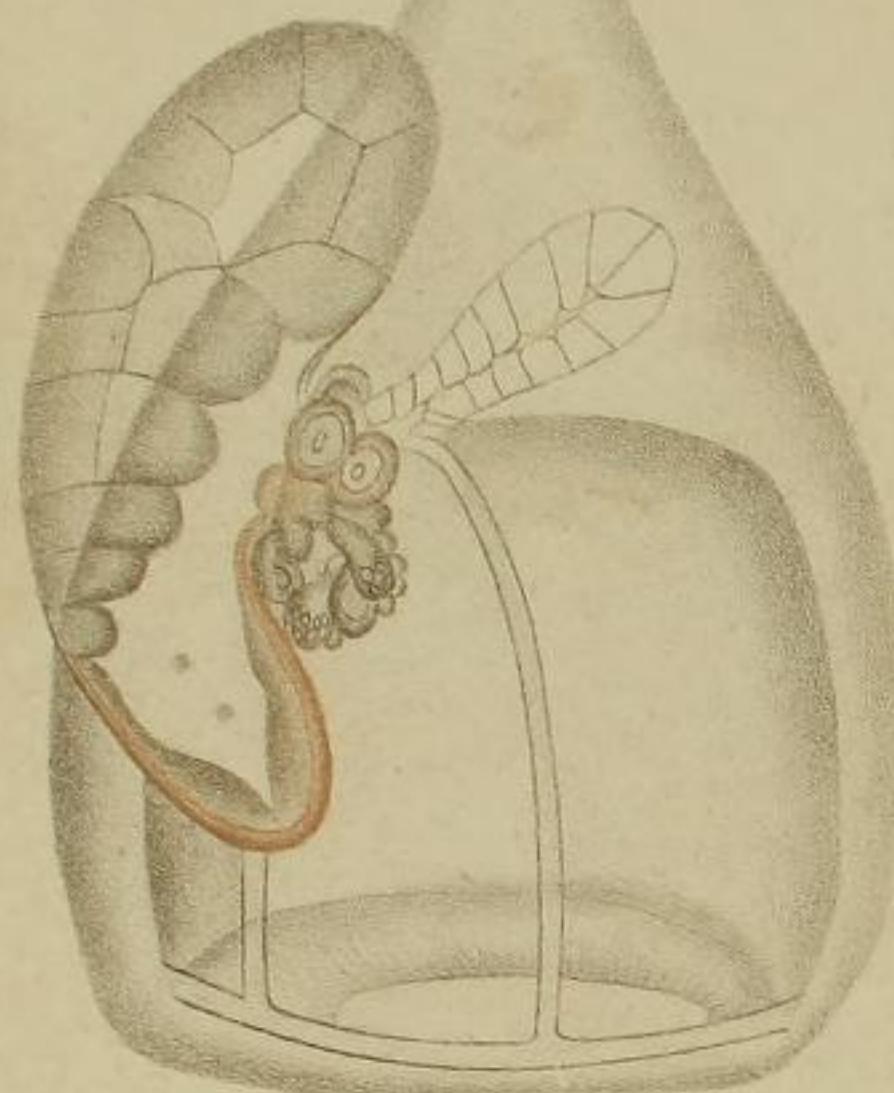


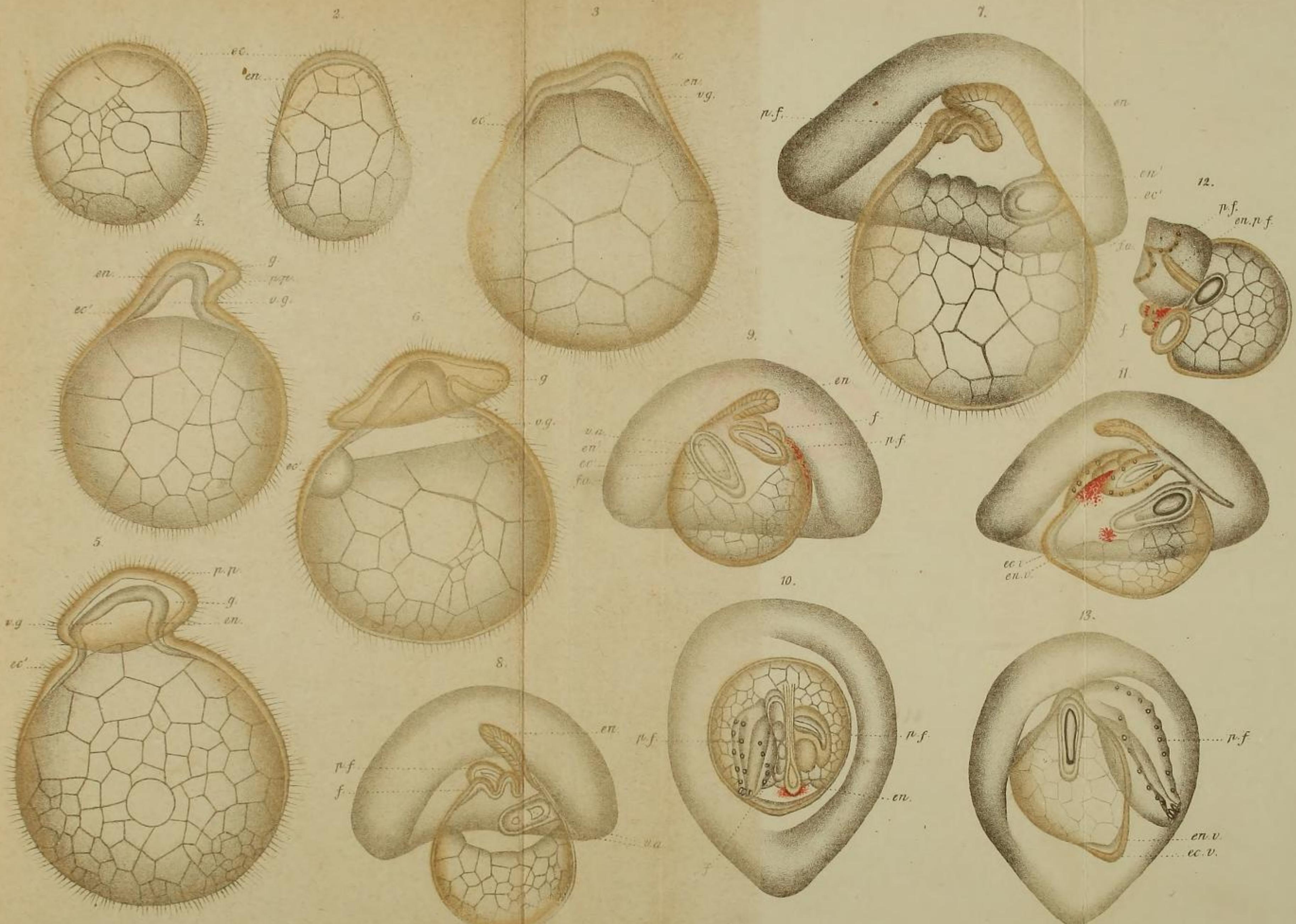












5 day file M  
2 day file Foulke  
- 101 (at 100) 100  
Fig. 1

