

NATUURKUNDIGE VERHANDELINGEN.





Digitized by the Internet Archive
in 2016

<https://archive.org/details/b22288995>

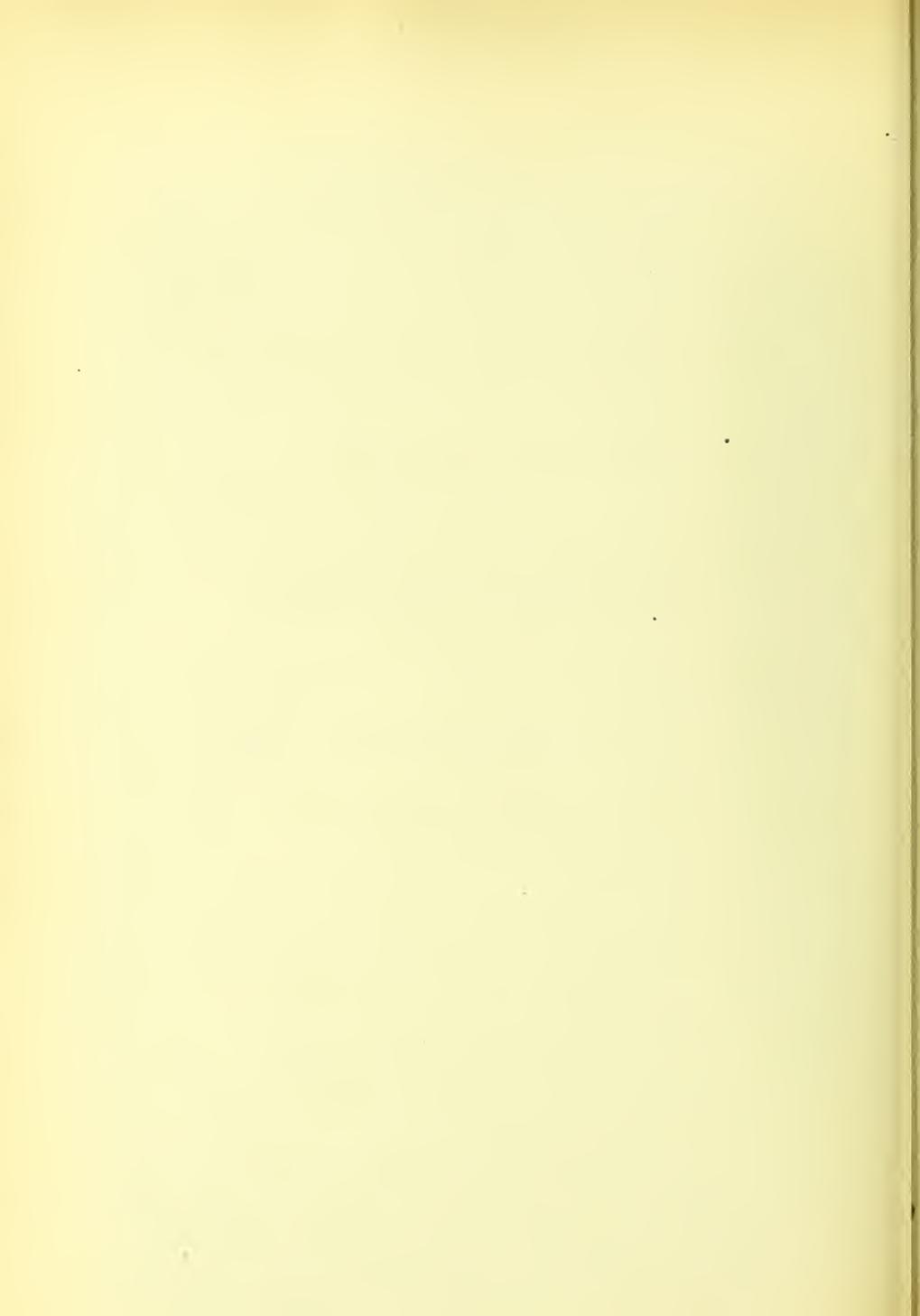
4

Z U R

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

SIPHONOPHOREN.



Z U R

ENTWICKELUNGSGESCHICHTE

DER

S I P H O N O P H O R E N,

von

Dr. ERNST HAECKEL.

BEOBSAHTUNGEN ÜBER DIE ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER GENERA
PHYSOPHORA, CRYSTALLODES, ATHORYBIA,
UND REFLEXIONEN ÜBER DIE
ENTWICKELUNGSGESCHICHTE DER SIPHONOPHOREN IM ALLGEMEINEN.

EINE VON DER
UTRECHTER GESELLSCHAFT
FÜR KUNST UND WISSENSCHAFT
GEKRÖNTE PREISSCHRIFT.

MIT VIERZEHN TAFELN.

UTRECHT,
VERLAG VON C. VAN DER POST Jr.
1869.

»Alle Erscheinungen, welche die individuelle Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren begleiten, erklären sich lediglich aus der palaeontologischen Entwicklung ihrer Vorfahren.“

V O R W O R T.

Die Beobachtungen, welche den nachstehenden Beiträgen „Zur Entwicklungsgeschichte der Siphonophoren“ zu Grunde liegen, wurden von mir während eines dreimonatlichen Aufenthaltes in Puerto del Arrecife, der Hafenstadt der canarischen Insel Lanzarote ange stellt, im December 1866 und im Januar und Februar 1867. Die Arbeit wurde in derselben Form, in welcher sie hier gedruckt vor liegt, anonym unter dem vorstehenden Motto im November 1867 an die Gesellschaft für Künste und Wissenschaften zu Utrecht eingesendet, welche derselben in ihrer General-Versammlung am 30. Juni 1868 eine goldene Preis-Medaille zuerkannte. Damit sich die Arbeit um den ausgesetzten Preis bewerben konnte, musste sie anonym eingesendet werden, und ich war daher genöthigt, an denjenigen Stellen, an denen ich mich auf meine früheren Arbeiten bezog (im II. und X. Abschnitt), von mir selbst objectiv in dritter

Person zu sprechen. Mein hochverehrter College, Herr Professor P. Harting in Utrecht, hatte die grosse Güte, den Druck des Textes und die lithographische Ausführung der von mir gezeichneten Tafeln auf das Sorgfältigste zu überwachen, wofür ich demselben hierdurch meinen besonderen Dank auszusprechen nicht unterlassen kann.

JENA, am 24. Juni. 1869.

ERNST HEINRICH HAECKEL.

I. Historische Einleitung.

Die an der Oberfläche des Meeres schwimmenden Hydromedusen-Stöcke, welche zuerst Eschscholtz in seinem „System der Acalephen (1829)“ unter dem Namen der „Siphonophoren“ zusammenfasste, sind uns erst seit den letzten zwei Decennien genauer bekannt geworden. Die genauen Untersuchungen von Sars, Leuckart, Vogt, Kölliker, Gegenbaur, Huxley, Claus, Keferstein und Ehlers, Alexander Agassiz und einigen Anderen haben uns mit der merkwürdigen Organisation dieser prachtvollen Coelenteraten rasch vertraut gemacht, und die Gruppe der Siphonophoren, früher eine der dunkelsten und räthselhaftesten des Thierreichs, in kurzer Zeit zu einer der interessantesten und lehrreichsten erhoben.

Doch ist es fast ausschliesslich die *Anatomie*, die Wissenschaft vom Bau der entwickelten Formen der Siphonophoren, welche durch diese ausführlichen Untersuchungen gefördert wurden ist. Dagegen haben uns dieselben über die *Entwickelungsgeschichte*, über die Wissenschaft von der Entstehung dieser so complicirten Hydromedusen-Formen, nur sehr wenige und fragmentarische Aufschlüsse geliefert. Es musste diese empfindliche Lücke in unserer Erkenntniß um so mehr bedauert werden, als einerseits der merkwürdige Polymorphismus der Siphonophoren, andererseits die sehr bedeutende Verschiedenheit in der Organisation der wenigen, diese Thiergruppe zusam-

mensetzenden Genera, schon a priori auf interessante und ausserordentliche Entwickelungs-Verhältnisse schliessen liess 1).

Mit einziger Ausnahme der sogleich näher zu erwähnenden Untersuchungen von Gegenbaur beziehen sich sämmtliche Mittheilungen, welche uns die oben genannten Zoologen über die individuelle Entwickelung der Siphonophoren gemacht haben, lediglich auf einzelne Jugendzustände, welche frei schwimmend an der Oberfläche des Meeres, gleich den erwachsenen und ausgebildeten Siphonophoren, angetroffen wurden. Bei manchen dieser jugendlichen Formen musste es, aus Mangel an charakteristischen Form-eigenthümlichkeiten, ungewiss bleiben, zu welchem von den bekannten Siphonophoren-Genera dieselben zu stellen seien, so namentlich bei der im Mittelmeer häufig vorkommenden Physophoriden-Larve, welche von Gegen-

1) Da wir in diesen Beiträgen zur Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren die Anatomie dieser Thiere als bekannt voraussetzen müssen, wollen wir hier ein Verzeichniß der wichtigsten dieselbe behandelnden Schriften, welche wir auch öfter citiren werden, in chronologischer Reihenfolge beifügen:

1. Sars, Von einigen an der norwegischen Küste beobachteten Röhrenquallen (*Agal-mopsis, Diphyes*). 1846. (Fauna littoralis Norvegiae, I, p. 31, Taf. 5—7.)
2. Leuckart, Die Siphonophoren. 1853. (Zoologische Untersuchungen, I. Heft.)
3. Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntniß der Schwimmtpolypen (Siphonophoren). 1853. (Zeitschr. für wiss. Zool. V, p. 103, 285, Taf. XVI—XVII.)
4. Kölliker, Die Schwimmtpolypen oder Siphonophoren von Messina. 1853.
5. Vogt, Les Siphonophores de la mer de Nice. (Recherches sur les animaux inférieurs de la Méditerranée, I Mémoire. 1854.)
6. Leuckart, Zur näheren Kenntniß der Siphonophoren von Nizza. 1854. (Archiv für Naturgesch. XX, 1, p. 249, Taf. XI—XIII.)
7. Gegenbaur, Neue Beiträge zur näheren Kenntniß der Siphonophoren. 1859. (Nova acta Leop. Carol. XXVII, Taf. 26—32.)
8. Huxley, The Oceanic Hydrozoa. 1858. Ray Society.
9. Claus, Ueber Physophora hydrostatica. 1860. (Zeitschr. für wiss. Zool. X, p. 295, Taf. XXV—XXVII.)
10. Keferstein und Ehlers, Beobachtungen über die Siphonophoren von Neapel und Messina. 1861. (Zoologische Beiträge.)
11. Claus, Neue Beobachtungen über die Structur und Entwicklung der Siphonophoren. 1863. (Zeitschr. für wiss. Zool. XII, p. 536, Taf. XLVI—XLVIII.)
12. Alexander Agassiz, North-American Acalephae. 1865. (Illustrated Catalogue of the Museum etc., p. 200, Fig. 331—350. *Naoomia cava.*)

baur, Vogt, Keferstein und Ehlers, Claus und Anderen beobachtet wurde. Es gleicht diese Larve durch ihren Habitus, und namentlich durch den kurzen gedrungenen Zapfen von Deckstücken, so sehr der Gattung *Athorybia*, dass man sie für einen Jugendzustand derselben halten könnte. Die Form ihrer Nesselknöpfe aber macht es wahrscheinlicher, dass sie zu einem *Agalma* oder einem verwandten Genus gehört, und dass jene Krone von Deckstücken einen Larven-Apparat darstellt, welcher bei der Metamorphose verloren geht. Schon diese Larvenform gestattete die Annahme, dass die Entwicklung wenigstens mancher Siphonophoren mit einer wirklichen Metamorphose, mit der Production provisorischer Larvenorgane, die später verloren gehen, verbunden sei. Diese Metamorphose ist in der That bei mehreren Gattungen, wie die nachfolgenden Untersuchungen zeigen werden, vorhanden, und von grösserer Bedeutung, als sich erwarten liess.

Bei einer Anzahl von anderen Jugendzuständen, die von mehreren der oben genannten Naturforscher beobachtet wurden, liess sich das zugehörige Genus mit Sicherheit bestimmen. Die ältesten derartigen Beobachtungen dürften die Jugendformen der *Velella* betreffen, welche Eschscholtz (1829) als ein besonderes neues Siphonophoren-Genus unter dem Namen „*Rataria*“ beschrieb. Es werden diese Ratarien oft in grosser Menge schwimmend angetroffen. Der Körper besteht aus einer kreisrunden horizontalen Scheibe, auf welcher sich vertikal ein schmaler hoher Kamme erhebt, jedoch ohne das knorpelähnliche Skelet, welches sich in dem Kamme der erwachsenen Velellen vorfindet. Von der unteren Fläche der Scheibe hängt in der Mitte ein Polyp (Saugrohr oder Magen der älteren Autoren, „*Polypites*“ von Huxley) herab. Der Rand der Scheibe ist mit einem Tentakelkranz gesäumt. Die zahlreichen kleineren Polypiten oder Saugröhren, welche bei der erwachsenen *Velella* an der unteren Scheibenfläche zwischen dem centralen Polypiten und den Randtentakeln sitzen, fehlen der *Rataria* noch völlig. Diese Knospen erst später hervor, während sich in der Scheibe und ihrem Kamme das knorpelähnliche Skelet mit seinen lufthaltigen Canälen entwickelt. Die jüngsten Formen der *Rataria* haben grosse Ähnlichkeit mit gewissen Schirmquallen, namentlich Trachymedusen.

Jugendformen des eigenthümlichen Genus *Physalia* sind bisher, trotzdem diese Siphonophore länger und häufiger, als alle anderen, die Aufmerksam-

keit auf sich zog, erst ein einziges Mal beobachtet worden, und zwar von Huxley (1847), welcher dieselben in seinem grossen Werke ("The oceanic Hydrozoa") beschreibt und abbildet (p. 96, p. 102; Pl. X, Fig. 1—10). Die jüngsten Physalien, welche Huxley fand, hatten einen Durchmesser von 3—10^{mm} ($\frac{1}{4}$ — $\frac{3}{8}$ Zoll). Sie bestanden bloss aus einem einzigen Polypiten, dessen Mundöffnung in eine geräumige, mit Zotten besetzte Magenhöhle führt und aus dessen Magenwand, etwa in der Mitte der Länge, ein kurzer Fangfaden hervortritt. Das der Mundöffnung entgegengesetzte, aborale oder proximale (obere) Ende des Polypiten ist aufgetrieben durch eine runde, luftfüllte Schwimmblase ("Pneumatocyst"), deren Länge ungefähr ein Drittel von der des Polypiten beträgt. Etwas ältere und grössere Physalien zeigten bereits mehrere Polypiten, welche in einer Reihe hinter einander an der ventralen (unteren) Seite des primären Polypiten hervorgeprossen waren.

Die Jugendzustände von Siphonophoren, welche Gegenbaur frei schwimmend im Meere fing, gehörten der Familie der *Physophoridae* an (Beiträge zur näheren Kenntniß etc., p. 53; Taf. XVII, Fig. 7—11). "Die jüngsten Individuen maassen 0,15" Länge und bestanden aus einer einfachen hohen Leibesachse (Stamm), an deren einem Ende die verhältnismässig sehr entwickelte Luftblase sich befand, während von dem anderen ein völlig ausgebildeter Polyp, mit verschiedenen Fangfadensprossen umgeben, seinen Ursprung nahm. Am Stämme zwischen Polyp und Luftblase sah man einzelne warzenartige Vorsprünge, die Knospen der übrigen Polypenleiber und ihrer Organe, sowie des Locomotions-Apparates. Dem einzigen Polypenleibe scheint für längere Zeit die Ernährung der sich bildenden Colonie übertragen zu sein, und erst später, wenn der Stamm schon mehrere (6—7) Linien Länge besitzt, beginnt die Entwicklung der übrigen Polypen. Die zur Untersuchung gekommenen Gattungen waren *Physophora* (Taf. XVII, Fig. 7), *Agalmopsis* (Taf. XVII, Fig. 8) und *Forskalia*. Bei allen beginnt die Sprossenbildung einseitig, und erst durch Spiraldrehungen des Stammes treten die an ihm in einer herablaufenden Reihe hervorgesprossen Theile in eine zweizeilige Anordnung, wie die Schwimmstücke bei *Physophora* und *Agalmopsis*, oder sie werden in einer deutlichen Spirale angelehnt, wie die

Schwimmstücke der *Forskalia*, die Einzelthiere derselben und jene der *Agalmopsis*. Bei *Physophora* bilden sich gleichzeitig mit dem ersten Polypen noch vier der grossen Tentakel (Taster). Die Sprossenreihe der Schwimmstücke erscheint immer vor jener der Einzelthiere (Polypen) und zwar so, dass erstere schon vollkommene Medusen-Form haben, ja die ältesten sogar schon locomotorisch wirken können, wenn letztere noch als einfache Blinddärmchen sich darstellen.“ Die eigenthümliche unbekannte Siphonophoren-Form, welche Gegenbaur auf Taf. XVII, Fig. 9, 10 abbildet, und auf p. 55 beschreibt, ist, wie wir unten zeigen werden, die Larve von *Physophora*, welche ein kappenförmiges Deckstück besitzt.

Eine ähnliche Jugendform von *Physophora*, wie Gegenbaur auf Taf. XVII, Fig. 7 abbildete, bestehend aus einem Polypiten nebst Luftblase und Fangfaden, umgeben von vier entwickelten Tastern, wurde auch von Carl Vogt beobachtet (Siphonophores de Nice, p. 58, Tab. VI, Fig. 24). Wie bei der ersteren, war auch bei dieser das Deckstück bereits abgeworfen, die Schwimmlockenreihe aber noch nicht entwickelt. Ausserdem beschreibt Vogt mehrere junge Physophoriden, welche er zu *Agalma rubrum* rechnet (l. c. p. 79, Tab. X, Fig. 32—36). Das jüngste von diesen Thieren, dem blossen Auge kaum sichtbar, bestand aus einem einzigen Polypiten, noch ohne Fangfaden und ohne Luftblase, aber von einem einfachen schuppenförmigen Deckstück geschützt, und von Knospen umgeben. Bei älteren Individuen, von Stecknadelknopfgrösse, trug der Polypit eine Luftblase und einen Fangfaden, war aber von einer ganzen Krone von Deckstücken umgeben.

Aehnliche junge Physophoriden, wie die letzt erwähnten, wurden auch von Leuckart beobachtet, werden aber von demselben zu *Agalma punctatum* (*A. Sarsi*) gerechnet (Zoolog. Unters. p. 39, Taf. II, Fig. 23). „Die kleinsten Exemplare (von $1\frac{1}{2}$ — $2''$) bestanden fast ausschliesslich aus einer Luftblase und einem Magensacke, dessen Wurzel unmittelbar unter dem Halse der Luftblase — ein eigentlicher Stamm war noch nicht vorhanden — befestigt war. Der Magensack war über $1''$ lang, völlig ausgebildet und mit einem Fangfaden versehen, der vier vollständige Nesselknöpfe, ohne Endfaden, und an der Wurzel einen Haufen von unentwickelten Anhängen derselben Art trug. Oberhalb des Magensackes sassen vier andere, weit

kürzere und schlankere, sonst aber ähnliche Anhänge, die als unvollständig ausgebildete Taster zu betrachten sein möchten. Unterhalb der Luftblase kamen eben die Schwimmglocken hervor. Der ganze Körper war von einem Flimmerkleide überzogen, und bewegte sich theils durch dieses, theils durch die peitschenförmigen Schwingungen des Magens und der Taster langsam im Wasser vorwärts." Leuckart schliesst hieraus und aus anderen Beobachtungen, dass die Embryonen der Siphonophoren, die anfangs wahrscheinlich nach Art der Infusorien durch ein Flimmerkleid umherschwimmen, sich in einen sogenannten Magensack umformen, dessen blindes Ende durch fortgesetzte Knospenbildung die übrigen Anhänge entwickelt und sich dabei allmählich in den späteren Centralstamm auszieht.

Auch Kölliker beobachtete eine den eben beschriebenen ähnliche, junge Physophoride, welche derselbe für die Larve von *Forskalia* hält (Schwimmpolypen von Messina, p. 74, Taf. II, Fig. 11). Dieselbe bestand ebenfalls aus einem einzigen wohlentwickelten Polypen, dessen oberes Ende eine Schwimmblase mit zwei Lufttropfen umschloss. Ausserdem sassen an der Seitenwand des Polypiten noch eine grosse Anzahl von seitlichen hohlen Anhängen, von denen die oberen wahrscheinlich die Anlagen der Schwimmglocken, die unteren dagegen die Knospen von anderen Polypen, von Fangfäden, Tastern u. s. w. waren. Kölliker schliesst daraus, dass die Siphonophoren bei ihrer Entwicklung aus dem Ei keine erheblichen Metamorphosen erleiden, und dass der bewimperte Embryo am einem Ende zur Schwimmblase, am anderen zum Einzelthier (Polypiten) sich umformt, während die Mitte zum Stamme wird.

In seinen "neuen Beobachtungen über Structur und Entwicklung der Siphonophoren (1863)" beschreibt auch Claus dieselben Physophoriden-Larven, welche schon von den vorher erwähnten Autoren beobachtet und als Jugendzustände von *Agalma* angesehen worden waren (Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. XII, p. 536, Taf. XLVIII). Ausserdem sah derselbe auch einmal eine Jugendform aus der Familie der Diphyiden, sehr ähnlich dem ältesten von Gegenbaur beschriebenen Entwicklungsstadium, jedoch einige Tage älter, indem nicht nur die Schwimmglocke eine bedeutendere Grösse

besass, sondern auch der Rest des Larvenleibes mit zahlreichen knospähnlichen Aufreibungen bedeckt war (Taf. XLVII, Fig. 28). Claus hebt hervor, dass die jugendlichen Physophoriden, welche durch den Besitz einer eigenthümlichen, später verloren gehenden Krone von Deckstücken, und durch kleine wenig entwickelte Nesselknöpfe sich von den erwachsenen unterscheiden, als Larvenzustände aufgefasst werden müssen. Die Gattung *Athorybia* mit ihrer mächtig entwickelten Deckschuppenkrone, welche das Auftreten einer Schwimmsäule verhindert, ist demnach als eine unvollkommener entwickelte Siphonophoren-Form aufzufassen, welche auf jenem Larvenstadium der *Agalma* etc. persistirt.

Die jüngsten Mittheilungen über Siphonophoren-Entwickelung röhren von Alexander Agassiz her, und beziehen sich auf eine Agalmide, *Nanomia cara*, welche den Gattungen *Halistemma* und *Agalmopsis* sehr nahe steht und wohl kaum generisch von *Halistemma* verschieden ist (North American Acalephae, p. 200, Fig. 331—350). Die Schwimmblase soll hier nicht eine Luftblase, sondern einen Oeltropfen einschliessen. Die einzelnen, massenweis an der Oberfläche der See schwimmenden Polypen, welche die Grundlage des Stammes bilden, sollen hier nicht allein aus den Eiern entstehen, sondern auch aus Knospen, welche sich von dem Stamm ablösen. An dem ganz einfachen, freien, primitiven Polypiten, dessen oberes Ende den hydrostatischen Oeltropfen umschliesst, sprossen eine Menge Knospen hervor, ummittelbar unter der Schwimmblase, über dem eigentlichen Magenraum. Die obersten dieser Knospen werden zu Schwimmglocken, die tiefer stehenden zu Deckstücken, Tastern, secundären Polypen und Fangfäden.

Wir haben nun schliesslich noch die sehr wichtigen Beobachtungen herzuheben, welche Gegenbaur über die Entwicklung der Siphonophoren im Frühling 1853 in Messina anstellte. Alle vorher erwähnten Beobachtungen bezogen sich auf Jugendzustände, welche frei schwimmend im Meere gefunden wurden. Gegenbaur, dessen Arbeiten auf so vielen Gebietstheilen der Zoologie bahnbrechend und fördernd waren, war der erste, und bisher der einzige, welchem es gelang, die künstliche Befruchtung der Siphonophoren-Eier einzuleiten und die ersten Entwicklungsvorgänge an

dem befruchteten Ei zu verfolgen. (Beiträge zur näheren Kenntniß der Siphonophoren, p. 49, Taf. XVI, Fig. 13—21. Vergl. auch Victor Carus, Icones zootom. Tab. III, Fig. 28—33).

Bei der hohen Bedeutung, welche diese Mittheilungen Gegenbaurs besitzen, werden wir das Wichtigste davon hier wörtlich anführen: „Die Befruchtung der Eier erfolgt erst nach dem Austritte der Eier aus der Eikapsel; denn niemals fand ich Samenfäden in letztere eingedrungen, eben ausgetretene Eier dagegen stets von ihnen umschwärmt. Sie sassen dann strahlenartig mit dem Köpfchen an der Peripherie der Eier an, mit dem Fadentheile selbst in zitternder Bewegung. Nun folgt rasch die Theilung des Dotters, die mit dem Auftreten einer ringförmigen Furche um den Aequator des Eies sich einleitet. Dies wiederholt sich dann an jedem Theilungsproducte, bis das ganze Ei aus einer Masse gleichartiger Furchungskugeln besteht, die ihm das bekannte „maulbeerförmige“ Aussehen verleihen. Ein hier besonders genau zu verfolgender Umstand ist die jedesmalige Theilung des Keimbläschens, welche der Theilung des Dotters vorausgeht; in gleicher Weise verhalten sich dann auch die Theilungsproducte des Keimbläschens zu der Bildung neuer Dotterkugeln. So verfolgte ich den Furchungsprocess bei *Agalmopsis*, *Physophora*, *Forskalia*, *Hippopodius* und *Diphyes*, ohne dass bei den einzelnen Gattungen sich wesentliche Verschiedenheiten ergeben. Am dritten Tage hat sich die Oberfläche des gefurchten Dotters mehr geebnet, und überzieht sich mit feinen Wimpern, vermöge welcher die neu entstandene „Larve“, bald Kreise, bald Spiralen beschreibend, langsam im Wasser umherzieht. So wurde es von *Agalmopsis*, *Physophora* und *Diphyes* geschen. Die einzelnen Zellen, welche die schwimmende Larve zusammensetzen, sind unverhältnismässig gross (0,03—0,04") und alle vollkommen durchsichtig. Die Grösse und Form der Larve in diesem Stadium stimmt mit jener der Eier überein, und verharrt so mehrere Tage lang, bis etwa gegen den sechsten Tag eine Veränderung eintritt. Es besteht diese darin, dass an einer Stelle der Oberfläche eine vermehrte Bildung kleiner Zellen auftritt, wodurch einerseits eine Verdickung, andererseits eine Verdunkelung dieser Stelle hervorgebracht wird. Noch auffallender wird diese Veränderung durch eine Ablagerung bräunlichen Pigmentes in eben jene Verdickungsschichte.“ So bei *Physophora* und *Diphyes*.

Während nun die Larven von *Physophora*, welche Gegenbaur bis zu diesem Stadium verfolgt hatte, abstarben, glückte es ihm, die Larven von *Diphyes (D. Sieboldii)* weiter zu erhalten. Am sechsten Tage haben diese eine ovale Form angenommen. In den folgenden Tagen entsteht aus der ursprünglich verdickten Stelle der Oberhaut eine merkliche Hervorragung, an der man deutlich zwei Schichten erkennt. Dieser Protuberanz an der Oberfläche entspricht bald eine andere, welche nach innen in die grosszellige Masse der Lärve hineinragt. Im Inneren der Hervorragung bildet sich ein Cavum aus, während zugleich das gelbbraune Pigment, namentlich in der Spitze der Protuberanz, zunimmt. Die Hervorragung setzt sich nun in Gestalt einer Knospe von dem ovalen Larvenkörper ab. Die äussere Hülle der Knospe geht in letzteren über, während die kleinzellige innere Wand das Lumen der centralen Höhle begrenzt.

Während sich nun die Knospe stärker vom Larvenleibe abschnürt, entsteht zwischen den beiden Schichten der Knospenwand ein Hohlraum und die innere Schicht spaltet sich in zwei Blätter, von denen das innere die Knospenhöhle umschliesst, das äussere dagegen sich durch den Knospenstiel hindurch in die Wand eines inzwischen entstandenen cylindrischen Hohlraums fortsetzt. Dieser letztere, an beiden Enden blind geschlossene Canal durchsetzt einen grossen Theil des Larvenkörpers und ist mit Ciliën ausgekleidet, welche ein reichlich mit Körnchen versehenes Fluidum lebhaft umhertreiben. Gegen den 9—10^{ten} Tag zeigt sich der Larvenleib noch immer unverändert. Dagegen erscheint die Knospe grösser, ihre Spitze abgeflacht und von einer runden Oeffnung durchbrochen, die von schmalem Saume umgeben in die Knosphenhöhle führt. Die Knospe wird so zu einer Schwimmglocke, ihre Höhle zum Schwimmsack. Die junge Schwimmglocke ist beim Schwimmen nach unten, ihre Mündung nach hinten gerichtet. In der Wand der Glockenhöhle treten vier Radialgefässe auf, welche an der Mündung derselben in einen Cirkelkanal zusammenfliessen. Die Schwimmglocke vergrössert sich nun rasch dergestalt auf Kosten des ursprünglichen Larvenleibes, dass dieser nur noch wie ein kleiner Anhang auf dem Scheitel des kegelförmig ausgezogenen Schwimmstückes erscheint. Die Wand des Anhanges, welche aus grossen polyedrischen Zellen besteht, umschliesst einen geräumigen, wimpernenden Hohlraum. An dem Ausläufer, welcher von diesem zum Schwimmstück geht,

treten zwei Hervorragungen, neue Knospen, auf. Aus der Bildung der Gefässe schliesst Gegenbaur, dass dieses primitive Schwimmstück der hinteren (distalen) Schwimmglocke der ausgebildeten *Diphyes* entspricht. Der Stamm entwickelt sich wahrscheinlich aus einer der beiden neuen Knospen. Von dem Rest des Larvenleibes glaubt Gegenbaur, dass derselbe zu dem grosszelligen Körper (Saftbehälter) wird, der sich im vorderen Schwimmstück findet.

Aus diesen wichtigen Beobachtungen Gegenbaurs ergiebt sich ein auffallend verschiedener Entwickelungs-Vorgang für die beiden Gruppen der Diphyiden und der Physophoriden. Bei *Diphyes* entsteht zuerst eine Schwimmglocke, also ein locomotorischer Apparat, und dann erst die ernährenden Theile des Stammes. Bei den Physophoriden dagegen bildet sich zuerst ein ernährender Polyp, mit einer Schwimmblase im geschlossenen Ende, während die Schwimmglocken, die locomotorischen Theile, erst später, und zwar einzeln am Stamme, entstehen.

Meine eigenen Untersuchungen über die Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren wurden im Winter 18⁶⁷ angestellt, im welchem ich während eines längeren Aufenthaltes an der atlantischen Meeresküste Gelegenheit hatte, die Mehrzahl der bisher bekannten Siphonophoren-Genera zu untersuchen. Begierig, die individuelle Entwicklung dieser ebenso interessanten als prachtvollen Hydromedusen-Stöcke zu verfolgen, und wenigstens einige von den vielen ungelösten Räthseln ihrer Entwickelungsgeschichte aufzuklären, stellte ich zahlreiche Versuche mit künstlicher Befruchtung an, und zwar bei den Genera: *Praya*, *Diphyes*, *Abyla*, *Hippopodius*, *Athorybia*, *Agalmopsis*, *Halistemma*, *Forskalia*, *Crystallodes* und *Physophora*. Die Mehrzahl der Versuche schlug fehl, und in vielen Fällen gingen die befruchteten und sich entwickelnden Eier zu Grunde, ehe sie noch über die ersten, bereits von Gegenbaur beschriebenen Entwickelungsstadien hinaus gekommen waren. Auf längere Zeit hinaus die Entwickelungsvorgänge zu verfolgen, gelang mir nur bei drei Physophoriden-Gattungen, nämlich bei *Physophora* (bis zum XXVIII^{ten} Tage), bei *Crystallodes* (bis zum XXVII^{ten} Tage) und bei *Athorybia* (bis zum VII^{ten} Tage). Außerdem beobachtete ich auch sehr junge Physalien, welche die Entwicklung dieser Gattung erläuterten.

Die Resultate meiner Untersuchungen schlossen sich in vieler Beziehung den erwähnten von Gegenbaur und den anderen Autoren ergänzend und übereinstimmend an. In anderen Beziehungen dagegen waren sie überraschend neu und machten mich mit einer Anzahl von Thatsachen bekannt, welche wohl zu den merkwürdigsten in der Naturgeschichte der Siphonophoren zu rechnen sein dürften. Dahin gehört vor Allem die auffallende Erscheinung, dass nur bei einem Theile der Physophoriden (z. B. bei *Physophora*) die Larve sich aus dem ganzen Eie entwickelt, während bei anderen (*Crystallodes*, *Athorybia*) von Anfang an sich ein Gegensatz von Bildungsdotter und Nahrungsdotter ausprägt; nur aus dem ersten baut sich der Larvenleib auf, während der letztere einfach als Nahrungsmaterial von dem ersten verbraucht wird. Diese Physophoriden zeigen mithin eine höchst auffallende Analogie mit der Embryobildung der Vertebraten, Cephalopoden und vieler Arthropoden. Ich werde nun zunächst die genaue Beschreibung der beobachteten Entwicklungsvorgänge geben und daran dann einige Reflexionen über deren Bedeutung knüpfen. Zuvor erscheint es jedoch nothwendig, einige Bemerkungen über die Grundformen der Siphonophoren-Larven vorauszuschicken, und die Topographie ihrer Körperregionen, sowie die ein für allemal beibehaltene Terminologie festzustellen.

II. Bemerkungen über die Grundform und die Topographie der Siphonophoren-Larven.

Die *Grundform* aller mir bekannt gewordenen Siphonophoren-Larven ist von Anfang an, oder wenigstens schon in sehr früher Zeit der Entwicklung, durchaus verschieden von der Grundform der grossen Mehrzahl der Hydro-medusen. Bei den letzteren ist sie meistens rein *radial* oder *regulär* im Sinne der Autoren, bei den ersten dagegen *bilateral* oder *symmetrisch*. Da diese in sehr verschiedenem Sinne gebrauchten Bezeichnungen sehr viel-deutiger Natur sind, so adoptiren wir behufs genauerer Bestimmung der Grundform die Bezeichnungen, welche Haeckel in seiner „Generellen Morphologie der Organismen“ (Berlin 1866. Viertes Buch: Promorphologie oder Grundformenlehre, I, p. 375, 555) eingeführt hat. Demnach ist die geometrische Grundform der Siphonophoren-Larven die *einpaarige Form* (*Diploëura*), wie bei den Wirbelthieren, Arthropoden und Mollusken. Wie bei den letzteren ist auch bei den ersten der ganze Körper nur aus *zwei Antimeren* oder Gegenstücken zusammengesetzt, welche symmetrisch gleich sind; die eine (linke) Hälfte ist das Spiegelbild der anderen (rechten). Es ist das die sogenannte „*bilateral-symmetrische Form*“ der Autoren in der vierten Bedeutung dieses Begriffes. Die stereometrische Grundform ist eine *halbe Rhomben-Pyramide* oder eine einfachgleichschenkelige Pyramide, d. h. eine grade dreiseitige Pyramide, deren Basis ein gleichschenkeliges Dreieck ist.

Wie bei den meisten Wirbelthieren, Arthropoden und Mollusken, ist auch bei den Siphonophoren-Larven die Grundform nur während der ersten

Zeit der Entwickelung gleichhälftig oder *eudipleurisch*; späterhin wird sie durch ungleiche Entwickelung der beiden Seitenhälften mehr oder minder (zuletzt sehr auffallend) ungleichhälftig oder *dysdipleurisch*. In der ersten Zeit der Entwickelung sind aber die beiden Hälften (Antimeren oder Gegenstücke) der Siphonophoren-Larven in der That vollkommen symmetrisch-gleich und werden erst später mehr oder minder ungleich (*Pleuronectes*-Form). Die Siphonophoren-Larven liefern also, nicht weniger als die erwachsenen Siphonophoren, den stärksten Beweis für die Hinfälligkeit der Behauptungen von Agassiz, welcher selbst heutzutage noch Cuvier's Typus der Strahlthiere oder Radiaten als eine natürliche Hauptabtheilung des Thiergeichs festhält, und den Typus der Coelenteraten mit dem grundverschiedenen Typus der Echinodermen verbindet. Alle echten radiaten oder strahligen Formen sind aus mehr als zwei, mindestens drei Antimeren zusammengesetzt (bei den Echinodermen meist fünf, bei den Medusen meist vier, bei den Gorgoniden acht u. s. w.). Der dipleure oder bilateral-symmetrische Leib der Siphonophoren-Larven dagegen besteht, gleich dem der Vertebraten, Mollusken, Arthropoden etc., nur aus zwei Antimeren, aus einer rechten und linken Hälfte (vergl. Taf. II, VIII, XIV).

Versuchen wir nun, entsprechend der Grundform der Wirbelthiere, Mollusken etc., auch bei den dipleuren Siphonophoren-Larven die verschiedenen *Körperregionen* fest zu bestimmen, so müssen wir von den maassgebenden Richtungs-Axen ausgehen. Wir schliessen uns auch hier den Ausführungen Haeckel's an (Generelle Morphologie I, p. 477). Wir können in jeder dipleuren Form drei auf einander senkrechte und sich gegenseitig halbirende Axen unterscheiden, welche den drei Dimensionen des Raumes entsprechen und von denen die eine gleichpolig ist, während die anderen beiden ungleichpolig sind, nämlich: I, die ungleichpolige Hauptaxe oder Längsaxe, deren erster Pol der Mundpol, der andere der Gegenmundpol ist; II, die ungleichpolige erste Richtaxe oder die Dickenaxe, deren erster Pol der Rückenpol, der andere der Bauchpol ist; III, die gleichpolige zweite Richtaxe oder die Breitenaxe, deren erster Pol der rechte, der andere der linke ist.

Die *Hauptaxe* (*axis longitudinalis, principalis*) wird bei den Siphonophoren-Stöcken naturgemäss durch den Stamm (das Coenosarc) bestimmt, und bei

ihren Larven durch den primitiven Polypen, aus welchem der Stamm hervorgeht. Die Längsaxe dieses primären Polypiten ist zugleich die Hauptaxe der Larve. Der erste Pol derselben, der *Mundpol* (*polus oralis*), welcher dem *distalen* Pol von Huxley entspricht, wird durch den Mund des Polypiten bestimmt, der zweite dagegen, der *Gegenmundpol* (*polus aboralis*), welcher mit der *proximalen* Seite von Huxley zusammenfällt, durch das sogenannte Fussende des primären Polypiten, welches dem Mundende entgegengesetzt ist.

Dass die beiden Antimeren oder Gegenstücke, aus denen der Körper der Siphonophoren-Larve zusammengesetzt ist, sich in promorphologischer Hinsicht ebenso verhalten, wie die rechte und linke Seitenhälfte eines Wirbelthiers oder eines Mollusken, das wird beim ersten Anblick der Larve sofort klar, sowohl bei *Physophora* (Taf. I, II), als bei *Crystallodes* (Taf. VII, VIII) und *Athorybia* (Taf. XIV). Die gleichpolige *Seitenaxe* (*axis lateralis, dektrosinistra*) ist also leicht construirt. Es entsteht aber nun die Frage, welches von ihren beiden Polen ist der *rechte*, welcher der *linke*. Diese Frage ist nicht so leicht zu beantworten; dazu muss vorher die Vorfrage gelöst werden, welche Seite des Larvenkörpers haben wir als Bauchseite, welche als Rückenseite anzusehen; oder mit anderen Worten, es müssen die beiden Pole der *Dickenaxe* (*axis dorsoventralis, sagittalis*) bestimmt werden.

Es erscheint nun aus mehreren Gründen am naturgemässtesten, ebenso bei dem entwickelten Siphonophoren-Stamme, wie bei dem primären Polypiten, aus welchem derselbe hervorgeht, diejenige Seite desselben als die ventrale oder Bauchseite zu bezeichnen, an welcher die Knospen des späteren secundären Polypiten, die Knospen der Schwimmnglocken etc., hervorsprossen. Die Linie, in welcher ursprünglich diese Knospen hinter einander liegen, und welche anfangs longitudinal, erst später spiral gewunden am Stamme herabläuft, ist die Mittellinie der Bauchseite. Diese Seite ist bei der Larve von *Physophora* vorzugsweise durch das (einige) Deckstück geschützt (Taf. I, II), bei der Larve von *Crystallodes* mit einem besonderen ventralen Deckstück versehen (Taf. VII, VIII, b₂). Die entgegengesetzte Seite ist die dorsale oder Rückenseite. Sie ist bei der Larve von *Physophora* durch den Schlitz des Deckstückes, bei der Larve von *Crystallodes* durch den Dotter bezeichnet.

Nachdem auf diese Weise die beiden ungleichpoligen Axen (Längen-und Dicken-Axe) nebst ihren Polen bestimmt sind, so ergiebt sich von selbst, welchen Pol der gleichpoligen (später etwas ungleichpoligen) Breitenaxe wir als rechten, welchen als linken zu betrachten haben. Bei den auf Taf. VIII abgebildeten *Crystallodes*-Larven z. B. ist dasjenige von den beiden lateralen Deckstücken, welches hinten zwei Tentakelrudimente trägt (b_3) das rechte, dasjenige welches nur eines trägt, das linke (b_4). Bei der Larve Fig. 49, Taf. VII, ist das rechte von den beiden lateralen Deckblättern (b_3) dem Beschauer zugewendet, das linke (b_4) von ihm abgekehrt.

Betrachten wir, mit Rücksicht auf diese Bestimmungen, die ausgebildete, mit vier Deckstücken verschene Larve von *Crystallodes* (Taf. VIII) welche im Ganzen ungefähr einen cubischen Umriss besitzt, so finden wir: I, die proximale oder aborale Seite durch das erste oder aborale Deckstück (b_1) verdeckt; II, die ventrale oder Bauchseite durch das zweite ventrale Deckstück (b_2) geschützt; ebenso sind III, und IV, die beiden Seitenflächen durch das rechte (b_3) und linke (b_4) laterale Deckstück verdeckt. Dagegen gelangen wir durch den dorsalen Spalt zwischen beiden letzteren, V, auf der Rückenseite zu dem rückenständigen Dotter (d). Die distale oder orale Seite endlich, VI, ist am wenigsten geschützt und erscheint als eine weite unregelmässige Oeffnung, durch welche man zunächst zum Munde des Polypiten gelangt.

Was die topographische Haltung der Siphonophoren-Larven im Meere anbetrifft, so ist diese vor dem Auftreten der Luftblase im Luftsacke unbestimmt, indem der Körper durch die Flimmerbedeckung seiner gesamten Oberfläche langsam im Wasser unhergetrieben wird; ohne das sich ein bestimmtes Vorn und Hinten, Oben und Unten unterscheiden liesse. Sobald jedoch die Luftabsonderung im Luftsacke begonnen hat, bleibt dieser Theil des Körpers, also der aborale oder proximale, beständig nach oben gerichtet, und die entgegengesetzte, orale oder Mundseite nach unten.

Was die Bezeichnung der einzelnen Theile der Schwimmblase oder des hydrostatischen Apparates der Siphonophoren betrifft, so schliessen wir uns in dieser Beziehung an Huxley, Leuckart und Claus an. Wir nennen

demgemäß den obersten (proximalen oder aboralen) Abschnitt des Stammes, welcher die Schwimmblase umschliesst, *Luftkammer* oder *Pneumatophor* (*l.*). Dagegen nennen wir *Luftsack* oder *Pneumatosaccus* (*a.*) das „Entoderma reflexum“ („the reflected Entoderm“ von Huxley) das, nach seiner Abschnürung vom Entoderm des Aboralpols, die wesentliche Grundlage des ganzen Apparates bildet. *Luftflasche* oder *Pneumatocystis* endlich (*u.*) nennen wir den structurlosen, unmittelbar die Luftblase umschliessenden Sack, welcher eine Ausscheidung der inneren Oberfläche des Luftsackes ist und von diesem umschlossen wird.

Den Ausdruck „*Tentakel*“ werden wir bei unserer Beschreibung der Siphonophoren vermeiden, weil derselbe hier für zwei ganz verschiedene Theile angewandt worden ist. Gegenbaur, Vogt und andere Autoren bezeichnen als Tentakeln die blindsackförmigen hydroiden Individuen, welche Huxley „*Hydrocysts*“ nennt. Für diese werden wir nach Leuckart den Ausdruck „*Taster*“ (*palpus*) beibehalten. Den sogenannten „accessorischen Fangfaden“, welcher bei *Physophora* und anderen Siphonophoren von der ventralen Basis des Tasters entspringt und sich zu letzterem morphologisch genau so verhält, wie der Fangfaden zu seinem Polypen, nennen wir *Tastfaden* (*filum palpans, tf.*). Huxley und Andere verstehen unter Tentakeln die Fangfäden oder Angelfäden der Polypen, für welche wir den Ausdruck *Fangfaden* (*filum captans, f.*) beibehalten werden, um Zweideutigkeiten zu vermeiden. Die Polypen selbst oder die sogenannten Saugröhren (Magenschläuche) bezeichnen wir mit Huxley als *Polypiten* (*p.*).

III. Individuelle Entwicklungsgeschichte von Physophora.

(Hierzu Taf. I-V.)

Die *reifen Eier* von *Physophora* 1) (Taf. I, Fig. 1) sind kugelig und haben einen Durchmesser von $0,5\text{ mm}$. Wie die Eier aller übrigen Siphonophoren sind dieselben durchaus hüllenlos; weder innerhalb des Eierstocks (des „Gynophors“) noch nach ihrem Austritt aus demselben, gelingt es eine Membran an denselben nachzuweisen. Das *Plasma* oder Protoplasma der nackten Eizelle, der Dotter, ist, wie bei den übrigen Siphonophoren, wasserhell, fast ganz durchsichtig, so dass man ohne Weiteres Keimbläschen, Keimfleck und Keimpunkt im demselben wahrnimmt. Bei starker Vergrösserung (über 300) erscheint die hyaline Plasma-Substanz des Dotters, wie bereits Gegenbaur fand, aus lauter dichtgedrängten kleinen hellen Körnern von ungefähr gleicher Grösse zusammengesetzt, welche durch gegenseitigen Druck polyedrisch abgeplattet sind. Der Kern der Eizelle, das *Keimbläschen*, ist eine helle, scharf umschriebene Kugel von $0,1\text{ mm}$ Durchmesser. Er umschliesst einen ebenfalls kugeligen, stark lichtbrechenden *Keimfleck* oder Kernkörperchen von $0,02\text{ mm}$ Durchmesser; und in diesem lässt sich abermals deutlich ein innerstes Kugelchen von $0,005\text{ mm}$ Durchmesser unterscheiden, der *Keimpunkt* oder *Nucleolinus (punctum germinativum)*. Vergl. Taf. I, Fig. 1.

1) Ueber die Anatomie von *Physophora* vergl. vorzüglich die angeführten Schriften von Leuckart, Vogt, Gegenbaur, Huxley und die Monographie von Claus (1860).

Der *Furchungsprocess* des Eies verläuft in der gewöhnlichen regelmässigen Form, ohne eine besondere Eigenthümlichkeit darzubieten. Wie bereits Gegenbaur fand (l. c. p. 50) ist ein bei der Eifurchung der Siphonophoren „besonders genau zu verfolgender Umstand die jedesmalige Theilung des Keimbläschen, welche der Theilung des Dotters vorausgeht; in gleicher Weise verhalten sich dann auch die Theilungsproducte des Keimbläschen zu der Bildung neuer Dotterkugeln.“ Ich kann diese positive Beobachtung Gegenbaur's, welche für die theoretisch wichtige Frage von der Continuität der Zellengenerationen von hoher Bedeutung ist, durch mehrfache eigene Beobachtungen bestätigen 1). Der ersten Halbirung des Eidotters geht die Halbirung des Keimbläschen, und dieser wiederum die Halbirung des Keimflecks voraus. Aller Wahrscheinlichkeit nach erfolgt auch diese erst nach vorhergegangener Halbirung des Keimpunktes. Es geht also, und es erscheint dies von hoher Wichtigkeit für die physiologische Bedeutung des Zellenkerns und Kernkörperchens (als Fortpflanzungs- und Vererbungs-Organen), der Process der Zellenvermehrung bei der Furchung von den innersten Theilen der Zelle aus, denen die Halbirung des äusseren Plasma erst als consecutive und secundäre Erscheinung nachfolgt. Durch die primäre Theilung des Nucleolus und dann des Nucleus entstehen im dem einheitlich centralisirten Zellen-Individuum des Eies zwei neue differente Gravitationscentra, welche auf sich gegenseitig abstossend, auf die übrige Plasma-Masse aber anziehend wirken. Für die mechanische, causale Auffassung von dem „vitalen“ Process der Eifurchung erscheint uns daher die positive Constatirung jener Thatsache von nicht geringer Bedeutung.

1) Seltsamer Weise wird diese *positive* Beobachtung Gegenbaur's, an den Eiern der Siphonophoren und von *Sagitta*, welche auch mit der von Johannes Müller an den Eiern der *Eutoconcha mirabilis*, von Baer an den Eiern von *Echinus*, und von Leydig an den Eiern verschiedener Wirbellosen beobachteten Thatsache übereinstimmt, von Kölliker in seiner Entwicklungsgeschichte des Menschen und der höheren Thiere als eine „negative“ bezeichnet, welcher aus diesem Grunde, gegenüber den zahlreichen „positiven“ Beobachtungen vom *Schwinden* des Keimbläschen“ keine grosse Bedeutung beizulegen sei (l. c. p. 33). Es dürfte denn doch wohl richtiger sein, diejenigen Beobachtungen als die *positiven* zu bezeichnen, bei denen es gelang, die Entstehung der Kerne der beiden ersten Furchungskugeln durch Theilung des Keimbläschen zu constatiren.

Zuerst zerfällt demnach bei der beginnenden Entwicklung des Eies der Siphonophoren der innerste Keimpunkt in zwei Nucleolini, demnächst der umgebende Keimfleck in zwei Nucleoli, dann das diese umschliessende Keimbläschen im zwei Nuclei und endlich zuletzt der Dotter, das Plasma der Zelle, in zwei Hälften, deren jede sich um einen der beiden Nuclei concentrirt. Dieser letztere Process wird eingeleitet durch Bildung einer aequatorialen Ringfurche (Taf. I, Fig. 2). Im dem weiteren Verfolge des Furchungsprocesses zerfallen nun diese beiden Tochterzellen des Eies wiederum auf dieselbe Weise. Die so entstandenen vier Zellen zerfallen durch fortschreitende Halbirung in acht, die acht in sechszehn u. s. w. Stets geht dabei der Halbirung des Plasma diejenige des Nucleus, und dieser wieder diejenige des Nucleolus voraus.

Der Furchungsprocess des Siphonophoren-Eies verläuft sehr rasch, so dass er in der Regel schon am zweiten Tage, bisweilen noch vor Ablauf der ersten vierundzwanzig Stunden, vollendet ist. Die Zahl der dadurch entstehenden Zellen ist eine verhältnissmässig sehr geringe, da dieselben von sehr bedeutender Grösse sind (Taf. I, Fig. 3, 4; Taf. VI, Fig. 36, 37; Taf. XIV, Fig. 93). Ihr Durchmesser beträgt durchschnittlich $0,08^{\text{mm}}$, bei einzelnen Zellen aber auch über $0,1^{\text{mm}}$. Der Durchmesser ihrer kugeligen Kerne beträgt den zehnten Theil, $0,008$ — $0,01^{\text{mm}}$. Durch gegenseitigen Druck platten sich die Zellen polyedrisch ab. Eine Membran ist auch nach vollendeter Furchung an diesen Zellen durchaus nicht wahr zu nehmen. Die Producte der Eitheilung sind demnach hüllenlose Urzellen. Das Plasma bleibt so klar und wasserhell, wie das Plasma (der Dotter) des ungefurchten Eies war. In jeder Zelle tritt ein kugeliger, klarer, scharf umschriebener Kern mit einem Nucleolus sehr scharf hervor (Fig. 3, 4).

Nach vollendeter Furchung bildet der dadurch entstandene Zellenhaufen eine kugelige Masse von anfangs sehr unregelmässigen Umrissen, der sich erst gegen das Ende des zweiten Tages mehr ebnet und erst am dritten eine rein sphärische Oberfläche zeigt (Taf. I, Fig. 3). Das sehr unregelmässige und höckerige Aussehen derselben am zweiten Tage ist vorzüglich bedingt durch *eigenthümliche amoebenartige Bewegungen*, welche die *Furchungs-*

zellen, besonders die an der Oberfläche gelegenen, um diese Zeit ausführen. Da ich diese amoeboiden Bewegungen, welche in dem Austreiben und Einziehen zahlreicher formveränderlicher Fortsätze bestehen, bei *Crystallodes* deutlicher und genauer als bei *Physophora* beobachtet habe, werde ich sie unten bei der ersteren beschreiben (Vergl. Taf. VI, Fig. 36).

Nachdem die unregelmässig höckerige Oberfläche des „maulbeerförmigen“ Haufens der Furchungskugeln sich schon gegen Ende des zweiten Tages mehr geebnet und sphärisch abgerundet hat, überzieht sich dieselbe am dritten Tage mit einem feinen *Flimmerepithel*. Die Wimpern desselben sind unmittelbare Fortsätze des nackten, hüllenlosen Plasmakörpers derjenigen Zellen, welche die Oberfläche des kugeligen Haufens begrenzen (Taf. I, Fig. 4). Diese Zellen der oberflächlichsten Schicht erscheinen kleiner und viel stärker abgeplattet, als die polyedrischen darunter gelegenen Zellen, und es wird hierdurch bereits eine Differenzirung in äussere Zellschicht (Ectoderm, *e*) und innere Zellenmasse (Entoderm, *i*) angedeutet. Noch deutlicher tritt diese Differenzirung am vierten und den folgenden Tagen hervor. Vermittelst des Flimmerepithels, welches das Ectoderm darstellt, schwimmt nun die kugelige Larve, langsam rotirend oder in Spiralen sich fortwälzend, im Wasser umher. Der totale Wimperüberzug des Körpers dauert auch durch alle folgenden Entwickelungsstadien der Larve fort, so lange dieselben verfolgt werden konnten. Sämmtliche Theile, auch der entwickelten Larve (Fig. 23), also Polypit, Deckstück, Fangfaden, Taster und Knospen, sind von demselben continuirlich zusammenhängenden Wimperepithel des Ectoderm bedeckt.

Am vierten Tage geht die bisherige Kugelform der Larve durch langsame Ausbildung einer Hauptaxe in die Form eines *Ellipsoïdes* über (Taf. I, Fig. 5). Die beiden Pole der Hauptaxe des Ellipsoïds, welche der späteren Längsaxe des Larven-Polypten entspricht, sind anfangs noch nicht verschieden. Auch die Zellen, welche den ellipsoïden Larvenkörper zusammensetzen, zeigen am vierten Tage noch keine Veränderung. Sowohl die kleineren, abgeplatteten, wimpernden Zellen der oberflächlichsten Schicht oder des Ectoderms, als auch die grösseren polyedrischen Zellen des übrigen Körpers, besitzen noch dieselbe wasserklare glasartige Beschaffenheit, wie die unsprünglichen

Furchungszellen. Jede Zelle zeigt deutlich einen Kern, welcher einen Nucleolus enthält.

Am fünften Tage beginnen die beiden Pole der Längsaxe des ellipsoiden Larvenkörpers sich zu differenzieren. Jener Pol der Längsaxe, an welchem sich späterhin der Mund des primären Polypiten ausbildet und welchen wir deshalb als Oralpol (Huxley's Distalende) bezeichnen haben, bleibt noch unverändert. An dem entgegengesetzten Pole dagegen, der deshalb als Aboralpol oder als Proximalende zu bezeichnen ist, entsteht eine sichtliche Trübung, welche sich bald als ein deutlicher kreisrunder Fleck von dem übrigen helleren Gewebe des Larvenkörpers abhebt. Wir können diesen Fleck, von welchem zunächst allein die nachfolgenden wichtigen Veränderungen des Larvenkörpers ausgehen, vorläufig als *Fruchthof* (*area germinativa*) bezeichnen, vorzüglich mit Rücksicht auf den analogen Fleck, welcher sich an den Larven von *Crytalloides* und *Athorybia* bildet (vergl. unten). Die Entstehung dieses Fruchthofs ist bedingt durch eine lebhafte Vermehrung der Zellen des Entoderms (*i*) an dem aboralen Pol der Hauptaxe. Die dadurch entstehenden kleineren Zellen bilden bald zwei deutliche über einander liegende Schichten von Zellen, welche sich durch ihre geringere Grösse und ihren trüben körnigen Zellstoff (Plasma) scharf von den darüber liegenden helleren Zellen des Ectoderms (*e*) und von den darunter liegenden wasserklaren grossen Zellen des übrigen Larvenkörpers absetzen. Der kreisrunde Fruchthof besteht nunmehr also aus *drei* über einander liegenden Zellschichten oder *Blättern*, nämlich: 1°, dem äusseren Keimblatt oder Ectoderm (*e*); 2°, der äusseren Schicht des verdickten Entoderms, dem mittleren Keimblatt, und 3°, der inneren Schicht des Entoderms, dem inneren Keimblatt.

Am sechsten Tage (Taf. I, Fig. 6) beginnt sich ein wenig Flüssigkeit zwischen den beiden Blättern des Entoderms, welche sich von einander abheben, anzusammeln. So entsteht am aboralen oder proximalen Pole der ellipsoiden Larve die kleine *Primitivhöhle* (*z*), die erste Anlage des *Gastro-vascular-Systems* oder des coelenterischen Höhlen-Systems, welches die Ernährung der Siphonophoren, wie aller anderen Coelenteraten vermittelt. Die Wand der kappenförmigen, beinahe halbkugeligen Hervorragung, welche

durch die coelenterische Primitivhöhle (*z*) an dem aboralen Ende der ellipsoiden Larve gebildet wird, ist aus zwei Zellschichten zusammengesetzt, aus dem wimpernden Ectoderm (*e*) und aus dem darunter liegenden äusseren Blatte des gespaltenen Entoderms (*i*), oder dem mittleren Keimblatte des Fruchthofs.

Am siebenten Tage (Taf. I, Fig. 7) geht die bisherige ellipsoide, an beiden Polen der Hauptaxe abgerundete Gestalt des Larvenkörpers in eine mehr spindelförmige über, indem sowohl das orale als das aborale Ende sich kegelförmig zuspitzen. Der aborale Pol aber erleidet eine noch bedeutendere Veränderung dadurch, dass zwischen den beiden Blättern, welche die aborale Wand der kappenförmig vorspringenden Primitivhöhle (*z*) bilden, sich eine beträchtliche Quantität einer homogenen hyalinen Gallertmasse (*q*) ansammelt. Diese Gelatine, in jeder Beziehung derjenigen gleich, welche den Gallertschirm der craspedoten Medusen bildet, ist ein Auscheidungsproduct des wimpernden Ectoderms (*e*), welches dadurch von dem äusseren Blatte des Entoderms (*i*) abgehoben wird. So entsteht die *erste Anlage des kapuzenförmigen Deckstückes* (*b*), welches den aboralen Körpertheil der Larve von *Physophora* bedeckt.

Am achten Tage (Taf. I, Fig. 8) wird die Ansammlung der hyalinen Schirmgallert (*q*) zwischen Ectoderm (*e*) und Entoderm (*i*) beträchtlicher, besonders gegen die orale Seite, die Basis der Kappe hin. Zugleich beginnt die Flüssigkeits-Ansammlung in der kleinen Primitivhöhle (*z*) sich zu vermehren, so dass dieselbe nunmehr einen beutelförmigen Vorsprung in das solide Gewebe des Larvenkörpers hinein macht. Dieser Vorsprung (*a c*), welcher eine directe Verlängerung der unsprünglichen Primitivhöhle in oraler (oder distaler) Richtung darstellt, ist die *erste Anlage des Luftsackes* (*a*). Es erscheint also nunmehr die Primitivhöhle aus zwei kolbenförmigen Höhlungen zusammengesetzt, welche durch einen kurzen und engen Verbindungscanal zusammenhängen. Die aborale Höhlung (*b c*) wird zum Ernährungsgefäß des Deckstückes (*b*); ihre Wand wird von dem mittleren Keimblatt (der äusseren Lamelle des gespaltenen Entoderm) gebildet und ist ringsum von Gallertmasse (*q*) umgeben. Die kleinere orale Höhlung dagegen (*a c*) wird zur

Höhlung des Luftsackes; ihre Wand (*a*) wird von dem inneren Keimblatt (der inneren Lamelle des gespaltenen Entoderm) gebildet, und ist ringsum von den grossen hyalinen Zellen des soliden Larvenkörpers umgeben. An dem oralen Pole des letzteren beginnen um diese Zeit sich im Ectoderm die ersten Nesselkapseln zu bilden, und zwar in denjenigen Zellen, welche später die Mundöffnung (*o*) umgeben.

Am neunten Tage (Taf. I, Fig. 9, 10) nehmen die beiden Abtheilungen der Primitiv-höhle an Grösse bedeutend zu, indem sich namentlich ihre Enden kolbig erweitern (*b c* und *a c*). Noch beträchtlicher wächst die zwischen dem Ectoderm (*e*) und der Wand (*i*) der proximalen Höhle abgeschiedene Gallertmasse (*q*) namentlich an der ventralen Seite. Zugleich hebt sich diese Gallerte fast kapuzenförmig oder helmförmig von dem aboralen Körperende der Larve ab, indem sich eine schräg um dasselbe herumlaufende Furche ausbildet. So gränzt sich zuerst scharf das dem Medusenschirm entsprechende *Deckstück* (*b*) von dem übrigen Larvenkörper ab. An letzterem sondert sich jetzt deutlich eine unter dem Ectoderm gelegene Zellenlage, als Entoderm, von den nach innen davon gelegenen grösseren und helleren Zellen des soliden Larvenkörpers. Zwischen letzteren und dem Entoderm bildet sich (unterhalb der schrägen Furche welche das Deckstück abhebt) ein mit Flüssigkeit erfüllter Raum (*p c*), welcher an der Stelle, wo beide Abtheilungen der Primitivhöhle durch einen engen kurzen Canal zusammenhängen, mit diesen in offene Communication tritt. Dieser Raum (*p c*), welcher also gewissermaassen eine Ausstülpung der Primitivhöhle darstellt, ist die *erste Anlage der Magenhöhle*, oder der Leibeshöhle des Polypiten.

Es wird nun bereits klar, dass die Hauptmasse des Larvenleibes, welche sich von dem helmförmigen proximalen Deckstück abhebt, zum primitiven *Polypiten* (Polypen oder Saugrohr) wird, und zwar besteht dieser nun aus folgenden Theilen: 1°, aus der äusseren Hülle des wimpernden *Ectoderm*; 2°, aus der darunter gelegenen Zellschicht des *Entoderm*; 3°, aus der grosszelligen hyalinen Masse welche den Rest des Larvenkörpers bildet und welche zum *Dotter* (*d*) wird; 4°, aus der Anlage der *Magenhöhle* (*p c*) und endlich 5°, aus dem *Luftsack* (*a*). Der letztere kommt durch die an der Ventralseite des Polypiten stattfindende Ausbildung der Magenhöhle an die

Dorsalseite seines proximalen Endes zu liegen, wo die Einschnürung der Ringfurche am schwächsten ist. Der noch gänzlich geschlossene coelenterische Hohlraum besteht jetzt aus drei Kammern, welche in einem Puncte zusammentreffen, aus dem Nährkanal des Deckstücks (*b c*), aus der Höhlung des Luftsackes (*a*) und aus der Magenhöhle des Polypiten (*p c*).

Am zehnten Tage (Taf. I, Fig. 11, 12) schnürt sich der Luftsack (*a*), an der Stelle, wo seine Höhlung mit den beiden andern Höhlen (*b c* und *p c*) communicirte, von denselben ab, indem das Entoderm (oder genauer die innere Spaltungslamelle desselben, welche das innere Keimblatt bildete) an der offenen Mündungstelle des Luftsackes in die vereinigte Magen- und Deckstück-Höhle verwächst und diese Mündung verschliesst. Die Magenhöhle (*p c₁*) erweitert sich. Unabhängig von dieser bildet sich eine andere, mit Flüssigkeit erfüllte Höhlung (*p c₂*) im oralen oder distalen (unteren) Theile des Polypiten, indem sich auch hier das Entoderm (*i*) von dem grosszelligen Reste des Larvenkörpers oder dem Dotter (*d*) abhebt. Diese Höhlung (*p c₂*), dem Lumen des späteren Rüssels entsprechend, fliesst später mit der eigentlichen (proximal gelegenen) Magenhöhle zusammen. Die Gallertmasse des Deckstücks wächst von nun an fast ausschliesslich auf der ventralen, fast gar nicht auf der dorsalen Seite. In derselben tritt jetzt deutlich ein kurzer, oft schon an früheren Tagen bemerkbarer, aus kleinen Zellen gebildeter Strang hervor (*y*), welcher von dem Entoderm des Deckstück-Canals zu dem Ectoderm an der aboralen Bauchseite des Deckstücks verläuft und hier in einen kleinen zelligen Knopf (*x*) endigt, dessen Zellen kleine Nesselkapseln enthalten. Dieser morphologisch vielleicht sehr wichtige Zeltenstrang ist wahrscheinlich das Rudiment eines verödeten Nährkanals.

Der Polypiten-Körper enthält also nun am Ende des zehnten und am Anfang des elften Tages nicht weniger als drei mit Flüssigkeit erfüllte, geschlossene Höhlungen, nämlich 1°, die abgeschnürte Luftsackhöhle, *ac* (*the reflected Entoderm* von Huxley), 2°, den proximalen oder oberen Theil der Magenhöhle (*p c₁*), welcher mit dem Deckstück-Canal (*b c*) communicirt, und 3°, den unteren oder distalen Theil der Magenhöhle (*p c₂*).

Am elften Tage (Taf. I, Fig. 13, 14) zeigt sich in dem bisher nur mit Flüssigkeit gefüllten Luftsacke (*a*) in der Regel zum ersten Male die *Luftblase* (*uv*), welche der Larve als hydrostatischer Apparat dient. In anderen Fällen tritt jedoch die Luftentwickelung im Luftsacke erst später ein, und bei einigen Individuen, bei denen sich der Luftsack schon am achten Tage von dem Nährkanal des Deckstücks abgeschnürt hatte, erfolgte auch schon am selben Tage die Luftabsonderung. Die Luft muss entweder von der (aus dem Entoderm gebildeten) Wand des Luftsackes (*a*) oder aus der in seiner Höhlung (*ac*) enthaltenen Flüssigkeit abgesondert werden. Die Bildung der *Luftflasche* (*u*), der structurlosen dünnen Membran, welche die Luftblase unmittelbar umschliesst und welche durch eine (orale) Oeffnung mit der Höhlung des Luftsackes zu communiciren scheint, findet wahrscheinlich erst nach Secretion der Luftblase statt. Auch diese (dem Chitin in chemischer Beziehung nahe stehende) structurlose Haut ist eine Ausscheidung, welche innerhalb des geschlossenen Luftsackes entsteht.

Am zwölften Tage (Taf. I, Fig. 15, 16) nimmt die Luftabsonderung im Luftsacke zu, und die anfangs kugelige Luftblase nimmt gewöhnlich, der Form des Luftsackes entsprechend, eine ellipsoide Gestalt an. Jedoch erfüllt jetzt und in der nächsten Zeit die Luftblase nur etwa die geräumigere obere oder proximale Hälfte des Luftsackes (*a*), während die engere untere oder distale Hälfte von Flüssigkeit erfüllt bleibt. In dieser Flüssigkeit ist meistens eine geringe Menge einer gelblichen körnigen Masse (einem granulösen Niederschlage ähnlich) sichtbar. Die Ausdehnung des Luftsackes erfolgt zum Theil auf Kosten des Dotters (*d*), in dessen Proximalen Theile der Luftsack eingeschlossen ist. Der Dotter (oder der grosszellige centrale Rest des ursprünglichen Larvenleibes) nimmt um diese Zeit an Umfang bedeutend ab. Die bisher getrennten beiden Höhlungen des Polypiten, die obere eigentliche Magenhöhle (*pc₁*) und die untere oder Rüsselhöhle (*pc₂*) treten in Communication, so dass nunmehr der Dotter von den Magenwänden abgelöst erscheint und frei in die Magenhöhle (*pc*) herabhängt, nur am aboralen Theil der Rückenseite des Polypiten, da wo der Luftsack das Entoderm der Magenwand berührt, mit letzterem zusammenhängend.

Eine weitere wichtige Veränderung am zwölften Tage bildet das Erschei-

nen von *zwei Knospen* (*g*), welche aus dem oberen (proximalen) Theile der Bauchwand des Polypiten (gegenüber der dorsalen Insertion des Luftsackes) hervorbrechen. Die eine von diesen beiden Knospen wird zum *Fangfaden* des Polypiten (*f*), die andere zum ersten *Taster* (*t*). Beide Knospen erscheinen jetzt und in den nächsten Tagen noch als einfache schlauhförmige Ausstülpungen der Magenwand, deren beide Schichten (*e* und *i*), ebenso wie die Höhle des Polypiten, sich in dieselben fortsetzen. Die Knospen werden völlig verdeckt von dem kapuzenförmigen Deckstück (*b*), welches auf der Bauchseite des Polypiten schon bis über dessen Mitte herabreicht. Auf der Rückenseite ist das Deckstück bis zur (dorsalen) Insertionsstelle des Luftsackes hinauf gespalten und bildet hier einen weit offenen Schlitz, welcher in die (der Schirmhöhle der Medusen entsprechende) Höhle des Deckstücks führt. Die Ränder dieses Schlitzes sind oft wellenförmig gebogen oder etwas ausgerandet.

Am dreizehnten Tage (Taf. II, Fig. 17) und *am vierzehnten Tage* (Taf. II, Fig. 18) gehen keine wesentlichen Veränderungen mit der Larve vor. Das Deckstück (*b*), die beiden von demselben bedeckten Knospen (*g*) und der Leib des primären Polypiten (*p*) wachsen auf Kosten des Nahrungsdotters (*d*) oder des Restes des unspränglichen Larvenleibes, welcher jetzt wie ein innerer Dottersack von dem Luftsacke in die geräumige Magenhöhle herabhängt. Der Luftsack (*a*) ist, gegenüber den ventral vortretenden Knospen, dorsal inserirt an dem oberen (aboralen) Ende des Polypiten, da wo daselbe in das helmförmige Deckstück (*b*) übergeht. Der Nährkanal des Deckstücks (*bc*) communizirt hier mit der Magenhöhle, wie auch das Entoderm des ersten (*i*) unmittelbar in das der letzteren übergeht. Der untere, orale Theil des Polypiten, der spätere Rüssel, fängt an sich von dem oberen, dem eigentlichen verdauenden Magen zu differenzieren. In dem Entoderm des letzteren bilden sich grosse hyaline, flach elliptische Zellen mit einem kleinen Kern, welche in mehreren Querreihen über einander gestellt erscheinen. In dem Rüssel dagegen bilden die Zellen des Entoderms ein hohes Cylinder-epitel und erscheinen von nun an dergestalt von unten und aussen nach innen und oben geschichtet, dass das Entoderm des Rüssels auf der Längsschnittsansicht wie gefiedert erscheint. In dem Ectoderm des Mundens-

des erreichen zugleich die schon früher angelegten Nesselkapseln eine stärkere Entwicklung. Gewöhnlich erfolgt auch schon am dreizehnten oder vierzehnten Tage der Durchbruch der Mundöffnung (\circ), welcher bei anderen Individuen erst einige Tage später beobachtet wurde.

Die Larve von *Physophora* hat jetzt viel Aehnlichkeit mit einer einfachen eudipleuren Meduse, z. B. der Meduse von *Hybocodon prolifer*, welche Agassiz abgebildet hat (Contributions etc., Vol. IV, Pl. XXV). Der Körper besteht hier wie dort aus einem einfachen, bilateral-symmetrischen oder dipleuren Medusenschirm, in dessen Grunde der Magen aufgehängt ist. Die einseitige Entwicklung des einzigen Tentakels und der an dessen Basis hervorsprossenden Knospen bedingt bei *Hybocodon* ebenso die Grundform, wie die einseitige (ventrale) Entwicklung des Fangfadens (f) und der mit ihm hervorsprossenden Knospe (g) bei der *Physophora*-Larve. Besonders interessant ist aber der rudimentäre Canal, welcher bei *Hybocodon*, von der Insertion des Magens ausgehend, die Gallertmasse des Schirms durchsetzt und in dessen Ectoderm mit Bildung eines kleinen Nesselknopfs endigt (Agassiz, l. c. Fig. 14, d_2). Dieser Canal, welcher früher bei der hervor-knospenden Meduse deren Ernährung durch Zusammenhang mit dem mütterlichen Polypen vermittelte und den die Meduse anheftenden Stiel durchsetzte, verödet nach der Ablösung des letzteren. Ich glaube, dass ein *Homologon* dieses rudimentären *Stielcanals* der oben erwähnte rudimentäre Canal (y) ist, welcher bei der *Physophora*-Larve, von dem Ernährungs-Canal des Deckstücks (bc) ausgehend, die Gallertmasse desselben durchsetzt und auf seiner Bauchseite im Ectoderm mit Bildung eines Nesselknopfs (x) endigt. Bisweilen (Fig. 20, Taf. II) geht dieser verödeten Canal (y) direct von der Magen-Insertion aus, wie bei der Meduse von *Hybocodon*. Wenn diese Vergleichung richtig ist, wie ich glaube, so müssen wir in jenem rudimentären Schirmcanal der *Physophora*-Larve ein *morphologisch höchst wichtiges* (obwohl physiologisch gänzlich werthloses!) *Erbstück* von uralten Vorfahren erblicken, von einfachen Medusen-Ahnen, welche gleich *Hybocodon* an einem Polypen hervorgesprosst waren. Es erscheint uns dieses rudimentäre Organ als ein höchst bedeutsamer Fingerzeig für die Phylogenie der Siphonophoren!

Wenn die ganze *Physophora*-Larve in diesem Stadium einem einfachen Medusen-Körper entspricht, wenn ihr Deckstück (b) einem Medusen-Schirm,

und ihr Polypit (*p*) einem Medusen-Magen homolog ist, so erscheint mithin die ganze Larve jetzt noch als ein einfaches *Hydromedusen-Individuum* im gewöhnlichen Sinne (als eine „Person“ im Sinne Haeckel's). Dagegen würde nach der meist verbreitetsten, namentlich von Leuckart vertretenen Deutung des Siphonophoren-Polymorphismus unsere Larve jetzt bereits eine Colonie (einen echten Stock, „Cormus“) von zwei Individuen oder Personen darstellen, da demgemäß sowohl der Magen (Polypit) als der Schirm (Deckstück) als selbstständiges Individuum aufzufassen wäre. Allerdings würde dann der Medusenstock aus einem Medusenschirm ohne Magen und aus einem Medusenmagen ohne Schirm zusammengesetzt sein.

Am fünfzehnten Tage (Taf. II, Fig. 19) und *am sechzehnten Tage* (Taf. II, Fig. 20) hat die Ausbildung des Deckstücks ihren Höhepunkt erreicht, während dasselbe in den folgenden Tagen durch stärkeres Wachsthum des Polypiten wieder zurück sinkt. Das Deckstück (*b*) ist jetzt fast 0,8^{mm} lang und 0,4^{mm} breit, und umhüllt als eine schlanke, fast kegelförmige Glocke zwei Drittheile bis drei Vierttheile des Polypitenkörpers (*p*), von welchem bloss der Rüssel unten durch der Schlitz frei hervorragt. Die Deckstück-Glocke oder Kapuze ist beinahe doppelt so lang als breit; ihre grösste Breite liegt in der Mitte der Körperlänge; der Gipfel, welcher den Nähr-canal (*bc*) umschliesst, bildet einen kleineren, abgestumpft kegelförmigen Aufsatz. Die Ränder des langen und schmalen Rücken-Schlitzes sind wellenförmig gebogen. Die einzelnen Theile des Polypiten differenziren sich jetzt immer stärker, besonders Entoderm und Ectoderm des Rüssels. Um die Mundöffnung (*a*) häufen sich die grossen Nesselzellen. Der Dotter (*d*), welcher von dem oralen Ende des Luftsackes (*c*) in die Magenhöhle frei hereinhängt, wird immer mehr reducirt. Von den beiden, zuerst gebildeten Knospen (neben welchen bereits ein oder zwei neue gleiche Knospen aus der Bauchseite des aboralen Polypiten-Endes hervortreten) wird die erste (*fg*, Fig. 17) zum Fangfaden des Polypiten, die zweite (*tg*) zum Taster. Der Fangfaden (*fg*) verlängert sich rasch und bildet knopfförmige Anlagen von (drei bis vier) secundären Fangfäden (Fig. 20).

Vom siebzehnten Tage bis zum einundzwanzigsten Tage (Taf. II, Fig. 21)

verschwindet der Dotter (*d*) oder der Rest von der groszelligen hyalinen Centralmasse des ursprünglichen Larvenkörpers völlig, so dass das distale oder orale Ende des Luftsackes (*a*) nun unmittelbar in das oberste (proximale oder aborale) Ende der Magenhöhle (*pc*) hineinragt. Die beiden zuerst angelegten Knospen an der Bauchseite des proximalen Polypiten-Endes entwickeln sich bedeutend und werden durch Entwicklung neuer Knospen an dieser Stelle aus einander gedrängt. So wird die zweite Knospe, welche sich zu einem spindelförmigen Blindsacke, dem ersten Taster (*t*), erweitert, zunächst mehr auf die linke und dann auf die dorsale Seite des Polypiten gedrängt, während die erste Knospe, der Fangfaden (*f*) des Polypiten, auf der rechten und ventralen Seite stehen bleibt. Der Fangfaden ragt ausgestreckt aus der Glockenmündung hervor, und zeigt schon 6—8 secundäre Fangfäden, deren Enden in rundliche kolbenförmige Nesselknöpfe übergehen. Schon jetzt ist die Spirallinie zu erkennen, welche die in einer Reihe nach einander auftretenden Knospen an der Magenbasis des primitiven Polypiten, welcher somit zum Stamm der Colonie wird, bilden. Diese Spirale läuft von der Bauchseite auf der linken Seite des Polypiten zur Rückenseite, und ist links gewunden (rechts gewunden im Sinne der Technik).

In der *vierten Lebenswoche*, vom XXII^{sten} bis zum XXVIII^{sten} Tage, erleidet die Larve von *Physophora*, vom Wachsthum abgesehen, nur wenige und verhältnissmässig geringe Veränderungen. Die wesentlichste besteht in der vollen Entwicklung des ersten *Tasters* (*t*), welcher halb so lang und halb so breit als der Polypit (*p*) wird, jedoch später von letzterem im Wachsthum wieder überflügelt wird. Der Taster ist ganz auf die Rückenseite des Polypiten gerückt und wird hier aus dem Spalte des Deckstückes (*b*) tastend hervorgestreckt. Fig. 22, Taf. II, stellt eine Larve vom XXIII^{sten} und Fig. 23, Taf. II, eine Larve vom XXV^{sten} Tage dar, erstere von der rechten, letztere von der dorsalen Seite gesehen. Die Länge der Larve beträgt etwas über 1^{mm}, die Breite ungefähr $\frac{1}{2}$ ^{mm}. Der verlängerte Polypit (*p*) ist jetzt beinahe doppelt so lang, als das Deckstück (*b*). Zwischen dem dünneren Ectoderm (*e*) und dem dickeren Entoderm (*i*) des Polypenleibes ist eine Lage von Ringmuskeln sichtbar, welche sich aus dem Entoderm entwickelt hat. Der dünn sich zuspitzende Rüssel ist am Mundende mit grossen Nes-

selzellen dicht gespickt. In der blind geendigten Spitze des Tasters erscheint eine kleine krystallähnliche weisse Concretion, und in dem Ectoderm der Spitze entwickelt sich eine Gruppe von Nesselzellen. An dem proximalen Ende des Polypiten sprossen zwischen dem ventralen Fangfaden (*f*) und dem auf die Rückenseite gerückten Taster (*t*) zahlreichere Knospen hervor, die Anlagen von neuen Tastern und deren Tastfäden (*g*). Ferner tritt eine kleine Knospe aus der Basis des ersten Tasters hervor, die Anlage seines Tastfadens (*tf*). Der Fangfaden (*f*) des Polypiten verlängert sich bedeutend und entwickelt zahlreichere secundäre Fangfäden, an deren Enden nun die Nesselknöpfe zur vollen Entwicklung gelangen.

Die Nesselknöpfe des primitiven Fangfadens (f), wie wir den Fangfaden des primitiven Polypiten nennen wollen, sind völlig verschieden von den Nesselknöpfen der Fangfäden der erwachsenen *Physophora* und zeichnen sich durch einen sehr eigenthümlichen Bau aus, wie er bisher bei keiner anderen Siphonophore gefunden ist (Taf. IV, Fig. 27). Die am meisten ausgebildeten von diesen primitiven Nesselknöpfen haben die Form eines abgeplatteten Sphaeroids, ungefähr wie ein Leib Brod, so dass der Breitendurchmesser des sphaeroiden Knopfes (senkrecht auf der Stielaxe) etwa doppelt so gross ist, als der Längendurchmesser (die Fortsetzung der Stielaxe). Doch wölbt sich bisweilen das Ectoderm auf der distalen Seite des Knopfes in Form von zwei bis vier convexen pelluciden Blasen vor, und dann erscheint der Knopf unregelmässig rundlich, oft fast kugelig. Ausser diesen (nur bisweilen sichtbaren) Blasen finden sich auf der distalen (dem Stiele entgegengesetzten) Seite des gestielten Nesselknopfes constant zweierlei verschiedene Anhänge von unbekannter Bedeutung (wahrscheinlich Tastorgane), nämlich kürzere fingerförmige Fortsätze und längere starre Borsten. Die ganz eigenthümlichen *fingerförmigen Fortsätze*, etwa 15—20 an Zahl, sind kurze glasshelle Cylinder, von der Länge der im Knopfe eingeschlossenen Nesselkapseln. Jeder Cylinder enthält in dem blind geschlossenen und abgerundeten distalen Ende eine lebhaft orangerothe, fettglänzende Kugel (Oeltropfen?). Diese cylindrischen Fortsätze sitzen derart in einem Kreise um die Peripherie des distalen Knopfendes vertheilt, dass ihre verlängerten Axen sich in der Basis (dem proximalen Stielansatz) des Nesselknopfs kreuzen

würden. Zwischen den fingerförmigen cylindrischen Fortsätzen, und unabhängig von ihnen, wie es scheint, sitzen auf der distalen Knopfseite die Anhänge der zweiten Form, starre haarfeine *Borsten*, wahrscheinlich Tastborsten, welche ebenfalls divergirend ausstrahlen. Diese feinen, sehr spitz auslaufenden Borsten sind etwa doppelt so lang als die fingerförmigen Fortsätze, an Zahl ihnen ungefähr gleich. Im Inneren des Nesselknopfes liegen neben einander 8—10 grosse ellipsoide Nesselkapseln, welche einen feinen Spiralfaden aufgewickelt enthalten. Die jüngeren Nesselknöpfe des primitiven Fangfadens enthalten deren eine geringere Anzahl, die jüngsten nur einen einzigen (Fig. 27). Von den Nesselknöpfen der erwachsenen *Physophora* (Taf. IV, Fig. 28, 29) sind diese Nesselknöpfe der Larve, wie man sieht, total verschieden.

Eine *Physophora*-Larve aus der vierten Lebenswoche ist schon einmal früher beobachtet worden, und zwar von Gegenbaur, welcher eine vollkommen zutreffende Beschreibung und Abbildung davon giebt (Beiträge etc. l. c. p. 55; Taf. XVII, Fig. 9, 10). Gegenbaur fing dieselbe frei schwimmend, konnte sie jedoch, da er ihre Abstammung nicht kannte, wegen des Deckstückes und der ganz eigenthümlichen Nesselknöpfe nicht auf *Physophora* beziehen.

Die *Metamorphose* der Larve von *Physophora*, welche wesentlich in dem *Aberwerfen des provisorischen Deckstückes*, eines echten Larvenorganes, besteht, scheint am Ende des ersten Monates oder im Beginn des zweiten einzutreten. Von den zahlreichen (ungefähr dreissig) Larven von *Physophora*, deren Entwicklung ich gleichzeitig verfolgen konnte, starb die Mehrzahl schon nach Verlauf von 14 Tagen. Nur wenige lebten bis zur vierten Woche, und am Ende derselben war nur noch ein einziges Exemplar am Leben. Am XXVII^{sten} Tage hatte dieses letzte Larvenexemplar noch sein Deckstück und schien nur sehr wenig von dem in Fig. 23 abgebildeten Zustand verschieden; nur die Knospen der neuen Taster und ihrer Tastfäden waren grösser. Am XXVIII^{sten} Tage war das provisorische Deckstück abgefallen und die Larve zeigte sich in dem Zustande, welchen Taf. III, Fig. 24 darstellt. Sie starb noch am Abend desselben Tages. Es ist aber wohl möglich, dass

das Deckstück zufällig vor der eigentlichen Zeit abfiel und dass die Larven im freien Naturzustande noch längere Zeit unter dem Schutze des Deckstückes leben.

Die Larve vom achtundzwanzigsten Tage, nach Abwerfen des Deckstückes, (Taf. III, Fig. 24) bestand nunmehr wesentlich aus dem Polypiten (*p*), welcher den grössten Theil des Körpers und die Grundlage der Colonie bildet. Seine Länge betrug ungefähr 3^{mm} , seine Breite $0,5^{\text{mm}}$. Sein Fangfaden war in ausgestrecktem Zustande mehr als doppelt so lang, und zeigte zehn kurze secundäre Fangfäden mit rundlichen Nesselknöpfen. Der oberste (proximale) Theil des Polypiten umschloss den länglichen Luftsäck (*a*), mit dessen proximaler, lebhaft purpurroth gefärbter Spitze er verwachsen war. Die prall gefüllte, länglich ellipsoide Luftflasche (*u*) erfüllte nur einen Theil des Luftsackes. Unmittelbar unter diesem obersten Theil des Polypiten, welcher die sogenannte Luftkammer (Pneumatophor, *l*) bildet, war eine dicht gedrängte Gruppe von sehr kleinen Knospen zu bemerken, unter denen ich bereits Anlagen von Schwimmglocken (*n*) zu erkennen glaubte. Unmittelbar unter diesen Knospen und unter der Basis des Fangfadens, zeigten sich drei Taster (t_1 — t_3) nebst ihren Tastfäden (*tf*). Der erste Taster (t_1) übertraf den zweiten (t_2) und dritten (t_3) noch bei weitem an Grösse. Die Tastfäden (*tf*) stellten einfache, dünne und lange, cylindrische Ausstülpungen aus der oberen (proximalen) Seite der Tasterbasis dar, gleich den Tastern selbst am Ende geschlossen. Sowohl letztere als erstere führten ziemlich langsame tastende Bewegungen im Wasser aus, ebenso der Rüssel des Polypiten, während sein Fangfaden sich lebhafter schlängelte.

An dieses letzte beobachtete Entwickelungsstadium der aus den Eiern gezogenen *Physophora*-Larven schliesst sich nun noch eine wenig ältere Jugendform an, welche ich zufällig mit einem Pokale frei schwimmend im Meere fing (Taf. III, Fig. 25). Es steht dieselbe sehr nahe den einzelnen Jugendzuständen von *Physophora*, welche von Gegenbaur (l. c. p. 53, Taf. XVII, Fig. 7), von Vogt (l. c. p. 58, Tab. 6, Fig. 24) und von Huxley (Oceanic Hydrozoa, p. 84, Pl. VIII, Fig. 2) beobachtet worden sind. Wie bei diesen letzteren, war auch bei der von mir gefangenen

jungen *Physophora* (Fig. 25) nur ein einziger Polypit (der ursprünglich aus der Larve entstandene) vorhanden (*p*), und dieser war von vier Tastern umgeben. Das oberste (proximale) Ende des Polypiten, der eine Länge von ungefähr 6^{mm} hatte, umschloss einen ovalen Luftsack (*a*), der an der proximalen Insertionstelle einen lebhaft purpurrothen Pigmentfleck zeigte und eine prall gefüllte Luftflasche enthielt. Unterhalb dieser Luftkammer zeigte der Polypit eine starke Einschnürung. Die Körperform des Polypiten im Ganzen war spindelförmig. Rings um die aufgetriebene Mitte des Körpers sassen neben einander die vier Taster, so geordnet, dass der älteste und grösste (*t₁*) fast in der Mittellinie der Rückenseite, der jüngste und kleinste dagegen (*t₄*) ungefähr in der Mittellinie der Bauchseite angebracht war. Die dazwischen sitzenden Taster, der zweite (*t₂*) und dritte (*t₃*) befanden sich demnach auf der linken Seite des Polypiten. Die Taster zeigten sich sehr beweglich, besonders an der Spitze. Zwischen Ectoderm und Entoderm war an den älteren Tastern eine dünne Lage von circulären Muskelfasern zu unterscheiden (Product des Entoderms). Im Ectoderm der Tasterspitze zeigten sich einzelne Nesselkapseln. In der Spalte (dem distalen Ende) der geschlossenen Tasterhöhle war eine kleine Concretion zu bemerken. Jeder Taster trug (ebenso wie bei dem von Huxley beobachteten Exemplar) an der oberen (proximalen) Seite seiner Basis einen dünnen *Tastfaden* (*f*), eine einfache cylindrische Ausstülpung des Tasters selbst, nur wenig länger als dieser. Oberhalb des Tasterkranzes, zwischen diesen und der Luftkammer (*l*) sassen an dem proximalen Theile des Polypiten, der sich nun schon deutlich als Grundlage des ganzen Stammes oder Coenosarks zeigte, 6—8 Knospen von *Schwimmglocken*, in einer Reihe (in der Mittellinie der Bauchseite) hinter einander geordnet. Während die obersten Schwimmglocken erst kleine runde Knöpfchen, einfache blinddarmförmige Ausstülpungen der Leibeswand des Polypiten, darstellten, waren die unteren schon ziemlich entwickelt und zeigten vier Radialgefässe und die Anlage des Cirkelkanals (*n*). Doch war der Knospenkern noch nicht durchbrochen. Dem Tasterkranze gegenüber, auf der rechten Seite des Polypiten, befand sich die Insertion des Fangfadens, welcher in ausgestrecktem Zustande zwei bis dreimal so lang als der Polypit war und 15 Nesselknöpfe von dem oben beschriebenen Bau (Fig. 27) trug; die ältesten (distalen) derselben waren ziemlich lang gestielt. Die Leibes-

wand des Polypiten selbst war ziemlich dick und zeigte zwischen dem verdickten Entoderm und dem dünnen Ectoderm eine starke Lage von ringförmigen Muskelfasern. In der Umgebung des Mundes war das Entoderm dicht gespickt mit grossen Nesselzellen. In dem mittleren Theile des Polypiten, der eigentlich verdaulenden Magenhöhle, unterhalb des Tasterkranzes, waren in dem Entoderm mehrere über einander stehende Querreihen von grossen, blasenförmig aufgetriebenen, runden Zellen zu bemerken, welche ausser dem Kerne einen kugeligen oder ellipsoiden, homogenen, sehr stark lichtbrechenden Körper enthielten. Das Entoderm des Rüssels dagegen erschien aus sehr hohen Cylinderzellen zusammengesetzt, welche schräg von aussen und unten nach innen und oben gerichtet waren.

In Uebereinstimmung mit den anderen oben erwähnten, insbesondere auch den von Gegenbaur beobachteten Jugendzuständen, zeigt also die älteste von mir beobachtete Jugendform der *Physophora* (Fig. 25) mit voller Deutlichkeit, dass der Stamm der Siphonophoren-Colonie oder das Coenosark aus dem primitiven Polypiten selbst entsteht, indem sich in seinem proximalen Ende der Luftsack und unterhalb desselben, in der Mittellinie der Bauchseite, die Schwimmglockenreihe entwickelt. Die Ernährung des ganzen Körpers wird in dieser ganzen Jugendzeit ausschliesslich durch den primitiven Polypiten vermittelt. Selbst nachdem im Umkreise seiner Magenhöhle schon vier Taster nebst ihren Tastfäden entwickelt sind, ist noch keine Spur von secundären Polypiten oder auch nur von deren Knospen zu bemerken. Entsprechend dem einzigen Polypiten ist also auch in der ganzen Jugendperiode nur ein Fangfaden vorhanden, welcher in seinem Bau so höchst auffallend von denen der erwachsenen *Physophora* abweicht.

Die weiteren Veränderungen, welche nun diese am weitesten vorgeschrittenen Jugendform (Fig. 25) noch durchlaufen muss, um in die Gestalt der ausgebildeten *Physophora* (Fig. 26) überzugehen, sind wesentlich folgende: Der Stamm oder das Coenosark streckt sich, ganz vorzugsweise durch Wachsthum des proximalen Polypiten-Endes, welches sich zur Schwimmsäule gestaltet. Zugleich erfährt dieser Theil eine starke spirale Drehung, indem die Schwimmglocken, welche ursprünglich in einer Reihe hinter einander liegen, sich

vollkommen zweizeilig in zwei parallele Reihen ordnen. Der distale Theil des primitiven Polypiten erweitert sich zu der aufgeblasenen Spirale, welche das sphaeroid aufgetriebene distale Stammende bildet, und an welchem die zahlreichen Taster in einer flachen Spiralwindung neben einander sitzen. Dieser Kranz von derben, ausnehmend stark entwickelten Tastern, welche zugleich an Stelle der fehlenden Deckstücke fungiren, bedecken von oben und von den Seiten her ringsum den unten offenen Hohlraum, innerhalb dessen die secundären Polypiten und die beiderlei Geschlechts-Individuen von der unteren Fläche des aufgetriebenen distalen Endes herab hängen. Zugleich mit den secundären Polypiten entwickeln sich deren Fangfäden, welche im Baue ihrer Nesselkapseln (Fig. 28, 29) so auffallend von dem Fangfaden des primitiven Polypiten (Fig. 27) sich unterscheiden.

Auch der *Luftgang* oder *ductus pneumaticus*, durch welchen *Physophora* willkührlich Luft aus dem Luftsacke austreten lassen kann, ist erst ein Product der späteren Entwicklung, offenbar also erst durch phylogenetische Anpassung secundär entstanden. Die Fähigkeit der *Physophora*, *Luft willkührlich auszutreiben*, ist bisher ausschliesslich von Keferstein und Ehlers beobachtet worden, welche auch die den Luftaustritt aus dem Stamme vermittelnde Oeffnung ganz richtig beschreiben (l. c. p. 3, Taf. I, Fig. 30). Diese Angabe ist von Claus und Anderen mit Unrecht in Zweifel gezogen worden (Claus, Neue Beobachtungen etc., p. 13). Ich selbst habe bei *Physophora* die willkürliche Luftaustreibung zu wiederholten Malen beobachtet, und zwar sowohl spontan, als bei chemischer und bei mechanischer Reizung des Stammes. Wenn ich z. B. den Stamm oder die Taster mit der Pincette kniff, oder wenn ich das Wasser mit Sublimat vergiftete, so liess das Thier sofort aus der prall gefüllten Luftflasche eine grosse Quantität Luft in einzelnen Blasen entweichen (Taf. III, Fig. 26) und erleichterte sich dadurch die Flucht in die Tiefe, indem es rasch auf den Boden des Gefässes sank. Die äussere Oeffnung, durch welche die Luft aus dem Stamme entweicht, befindet sich, wie Keferstein und Ehlers richtig angeben, oberhalb der jüngsten Schwimmglocken, an dem distalen Ende der Luftkammer. Der kurze Luftgang oder *ductus pneumaticus*, welcher bei allen von mir beobachteten Jugendzuständen noch gänzlich fehlte, führt aus dem distalen

Ende des Luftsackes durch die Stammwandung hindurch. Ich werde ihn an einem anderen Orte näher beschreiben. Beiläufig bemerke ich hier nur, dass ich den Luftaustritt aus dem Luftsack auch bei *Physalia* und bei *Rhizophysa* wiederholt beobachtet habe. Bei ersterer ist derselbe schon von Eschscholtz, bei letzterer von Huxley und Gegenbaur wahrgenommen worden. Die Austrittsöffnung befindet sich aber bei diesen beiden Genera am proximalen und nicht, wie bei *Physophora*, am distalen Ende des Luftsackes.

Die atlantische *Physophora*, deren Entwicklung ich im Vorstehenden geschildert habe, und welche ich in natürlicher Grösse in Fig. 26, Taf. III, abgebildet habe, stimmt mit keiner der bisher beschriebenen Arten vollkommen überein, insbesondere nicht mit den beiden, am genauesten untersuchten mediterranen Species (*P. hydrostatica* Forskal; *P. Philippi* Köllicker). Sie unterscheidet sich von diesen und den anderen bekannten Arten durch bedeutendere Grösse und durch den Bau der Nesselknöpfe (Taf. IV, Fig. 28, 29), auch durch die Form der Schwimmglocken und durch andere untergeordnete Charaktere, welche ich an einem anderen Orte genau beschreiben werde. An den sehr grossen Nesselknöpfen, deren Stiel beträchtlich erweitert ist, erscheint die Spirale des Nesselstranges (*K*) in eigenthümlicher Form gewunden. Der centrale Hohlraum (*H*), in welchem der Nesselstrang liegt, ist von einer dicken hyalinen knorpelähnlichen Hülle umschlossen (*G*). Sehr stark entwickelt ist die letztere umgebende Hülle (*F*) welche aus sehr grossen, hyalinen, polyedrisch abgestutzten Zellen zusammengesetzt ist. Die äusserste Hülle (*D*) ist, besonders unten, mit sehr vielen stäbchenförmigen Nesselzellen durchsetzt. Die distale Hälfte des Nesselknopfs ist lebhaft roth und gelb pigmentirt; die proximale Hälfte trägt auf zwei entgegengesetzten Seiten (auf der rechten und linken Seitenfläche des Nesselknopfs) zwei charakteristische Augenflecken, bestehend aus einem runden rothen Ringe auf gelbem Grunde, in dessen Centrum ein rother Fleck sich befindet. Die Taster dieser atlantischen *Physophora* sind sehr gross und fest, fast knorpelähnlich hart, und legen sich sehr häufig in der Art zusammen, dass ihre distalen Spitzen sich nahezu berühren (Taf. III, Fig. 26). Jeder Taster trägt einen sehr langen einfachen Tastfaden, welcher von der oberen (pro-

ximalen) Seite seiner Ansatzbasis ausgeht. Die Farbe der Taster ist auf der oberen oder äusseren (proximalen) Fläche lebhaft goldgelb, auf der unteren oder inneren (distalen) zart rosenroth bis purpurroth, besonders intensiv an der distalen Spitze. Der Stamm ist rosenroth gefärbt, das proximale Ende des Luftsackes intensiv purpurroth. Das lebhafte Spiel der sehr langen Fangfäden mit ihren zahlreichen und ungewöhnlich grossen Nesselknöpfen gehört zu den schönsten Erscheinungen in der pelagischen Thierwelt. Ich bezeichne diese prachtvolle Siphonophore, deren genauere Darstellung ich mir vorbehalte, vorläufig mit dem Namen: *Physophora magnifica*.

IV. Beschreibung von Varietäten und Monstrositäten der Physophora-Larven.

(Hierzu Taf. V.)

Darwin's Theorie von der Entstehung der Arten, welcher wir in ihrem weitesten Umfange und mit allen ihren Consequenzen für unbestreitbar richtig halten, hat dem Studium der Varietäten und Monstrositäten ein ausserordentlich erhöhtes Interesse verliehen. Varietäten sind beginnende Arten, und Monstrositäten sind nichts Anderes, als Varietäten, welche in einem ausserordentlich hohen Grade von der Stammform abweichen. Bei meinen Untersuchungen über Siphonophoren war daher auch mein besonderes Augenmerk auf diesen Punkt gerichtet. Aber auch ohne dieses besondere Interesse wäre ich auf diesen Punkt von selbst hingeführt worden durch die ungewöhnlich zahlreichen, mannichfältigen und zum Theil höchst seltsamen Aberrationen von der normalen Larven-Form, welche ich unter den in grosser Zahl gezüchteten Siphonophoren-Larven sich entwickeln sah. Schr geringe Abänderungen in den Lebensbedingungen der Larven, z. B. der höhere oder niedere Temperaturgrad des Wassers in dem sie sich entwickelten, der Umfang und die Form der Wassergefäße, öftere Erschütterungen derselben, die grössere oder geringere Lichtmenge, welche zu denselben Zutritt hatte, und andere derartige scheinbar unbedeutende Einflüsse scheinen im Stande zu sein, die Entwicklung der Siphonophoren in hohem Grade zu beeinflussen und selbst ungewöhnlich monströse Formen hervorzubringen. Ein Blick auf die monströsen Formen der Larven von *Physophora*, welche auf Taf. V,

und von *Crystallodes*, welche auf den beiden Taf. XII und XIII dargestellt sind, wird die Richtigkeit dieser Angabe bestätigen.

Die morphologische Bedeutung dieser Varietäten und Monstrositäten ist wahrscheinlich in hohem Maasse verschieden. Einige derselben sind blosse *Hemmungsbildungen* und repräsentiren das längere Verweilen einzelner Theile auf einem frühen, nicht überwundenen Entwickelungs-Zustande. Andere scheinen Charaktere von älteren Stammeltern der Siphonophoren darzubieten, welche, durch Anpassung verloren gegangen, plötzlich wieder nach dem Gesetze der unterbrochenen Vererbung zur Erscheinung kommen, und sind demnach als *Rückschläge* aufzufassen. Noch Andere endlich neigen zu der Bildung anderer Siphonophoren-Genera und selbst ganz verschiedener Familien hinüber und liefern uns Fingerzeige für deren phylogenetischen Zusammenhang. Von nicht Wenigen dieser abweichenden Larvenformen lässt sich auch denken, dass dieselben, unter günstige Entwickelungs-Verhältnisse gebracht, sich zu ganz eigenthümlichen neuen Formen ausbilden könnten, und dass diese, wenn sie ihre Eigenthümlichkeiten durch Vererbung in mehreren Generationen conserviren, zur Bildung neuer Species und selbst Genera Veranlassung geben könnten.

Im Allgemeinen dürfte zunächst über die Variationen in der Entwicklung der Siphonophoren zu bemerken sein, dass die *Zeitdauer der Entwicklung sehr variabel* ist. Die Angaben, welche im vorhergehenden Abschnitt über die Veränderungen der Larven von *Physophora* an den einzelnen Tagen gemacht sind, müssen als mittlere Durchschnittswerte angesehen werden. In vielen Fällen verlief die Formveränderung rascher, in anderen langsamer. Diese Differenz in der Zeitdauer ist so bedeutend, dass z. B. in einem Falle die Larve schon am siebenten Tage die in Fig. 15 dargestellte Form zeigte, welche sie gewöhnlich erst am zwölften Tage erhält; eine andere Larve dagegen, welche sich auffällig langsam entwickelte, gelangte zu derselben Form erst am sechzehnten Tage. Die Bildung der Primitivhöhle (*z*), welche gewöhnlich auf den sechsten Tag fällt, fand in anderen Fällen schon am vierten und selbst am dritten Tage, in einem Falle dagegen erst am achten Tage statt. Sehr verschieden war ferner der Termin für den Beginn der Luft-

absonderung im Luftsacke. Während derselbe gewöhnlich auf den elften oder zwölften Tag fiel, trat er in einem Falle schon am neunten Tage, und in mehreren Fällen erst viel später, am vierzehnten und selbst noch am sechzehnten Tage ein. Ebenso variabel zeigte sich die Dauer des Nahrungs-dotters (*d*), welcher in einigen Fällen schon am neunten, in anderen erst um den zwanzigsten Tag verschwunden war. Auch der Zeitpunkt für das Erscheinen des Fangfadens und des Tasters, sowie für den Durchbruch der Mundöffnung war sehr veränderlich.

Die zahlreichsten und bedeutendsten Varietäten und Monstrositäten, welche bei Entwickelung der Larven von *Physophora* zu bemerken waren, betrafen die Beschaffenheit des Deckstückes (*b*). Die gewöhnliche Formenreihe, welche dieses Larvenorgan durchlief, ist in Fig. 9—23, Taf. I und II, dargestellt. Sehr häufig aber wich dasselbe von dieser Norm mehr oder minder ab, und zwar sowohl was die Gestalt an sich betrifft, als das Verhältniss seiner Grösse zum übrigen Körper.

Grössen-Veränderungen der Deckstücke (*b*) zeigten sich sowohl als *Atrophieen* (Taf. V, Fig. 30, 31), wie als *Hypertrophieen* (Taf. V, Fig. 32, 33, 34). Die *Atrophie* war in einem Falle bis zum vollständigen Schwunde ausgedehnt, indem die Entwickelung des Deckstücks vollständig ausblieb, und die Larve bis zum XX^{sten} Tage (an welchem sie starb) bloss aus Polypit, Fangfaden und Taster bestand; auch fehlte in diesem Falle die Luftentwickelung im Luftsacke, obwohl die Luftflasche (zusammengefaltet in letzterem liegend) vorhanden war. In anderen Fällen (Fig. 30, 31) bildete das atrophische Deckstück einen kuppelförmigen Aufsatz auf dem proximalen Ende des Polypiten, umhüllte aber nicht als kapuzenförmiger Mantel seine proximale Hälfte. Mit dieser Atrophie des distalen Deckstücktheiles war in einem Falle eine auffallende *Hypertrophie* seines *Nährcanales* (*bc*) verbunden (Fig. 31). Dieser war zu einer grossen kugeligen Blase erweitert, welche den grössten Theil des Deckstücks-Gipfels erfüllte. Die *Hypertrophe* des Deckstückes selbst war gewöhnlich mit auffallender Formveränderung verbunden. Sie ging in einem Falle so weit, dass die Larve fast die Form einer Oceaniden-Meduse annahm (Fig. 33). Der Polypit hatte hier kannm die halbe

Länge des Deckstückes, in dessen geräumiger Schirmhöhle er ganz wie der Klöpfel einer Glocke, oder wie der Magen einer Oceanide, aufgehängt war.

Formveränderungen des Deckstückes (*b*) waren, wie bemerkt, sehr häufig mit seinen Größen-Abnormitäten verbunden. Die gewöhnliche Kapuzenform des Deckstückes ging über in die Form einer Halbkugel, eines Kegels, eines Cylinders, einer Glocke, eines Kahnes, eines Pantoffels u. s. w. (Taf. V, Fig. 30—34). Doch fehlte niemals (sobald der distale Theil des Deckstückes überhaupt entwickelt war) der dorsale Schlitz, ans welchem später der Taster (*t*) hervortritt. In einem Falle (Fig. 34) war gegenüber diesem dorsalen Schlitze ein ganz entsprechender und beinahe eben so grosser ventraler Schlitz entwickelt, so dass das Deckstück aus einer rechten und linken Klappe zusammengesetzt erschien. Jede Klappe hatte einen besonderen Nährcanal (*bc*).

Abweichungen in der Bildung des Nährcanales (*bc*) oder des Ernährungsgefäßes des Deckstückes sind überhaupt immer mit den Abnormitäten der Deckstückmasse selbst verbunden, und wohl meistens Ursache der letzteren. Der Nährcanal (*bc*) zeigt sich überhaupt sehr veränderlich, ebenso wie der rudimentäre, verödete Schirmcanal (*y*) welcher von seiner ventralen Seite ausgehend die Dicke des Gallertschirms durchsetzt und in dem Ectoderm des letzteren mit einem rudimentären Nesselknopf endet (*x*). Während der Nährcanal gewöhnlich von seinem Ursprung an (von der Polypitenbasis) in einem flachen Bogen convex nach der Bauchseite herabsteigt, geht er in anderen Fällen erst nach dem proximalen Ende des Deckstückes hinauf, und biegt sich dann scharf in spitzem Winkel nach abwärts. Die kugelige Erweiterung des Nährcanals (Fig. 31) ist bereits erwähnt. Die Länge, bis zu welcher er im Deckstück herabsteigt, ist sehr verschieden. Am auffallendsten aber ist die *Spaltung* des Nährcanals in mehrere (2—4) Canäle. Zwei Gefässe, ein rechtes und ein linkes, waren in dem zweiklapigen Deckstück (Fig. 34) vorhanden. Zu diesen kam ein drittes distales Gefäss (aus einer Erweiterung des rudimentären Schirmcanals bestehend) bei dem glockenförmigen hypertrofischen Deckstück (Fig. 33). Ein einziges Mal fanden sich selbst vier Canäle, und zwar in dem kahnförmigen

Deckstück (Fig. 32). Sollten diese vier Gefässe vielleicht auf die ursprünglichen vier Canäle des Medusenschirms zu beziehen sein?

Abnormitäten des Luftsackes (α) fanden sich nächst den Variationen des Deckstückes an häufigsten bei unseren *Physophora*-Larven, und zwar sowohl als Atrophieen, wie als Hypertrophieen. Als *Atrophie des Luftsackes* fasse ich namentlich den in Fig. 32 abgebildeten Fall auf, in welchem der Luftsack (α) oder das „*Entoderma reflexum*“ von Huxley überhaupt nicht zur Abschürfung von der Primitivhöhle, resp. von dem (zugleich hypertrophischen) Nährkanal des Deckstückes gelangt war. Trotzdem war die Luftflasche (u) vorhanden, lag aber zusammengefaltet, ohne Spur von Luftentwickelung, in der mit Flüssigkeit gefüllten Cavität des Luftsackes (αc). Das letztere war ebenso der Fall bei dem Luftsack der zweiklappigen Larve (Fig. 34); auch hier fehlte die Luftentwickelung, während die Luftflasche (u) in dem rings geschlossenen Luftsack lag. Als *Hypertrophie des Luftsackes* fasse ich jene Fälle auf, wo im Gegentheil die Luftentwickelung in dem Luftsacke eine übermässige war, und letzteren zu einer colossalen Blase ausgedehnt hatte (Fig. 31, 30). Die extremen Fälle der letzteren Art, wo die ellipsoide Luftflasche halb so gross als der ganze Polypit wird (Fig. 30), sind offenbar in hohem Grade geeignet, die eigenthümliche Bildung der *Physalia* zu erläutern.

Von weit geringerem Interesse, als diese auffallenden Monstrositäten des Luftsackes und des Deckstückes, sind die übrigen Abweichungen, welche während der Entwicklung der *Physophora*-Larven beobachtet wurden, und welche die Grösse und Form des Polypiten, seines Fangfadens und des ersten Tasters betreffen. Da dieselben nicht zur Erläuterung morphologischer Verhältnisse dienen können, wollen wir sie hier übergehen.

V. Systematische Bemerkungen über das neue Agalmiden-Genus *Crystallodes*.

(Hierzu Taf. X.)

Das Siphonophoren-Genus *Crystallodes*, dessen individuelle Entwickelungsgeschichte der nächstfolgende Abschnitt (VI) giebt, gründe ich für eine neue atlantische Physophoride, welche ich auf Taf. X abgebildet habe. Da ich dieses eigenthümliche Genus an einem anderen Orte ausführlich beschreiben und dort auch seine systematische Stellung näher erörtern werde, so beschränke ich mich hier nur auf einige nothwendige Bemerkungen zur Rechtfertigung des neuen Genus.

Unter allen bisher genauer beschriebenen Siphonophoren zeigt unser, auf Taf X abgebildetes *Crystallodes rigidum* die meiste Aehnlichkeit mit dem von Eschscholtz beschriebenen *Agalma Okenii* (Oken's Isis, XVI, 1825, p. 743, Taf. V; Eschscholtz, System der Acalephen, 1829, p. 150, Taf. XIII, Fig 1). Die Beschreibung und Abbildung von Eschscholtz, dessen vortreffliches „System der Acalephen“ die Grundlage für alle folgenden systematischen Arbeiten über Hydromedusen wurde, ist so genau und für die damalige Zeit so vollkommen, dass sich die wesentlichen Charaktere seines Genus *Agalma* daraus mit genügender Sicherheit erkennen lassen.

Nach dieser Darstellung von Eschscholtz würde sein *Agalma Okenii*
6 *

mit meinem *Crystallodes rigidum* übereinstimmen in folgenden Merkmalen: 1°, Der Stamm der Siphonophore, oder das Coenosark, welches die Axe des ganzen Körpers bildet, ist starr und keiner auffallenden Verlängerung und Verkürzung fähig, wie bei anderen nächstverwandten Physophoriden (*Agalmopsis*, *Halistemma*, *Forskalia*). 2°, Diese Steifheit des Körpers wird wesentlich dadurch bewirkt, dass die Deckstücke sehr beträchtlich keilförmig verdickt und ebenso fest an einander gefügt sind, wie die Schwimmglocken; die prismatische Deckstücksäule, welche die untere (distale) Hälfte des steifen Körpers bildet, ist daher ebenso starr und fest, als die Schwimmstücksäule, welche die obere (proximale) Hälfte bildet. 3°, Die Schwimmstücksäule ist zweizeilig, aus zwei gegenständigen Längsreihen von Schwimmglocken gebildet. 4°, Die Nesselknöpfe sind von einem Mantel oder Involuerum unabhüllt und enden mit drei Anhängen, zwei seitlichen Endfäden und einer zwischen ihnen befindlichen mittleren Endblase (ebenso wie bei *Agalmopsis*).

Ich würde nun nach dieser wesentlichen Uebereinstimmung kein Bedenken tragen, meine neue atlantische Physophoride dem Genus *Agalma* (in dem ursprünglichen Sinne seines Begründers Eschscholtz) einzureihen, und als *Agalma rigidum* zu bezeichnen, wenn nicht beide Formen in einem Character, welcher mir von generischer Bedeutung zu sein scheint, sich sehr auffallend unterschieden.

Bei meinem *Agalma rigidum* sind die Anhänge (die hydroiden Individuen), welche an der distalen Stammhälfte, der Deckstücksäule, ansitzen, in bestimmten unveränderlichen Abständen regelmässig vertheilt, so dass, ähnlich wie bei *Apolemia uvaria*, eine Reihe von mehreren (6—9) Individuen-Gruppen oder Trauben entsteht. Diese gleich weit von einander entfernten Gruppen sind durch weite Zwischenräume getrennt, welche nur von den verdickten Deckstücken ausgefüllt werden. Jede Gruppe besteht aus einem einzigen Polypiten, einem einzigen, an der Basis des letzteren angehefteten Fangfaden, mehreren Tastern, den beiderlei Geschlechts-Stücken etc. Alle diese *distincten Individuen-Gruppen* sitzen in einer Reihe hinter einander, *einzelig* am Stämme, und zwar fällt ihre Anheftungslinie zusammen mit der Mittel-

linie der Bauchseite des Stammes, in deren Verlängerung die eine (ventrale) Reihe der Schwimmglocken liegt. Auf der entgegengesetzten, dorsalen Seite der Deckstücksäule finden sich daher blos Deckstücke vor. Ferner treten die Fangfäden von jeder Individuen-Gruppe, resp. von ihrer Anheftungsstelle an der Polypiten-Basis, direct nach aussen, indem sie sich fast rechtwinklig vom Stämme entfernen und zwischen den dichtgedrängten Deckstücken hindurch einen Weg bahnen. Die Fangfäden hängen daher nur von der ventralen Oberfläche der Deckstücksäule herab, nahezu in gleichen Abständen zwischen den Zackenrändern der zapfenähnlichen Deckstücksäule hervortretend. In allen diesen Beziehungen verhält sich mein *Agalma rigidum* ganz ähnlich der *Stephanomia Amphitrites*, welche zuerst von Péron, später von Huxley beobachtet wurde (Oceanic Hydrozoa, p. 72, Pl. VII). Allein die Nesselknöpfe von dieser letzteren endigen mit einem einfachen Endfaden.

Bei dem *Agalma Okenii* dagegen scheinen nach den Abbildungen von Eschscholtz (welche in der Regel sehr sorgfältig und naturgetreu sind), die an der distalen Stammhälfte ansitzenden hydroiden Individuen (Polypiten, Fangfäden, Geschlechtsstücke etc.) nicht einzeitig und in Gruppen vertheilt, sondern ringsum zerstreut am Stämme zu sitzen, und die Deckstücke „sind dicht an einander gefügt, ohne einen Zwischenraum zu lassen, und bilden zusammen eine Röhre, welche den Saugröhren und Fangfäden zum Schutz und zum Durchgange dient.“ Ausdrücklich dieses letztere, eigenthümliche Verhalten bestätigend, bemerkt dann Eschscholtz noch bei *Stephanomia Amphitrites*: „Es unterscheidet sich diese Gattung von *Agalma (Okenii)* durch die regelmässig gereihten Schuppenstücke (Deckstücke) und dadurch, dass sich letztere eines vom andern entfernen kann, wodurch eine Spalte entsteht, durch welche die Fangfäden und Saugröhren hervortreten. Bei *Agalma* bilden die Schuppenstücke eine feste Röhre, aus deren unterer Oeffnung allein die Fangfäden hervorkommen können.“ Nach Eschscholtz's eigenem Urtheil würde also unser *Agalma rigidum* eher zu *Stephanomia* als zu *Agalma* gehören. Von dem ersten ist es aber wieder durch die Nesselknöpfe verschieden, die wie bei letzterem gebildet sind. Dagegen scheint das *Agalma breve* Huxley's (l. c. p. 75, Pl. VII) sich in jenen wesent-

lichen Beziehungen ganz wie das *Agalma Okenii*, der ursprüngliche Typus dieser Gattung, zu verhalten, und nur specificisch von diesem verschieden zu sein.

Die neue atlantische Agalmide, welche ich auf Taf. X abgebildet habe, scheint mir demnach in der That ein besonderes neues Genus zu bilden, welches zwischen *Agalma (Okenii, breve)* und *Stephanomia (Amphitrites)* in der Mitte steht. Mit ersterem theilt dasselbe den Bau der Nesselkapseln, mit letzterer die characteristische einzelige Vertheilung der Individuen-Gruppen an der Deckstücksäule. Ich nenne dieses Genus, wegen der starren, prismatischen, krystallähnlichen Körperbeschaffenheit: *Crystallodes* (*χρυσταλλόδες*, krystallartig) und die Species: *Crystallodes rigidum*.

Die neueste systematische Aufzählung aller bekannten Familien, Gattungen und Arten von Siphonophoren hat Louis Agassiz gegeben, im neunten Capitel des vierten Bandes der „Contributions to the natural history of the united States“ (1862). In der auf p. 366—372 befindlichen „tabellarischen Uebersicht der Hydroiden“ wird die Siphonophoren-Gruppe in folgende vier Unterordnungen gebracht; I. *Porpitae* (*Velella*, *Porpita*); II, *Physaliae* (*Physalia*); III, *Physophorae* (1, *Pethosomeae*; 2, *Physophoridae*; 3, *Agalmidae*; 4, *Apolemiae*; 5, *Anthophysidae*; 6, *Rhizophysidae*). IV, *Diphyae* (1, *Prayidae*; 2, *Diphyidae*; 3, *Abylidæ*). Von diesen Gruppen müssen wir hier die Familie der Agalmiden, aus der Unterordnung der Physophoren, noch in nähere Erwägung ziehen, da in derselben mehrere Genera erwähnt werden, welche möglicherweise mit unserem *Crystallodes* identisch sein könnten.

In der Familie der Agalmiden unterscheidet L. Agassiz folgende zehn Genera: 1, *Agalma* Eschscholtz (*A. Okenii*); 2, *Crystallomia* Dana (*C. polygonata*); 3, *Tlemnophysa* Agass. (*T. alveolata*); 4, *Sphyrophysa* Agass. (*S. intermedia*, *S. brevis*); 5, *Stephanomia* Péron et Les. (*S. Amphitritis*); 6, *Forskalia* Kölliker (*F. contorta*, *F. Edwardsii*, *F. ophiura*); 7, *Agalmopsis* Sars (*A. elegans*, *A. Sarsi*, *A. clavatum*); 8, *Halistemma* Huxley (*H. rubrum*, *H. punctatum*); 9, *Phyllophysa* Agass. (*P. foliacea*); 10, *Cuneolaria* Eysenhardt (*C. incisa*, *C. triangularis*, *C. heptacantha*, *C. imbricata*).

Von diesen zehn Agalmiden-Genera sind bloss fünf bis jetzt wenigstens so weit bekannt, dass deren Unterscheidung möglich und ihre Aufstellung gerechtfertigt ist, nämlich die Gattungen *Agalma*, *Stephanomia*, *Forskalia*, *Agalmopsis* und *Halistemma*. Von den fünf übrigen sind mindestens vier auf jeden Fall zu streichen, nämlich *Cuneolaria* Eysenhardt (synonym mit *Sarcoconus* Lesson) und die drei von Agassiz neu aufgestellten Gattungen *Temnophysa*, *Sphyrophysa* und *Phyllophysa*. Wodurch *Sphyrophysa* (*Agalma breve* Huxley) sich generisch von *Agalma* (*Okenii*) unterscheiden soll, ist nicht ersichtlich, da Agassiz seiner tabellarischen Aufzählung keine Charakteristiken der Gruppen, Genera und Species beigelegt hat, und auch nicht beifügen konnte. *Temnophysa* ist *Stephanomia alveolata* von Quoy et Gaimard; *Phyllophysa* ist *Stephanomia foliacea* von Quoy et Gaimard; *Cuneolaria* umfasst (ausser *C. incisa*-Eysenhardt, bloss eine abgelöste Schwimmglocke einer Agalmide!) drei andere *Stephanomia*-Arten von Quoy et Gaimard. Alle diese *Stephanomia*-Arten beruhen aber, gleich den meisten von Quoy et Gaimard beschriebenen Hydromedusen-Arten (und insbesondere den Siphonophoren-Arten) auf so schlechten Beobachtungen und so unbrauchbaren Darstellungen, dass eine kritische Revision der Species darauf gar keine Rücksicht zu nehmen braucht. Es ist in der That bei jenen willkürlichen Darstellungen von Quoy und Gaimard, die noch dazu meist nur verstümmelte Individuen oder einzelne Bruchstücke betreffen, ganz unmöglich, zu bestimmen oder nur zu errathen, auf welche Agalmiden-Genera dieselben zu beziehen sein könnten. Jene Darstellungen sind nur unnützer Ballast der Wissenschaft.

Es könnte also nur noch eine einzige Agalmiden-Gattung hier in Frage kommen, nämlich die von Dana kurz beschriebene und abgebildete *Crystallomia polygonata*, welche im Stillen Meere unter 30° N. B. und 179° O. L. gefangen wurde (Vergl. „Memoirs of the American Academy of arts and sciences,” New-Series, Vol. VI, part. I (1857) p. 459—460; Pl. XII, Fig. A—F). Allein auch diese Darstellung ist zu unvollkommen, als dass sich daraus mit Sicherheit auf eine generische Identität von Dana’s *Crystallomia* und unserem *Crystallodes* schliessen liesse. Es ist auch möglich, das *Crystallomia polygonata* zu *Agalma* gehört, oder dass es ein besonderes Genus

repräsentirt. Die Nesselknöpfe von *Crystallomia* gleichen denen von *Agalma* und von *Crystallodes*.

Nach meiner Ansicht würden demgemäß bei unseren gegenwärtigen Kenntnissen in der Agalmiden-Familie nur folgende sechs Genera zu unterscheiden sein, welche sich nach der verschiedenen Beschaffenheit der Nesselknöpfe in die beiden Subfamilien der *Halistemmaceen* und der *Crystallodaceen* gruppiren lassen.

UBERSICHT DER GENERA IN DER SIPHONOPHOREN-FAMILIE DER AGALMIDEN.

Familia: AGALMIDA, Brandt. *Synonym: STÉPHANOMIADA*, Huxley).

- I. Subfamilia: Halistemmacea. Endfaden der Nesselknöpfe einfach.
 1. GENUS: *Forskalia* Köllicker. Schwimmstücke vielzeilig. Nesselknöpfe nackt.
Species: 1, *F. contorta* Leuck.; 2, *F. ophiura* Leuck.; 3, *F. Edwardsii* Köllicker; 4, *F. formosa* Keferst. et Ehlers.
 2. GENUS: *Halistemna* Huxley. Schwimmstücke zweizeilig. Nesselknöpfe nackt.
Species: 1, *H. rubrum* Huxley; 2, *H. punctatum* Agass. (*Agalmopsis punctata* Kölл.); 3, *H. carum* (*Nanouia cara* Agass.).
 3. GENUS: *Stephanomia* Péron et Les. Schwimmstücke unbekannt. Nesselknöpfe von einem Mantel (Involucrum) umgeben.
Species: 1, *S. Amphitrites* Pér. et Les.
- II. Subfamilia: CRYSTALLODACEA. Endfaden der Nesselknöpfe doppelt; mit einem mittleren Sack zwischen beiden Endfäden. Nesselknöpfe von einem Mantel (Involucrum) umgeben.
 4. GENUS: *Agalmopsis* Sars. Stamm sehr contractil und verkürzbar, mit blattförmigen, dünnen, durch weite Zwischenräume getrennten Deckstücke. Individuen (Polypiten etc.) allseitig (spiraling) am Stämme zerstreut. Fangfäden allseitig vom Stamme abtretend.
Species: 1, *A. elegans* Sars; 2, *A. Sarsii* Köllicker; 3, *A. clavatum* Leuckart.

5. GENUS: *Agalma* Eschscholtz. Stamm starr und nicht merklich verkürzbar, mit keilförmigen, dicken, eng an einander liegenden Deckstücken. Individuen (Polypiten etc.) allseitig (spiralig) am Stamme zerstreut. Fangfäden nur am distalen Stammende vortretend.

Species: 1, *A. Okenii* Eschscholtz; 2, *A. breve* Huxley.

6. GENUS: *Crystallodes*, nov. gen. Stamm starr und nicht merklich verkürzbar, mit keilförmigen, dicken, eng an einander liegenden Deckstücken. Individuen-Gruppen (Polypiten etc.) in Intervallen einzelnig auf der Bauchseite des Stamms. Fangfäden zwischen den Deckblättern auf der Bauchseite vortretend.

Species: 1, *C. rigidum*, nov. spec.

CHARAKTERISTIK VON *Crystallodes rigidum*, NOV. SPEC.

Taf. X, Fig. 65—71.

Die Länge des ganzen Körpers (von einem grössten Exemplare, mit 12 ausgebildeten Schwimmglocken und 9 Individuengruppen) beträgt 50^{mm}. Die Länge der Schwimmstück-Säule (mit 12 ausgebildeten Schwimmglocken) beträgt 20^{mm}, die Breite ihrer ventralen oder dorsalen Seite (Fig. 65) 8^{mm}; die Dicke (die Dorsoventralaxe) ihrer rechten oder linken Seite (Fig. 66) 12^{mm}. Die Länge der Deckstück-Säule (mit 9 Individuen-Gruppen) beträgt 30^{mm} (mit 6 Individuen-Gruppen 20^{mm}), ihre Breite (und ebenso ihre Dicke) 12^{mm}. Die zweizeilige Schwimmstück-Säule bildet ein sechsseitiges Prisma (Fig. 67). Die Deckstück-Säule dagegen hat fast einen cylindrischen Umfang, nur durch die vorspringenden Zacken der Deckstücke schuppig-rauh.

Der Stamm oder das Coenosarc (s) ist eine farblose, fast gerade, nur wenig geschlängelte Röhre von 50^{mm} Länge und $\frac{1}{2}$ —1^{mm} Durchmesser. Sein orales (distales oder unteres) Ende wird durch die älteste Individuen-Gruppe gebildet, sein aborales (proximales oder oberes) Ende durch die Luftkammer. Das aborale Ende des in der Luftkammer eingeschlossenen Luftsackes ist purpurroth gefärbt.

Die zweizeilig angeordneten Schwimmglocken sind an ihrer aboralen (proximalen) Seite durch einen tiefen Ausschnitt in zwei keilförmige Schenkel gespalten. Die zugeschrärfeten Schenkelenden der gegenständigen Schwimmstücke legen sich dergestalt über einander, das die beiden Ausschnitte

zusammen eine rundliche Oeffnung umschliessen (Fig. 67). Die Reihe dieser Oeffnungen bildet den graden Canal, in welchem der Stamm liegt. Aus der Höhle des Stammes tritt an jeden Schwimmglocken-Ausschnitt ein Nähr-canal, welcher die Gallertmasse durchsetzend in die aborale Ausbuchtung des muskulösen Schwimmsackes (der Subumbrella) eintritt und sich hier in vier Schenkel (Radialcanäle) spaltet. Zwei dieser Canäle (der dorsale und ventrale) sind fast grade und laufen direct in der Wand des Schwimmsackes zu seiner Mündung herunter. Die beiden anderen Canäle (rechter und linker) sind ungefähr dreimal so lang, laufen zu den beiden lateralen Flügeln des Schwimmsackes, bilden dort eine doppelte Schlinge und treten dann erst zur Mündung des Schwimmsackes herab, wo sie sich mit den beiden anderen Canälen in einem die Mündung umgebenden Ringcanal vereinigen (Fig. 67).

Die Deckstücksäule bestand meistens aus sechs, bei dem grössten beobachteten Individuum (Fig. 65, 66) aus neun, durch gleiche Abstände getrennten Individuen-Gruppen, deren Zwischenräume fast vollständig durch die dicken, keilförmigen und prismatischen Deckstücke (Fig. 68—71) ausgefüllt waren. Jede Individuen-Gruppe besteht aus einem farblosen Polypten, einem auf dessen ventraler Basis entspringenden sehr langen Fangfaden, zwei bis drei Tastern oder Hydrocysten, einem männlichen und mehreren weiblichen Geschlechts-Stücken (Sexual-Medusen). Der Fangfaden ist mit sehr zahlreichen, langen, secundären Fangfäden besetzt, deren jeder am Ende einen Nesselknopf trägt. Dieser Nesselknopf (Fig. 72) enthält einen in 2—3 (selten 4) Spiralen aufgerollten, purpurroth gefärbten Nesselstrang, welcher von einem glockenförmigen Mantel (Involucrum) umhüllt ist. Der selbe endigt in zwei dünne schlanke Endfäden, zwischen denen sich ein langer, mit Flüssigkeit erfüllter Sack befindet.

VI. Individuelle Entwicklungsgeschichte von Crystallodes.

(Hierzu Taf. VI-IX.)

Die reifen Eier von *Crystallodes rigidum* sind kugelig und haben einen Durchmesser von $0,6^{\text{mm}}$ (Taf. VI, Fig. 35). Wie bei den übrigen Siphonophoren ist die Eizelle ganz nackt und das hüllenlose Protoplasma (Dotter) ist wasserhell und durchsichtig. Der Zellenkern der Eier, das Keimbläschchen, ist kugelig, stark lichtbrechend, von $0,08^{\text{mm}}$ Durchmesser. Das in demselben enthaltene Kernkörperchen oder der Keimfleck ist ebenfalls kugelig, von $0,02^{\text{mm}}$, und umschliesst ein innerstes kugeliges Körperchen, den Nucleolinus oder Keimpunkt, von $0,005^{\text{mm}}$.

Der *Furchungsprocess* der Eier von *Crystallodes* ist nicht wesentlich von demjenigen der *Physophora*-Eier verschieden, welchen wir oben (p. 18) bereits geschildert haben. Wie bei dem letzteren, bildet der daraus hervorgehende kugelige Zellenhaufen (Taf. VI, Fig. 36) anfangs eine Maulbeerförmige, unregelmässig höckerige Masse, deren Oberfläche erst im Verlaufe des zweiten Tages sich glättet und sphärisch abrundet. Während dieser Zeit vollführen die oberflächlich gelegenen Furchungs-Kugeln eigenthümliche amoebenähnliche Bewegungen.

Diese amoeboiden Bewegungen der *Furchungskugeln*, welche ich auch bei *Physophora* und *Athorybia* beobachtete, scheinen bei *Crystallodes* von beson-

derer Lebhaftigkeit zu sein (Taf. VI, Fig. 36; Taf. XI, Fig. 75, 76). Niemals bemerkte ich dieselben gleichzeitig an allen Zellen der Oberfläche, sondern in der Regel nur an dem dritten oder vierten Theil derselben. Die Zahl der oberflächlich gelegenen Furchungs-Zellen mag ungefähr 40—60 betragen, von denen in der Regel 10—20 die amoebenartigen Fortsätze ausstreckten. Wurden diese wieder eingezogen, so begann an den benachbarten Zellen dasselbe Spiel. Die Form der rundlichen, durch den Druck der Nachbarzellen polyedrisch abgeflachten Zelle schien sich dabei nur an jener Seite zu verändern, welche nackt an der Oberfläche des Zellenhaufens lag. Gewöhnlich erhoben sich in der Mitte dieser Fläche 4—8 fingerförmige Fortsätze von ungefähr gleicher Grösse, welehe ihre stumpfen (seltener konischen) Spitzen gegen einen gemeinsamen Mittelpunkt hin neigten. Bisweilen sah es aus, als ob dieselben eine kleine, zwischen und unter ihnen befindliche grubenförmige Vertiefung überwölbten. Je länger ihre Erhebung andauerte, desto höher und spitzer wurden diese tentakelähnlichen Fortsätze des Protoplasma. Endlich rundeten sie sich stumpf ab, und flossen wieder in die gemeinsame Plasmamasse des Zellenleibes zurück.

Nach Vollendung der Furchung besitzen die grossen polyedrischen Zellen, welche nun den kugeligen Leib zusammensetzen, einen mittleren Durchmesser von $0,1\text{mm}$. Sie sind auch jetzt noch vollkommen nackt und hüllenlos. Das Protoplasma ist vollkommen wasserhell und hyalin, so dass die feinen Umlaufslinien der polygonalen Grenzflächen scharf hervortreten. Sehr klar schimmert durch die Zellsubstanz der Nucleus hervor, ein klarer kugeliger Körper von $0,01\text{mm}$, in welchem ein kleiner dunkler Nucleolus sichtbar ist.

Nahdem die kugelige Oberfläche des Zellenhaufens sich im Verlaufe des zweiten Tages geglättet hat, überzieht sie sich gewöhnlich schon am Ende desselben mit einem dichten und feinen Flimmerepithel, ohne dass jedoch die Zellen der Oberfläche, in der Weise wie bei *Physophora*, sich von den darunter liegenden differenzirten. Vielmehr tritt an dem bei weitem grössten Theile der Oberfläche hier eine solche Sonderung in Ectoderm und Entoderm erst sehr spät ein, wenn der Dotter schon nahezu aufgezehrt ist. Das

Flimmerepithel überzieht aber auch hier die gesamte Körperoberfläche während des ganzen Larvenlebens, so lange dasselbe verfolgt werden konnte. Vermöge dieses Wimperkleides zieht die Larve, langsam rotirend, im Wasser umher.

Am dritten Tage bereits erfolgt an den Larven von *Crystallodes* eine Reihe von wichtigen Veränderungen. Die Entwicklung geht von nun an viel schneller vorwärts als bei *Physophora*, und die bedeutende Kluft, welche die Entwickelungs-Vorgänge beider Genera trennt, wird schon jetzt erkennbar. Die Gesamtform der *Crystallodes*-Larve bleibt kugelig, und geht nicht in die ellipsoide über, wie bei *Physophora*. Ferner tritt die Differenzirung der oberflächlichen Zellschicht in Ectoderm und Entoderm nicht auf der ganzen Oberfläche, wie bei letzterer, sondern bloss an einer einzigen Stelle ein. Es zeigt sich nämlich am Anfang des dritten Tages an der kugeligen wimpernden Larve von *Crystallodes*, welche aus lauter gleichartigen, wasserklaren, polyedrischen Zellen zusammengesetzt ist, ein kreisrunder dunklerer Fleck, und zwar an derjenigen Stelle der Oberfläche, welche dem späteren aboralen oder proximalen Pole der Längsaxe entspricht. Dieser Fleck, der *Fruchthof* (*area germinativa*) genannt werden kann, ist bedingt durch eine rasche Vermehrung der Zellen an dieser Stelle der Oberfläche.

Der Fruchthof lässt gewöhnlich schon im Beginn des dritten Tages eine Zusammensetzung aus drei über einander liegenden Zellschichten, welche sich von den darunter liegenden wasserklaren Dotterzellen scharf absetzen, erkennen. Diese drei Schichten oder *Blätter des Fruchthofes* sind: 1°, das äussere Keimblatt oder Ectoderm; 2°, das mittlere Keimblatt oder die äussere Lamelle des Entoderms; 3°, das innere Keimblatt oder die innere Lamelle des Entoderms.

Die beiden Lamellen des Entoderms heben sich bald von einander ab, indem sich ein wenig Flüssigkeit zwischen ihnen ansammelt (Taf. VI, Fig. 37). Dadurch entsteht am proximalen Pole der kugeligen Larve die kleine linsenförmig-biconvexe *Primitivhöhle* (*z*), die erste Anlage des Gastrovascu-

larsystems. Die äussere (proximale) Wand dieser Höhle wird von dem wimpernden Ectoderm oder dem äusseren Keimblatt (e) und von dem mittleren Keimblatt gebildet, die innere (distale) Wand von dem inneren Keimblatt, welches dem kugeligen Dotter unmittelbar aufliegt.

Die beiden Blätter, welche die äussere Wand der Primitivhöhle bilden, heben sich gewöhnlich schon im Verlauf des dritten Tages von einander ab, indem sich zwischen ihnen eine vom Ectoderm ausgeschiedene homogene Gallertmasse anhäuft (Taf. VI, Fig. 38, q). Dadurch erhebt sich über den proximalen Pol der kugeligen Larve eine fast halbkugelige Hervorragung, die Anlage des ersten (oder aboralen) *Deckstückes* (b_1). Die Linsenform der Primitivhöhle geht währenddem in die kugelige und dann in eine fast cylindrische Form über. Bald erscheint sie dann in der Mitte eingeschnürt, indem sie sich sowohl nach oben, als nach unten, beutelförmig erweitert. Der obere oder proximale Vorsprung der Primitivhöhle (Fig. 38 bc), welcher in die Gallertmasse des Deckstücks hineinragt, ist die Anlage des *Nährcanales* des letzteren. Der untere oder distale Vorsprung dagegen (Fig. 38 ac) ist die erste Anlage des *Luftsackes*. In den Zellen des Entoderms, welches als vollkommen geschlossener Sack die Wand der zweikammerigen Primitivhöhle bildet, lagert sich ein trübökörniges Pigment ab, welches bei durchfallendem Lichte bräunlich gelb, bei auffallenden Lichte spanggrün erscheint.

Die Bildung des Fruchthofes und der Primitivhöhle zeigte bei vielen der von mir beobachteten *Crystallodes*-Larven auffällende Abweichungen von der so eben geschilderten Form, welche den normalen Entwicklungsgang darzustellen scheint. Der Fruchthof zeigte häufig keine kreisrunde, sondern eine elliptische oder ovale oder geigenförmige, bisquitförmige Gestalt, ganz ähnlich dem Fruchthof eines Wirbelthieres. Das Deckstück nahm dann keine halbkugelige, sondern eine langgestreckte, fast halb cylindrische Form an. Die im Fruchthof sich bildende Primitivhöhle erlangte dann sogleich eine mehr oder minder gestreckte, röhrenförmige Gestalt, und mehrmals erschien sie S-förmig gekrümmmt, indem die proximale Kammer einen convex gekrümmten Vorsprung in das Deckstück hinein (nach der Bauchseite zu), die distale Kammer einen concav gekrümmten Vorsprung in den Dotter hinein

(nach der Rückenseite zu) bildete. Eine sehr auffallende Abweichung zeigten mehrere Larven darin, dass die Primitivhöhle sogleich nach ihrer ersten Anlage sich verzweigte, und mehrere (3—4) Ausstülpungen nach aussen trieb, welche als junge Knospen-anlagen zwischen der Basis des Deckstücks und dem anliegenden Dotter (*d*) nach aussen (nach der Bauchseite zu) vorsprangen. Einigemale schien es mir sogar, als ob mehere (3—4) Knospen unabhängig von einander aus demjenigen Theile des Dotters hervorsprossen, welcher von der Deckstückanlage bedeckt war, und als ob jede dieser Knospen sich selbstständig in ihrem Inneren aushöhlte, so dass mehrere von einander unabhängige Primitivhöhlen entstehen würden, die später zusammenflössen. Doch war die Beobachtung dieser Verhältnisse so schwierig, dass ich nichts Sichereres darüber mit Bestimmtheit angeben kann.

Am vierten Tage (Taf. VI, Fig. 39, 40) tritt gewöhnlich zuerst die erste Knospe auf, welche von der Primitivhöhle sich abzweigt. Es ist dies ein kleiner Blindsack (*pc*), welcher zwischen den beiden Abtheilungen der Primitivhöhle, dem Nährkanal des Deckstücks (*bc*) und der Höhlung des späteren Luftsackes (*ac*), nach der Bauchseite zu vorgestülpt wird, und hier, von dem ventralen Ende des Deckstücks bedeckt, unmittelbar dem Dotter aufliegt. Die Wand dieses kleinen rundlichen Blindsacks wird aus den beiden Bildungshäuten, dem wimpernden Ectoderm (*e*) und dem pigmentirten Entoderm (*i*) gebildet. Diese Knospe ist die Anlage des *primitiven Polypiten* (*p*).

Mit dieser Bildung des ersten Polypiten als einer Knospe der Primitivhöhle ist nun schon die eigenthümliche Entwickelungsrichtung eingeschlagen, welche den Entwicklungsgang des *Crystallodes* so tief von demjenigen der *Physophora* scheidet. Während bei *Physophora* (und ebenso wahrscheinlich bei *Physalia*) der *ganze Furchungsdotter* (der aus der Eifurchung hervorgegangene kugelige Zellenhaufen) zum Leibe des Polypiten und seines Deckstücks wird, bilden sich diese beiden primitiven Körpertheile bei *Crystallodes* (und ebenso bei *Athorybia*) nur aus einem *kleinen Theile* (dem Fruchthofe) des *Furchungsdotters*, während der bei weitem grössere Theil des letzteren einfach als Nahrungsmaterial für die sich entwickelnde Larve dient und von dieser allmählich aufgebraucht wird. Wir können daher hier, ebenso gut

als bei den Wirbelthieren, unterscheiden zwischen einem kleineren *Bildungsdotter* oder *lecithus formativa*, aus welchem sich zunächst der Fruchthof, später die Theile des Larvenkörpers bilden, und einem grösseren *Nahrungsdotter* oder *lecithus nutritiva*, welcher unverändert aus gleichartigen Zellen (den Furchungskugeln) zusammengesetzt bleibt, und um so mehr abnimmt, je stärker der auf seine Kosten sich entwickelnde Larvenkörper zunimmt. Diesen letzteren, den Nahrungsdotter, werden wir von nun an kurzweg als *Dotter* (*d*) bezeichnen.

Wenn wir die *Crystallodes*-Larve vom vierten Tage (Taf. VI, Fig. 39, 40), topographisch zu bestimmen versuchen und dazu die bei der *Physophora*-Larve gewonnenen festen Anhaltspunkte benützen, so müssen wir, wie dort, die Längsaxe des primitiven Polypiten als die *Hauptaxe* des ganzen Larvenkörpers betrachten, seinen Mund als *Oralpol* oder Distalpol, seine Insertionsstelle an der Primitivhöhle als *Aboralpol* oder Proximalpol. Ferner bezeichnen wir diejenige Seite, auf welcher die ferneren Knospen hervorsprossen, aus den im zweiten Abschnitt erläuterten Gründen, als *Bauchseite*, und die entgegengesetzte, knospenlose als *Rückenseite*. Der Luftsack (*a*) liegt dann im Rücken des Polypiten, und ebenso muss, wie namentlich die späteren Entwickelungs-Stadien deutlich zeigen, der *Dotter* (*d*) als *rückenständig* bezeichnet werden.

Die Veränderungen, welche die *Crystallodes*-Larve am vierten Tage, abgesehen von der Bildung des primitiven Polypiten, erleidet, bestehen vorzüglich in beträchtlicher Vergrösserung des Deckstückes (*b*), dessen Nährkanal (*bc*), anfangs grade aufsteigend, sich nach vorn, nach der Bauchseite zu, umbiegt, und sich in dieser Richtung ansehnlich verlängert. Das Gastrovascularsystem besteht nunmehr aus drei, in einem Punkte zusammen treffenden Canälen, der dorsalen Höhle des Luftsackes (*ac*), der ventralen Höhle des Polypiten (*pc*) und der aboralen Höhle des Deckstückes (*bc*). Vergleicht man die Rückenansicht (Fig. 39) und die Ansicht der rechten Seite der Larve (Fig. 40) etwas genauer, so sieht man, dass der in der Dottermasse gelegene Luftsack (*a*) nicht ganz im Rücken, sondern zugleich etwas auf der linken Seite des Polypiten sich befindet.

Am fünften Tage (Taf. VI, Fig. 41, 42) vergrössert sich das Deckstück (*b*) beträchtlich, indem sein Ectoderm neue Gallertmasse ausscheidet. Zugleich erhebt sich dasselbe kuppelförmig über dem Dotter und schnürt sich von dessen Oberfläche ringsum ab, so dass eine Ringfalte entsteht, aus deren Furche auf der Bauchseite der Polypit (*p*) sich hervorstreckt. Der letztere vergrössert sich, ebenso wie der Nährkanal des Deckstücks (*bc*), welcher nach der Aboralseite zu convex gekrümmmt ist. Aus dem Centrum der Primitivhöhle, da wo die drei Canäle des Deckstückes (*bc*), des Luftsackes (*ac*) und des Polypiten (*pc*) sich vereinigen, kommt nun eine neue Knospe hervor (*g*), welche sich auf der Bauchseite des Polypiten, zwischen diesem und dem Deckstück entwickelt, zugleich etwas auf der rechten Seite des Polypiten, wie die Vergleichung der Rückenansicht (Fig. 42) und der rechten Seitenansicht (Fig. 41) zeigt. Diese Knospe, sowie alle folgenden, sind einfache Blindsäcke und bestehen aus einem Seitenzweige des coelenterischen Canalsystems und aus den beiden Bildungshäuten, Entoderm (*i*) und Ectoderm (*e*), welche die Höhle umschließen. Der Punkt, aus welchem diese und die folgenden Knospen hervorkommen, liegt an der ventralen Seite der Polypitenbasis, da wo dieselbe in das Deckstück umbiegt; dieser Ausgangspunkt der Knospenbildung kann bei den Siphonophoren-Larven als *Vegetationspunkt* bezeichnet werden.

Die Knospe, welche zuerst nach der Polypiten-Knospe auftritt, scheint gewöhnlich die Anlage des *Fangfadens* (*f*) zu sein; in anderen Fällen scheint sie die Anlage des ersten Tasters (*t*) zu sein. Es ist dies deshalb schwer festzustellen, weil diese beiden Knospen rasch nach einander und bisweilen selbst fast gleichzeitig auftreten, und weil dieselben nachträglich ihr gegenseitiges Lagerungsverhältniss zu einander (wenigstens häufig) zu verändern scheinen. Ihre Insertionspunkte liegen dicht neben einander. Späterhin rückt der Taster mehr auf die rechte Seite der Polypitenbasis, während der Fangfaden mehr auf der Bauchseite stehen bleibt.

Am sechsten Tage (Taf. VI, Fig. 43) sind beide Knospen, die des Fangfadens (*f*) und die des Tasters (*t*) gewöhnlich deutlich sichtbar, und es tritt bisweilen schon eine dritte Knospe neben ihnen auf, diejenige des zweiten oder ventralen Deckstückes (*b₂*). Das erste oder aborale Deckstück nimmt

an Grösse bedeutend zu (b_1), und sein Nähranal (bc) erreicht gewöhnlich schon jetzt die bleibende Form (Fig. 43, 47). Er steigt von der Polypitenbasis zuerst nach der Rückenseite schräg hinauf und bildet dann ein spitzwinkeliges Knie, indem er (grade oder nach oben convex gebogen) nach der Bauchseite vorläuft. Die wichtigste Veränderung aber, welche am sechsten Tage eintritt, ist die vollständige *Abschnürung des Luftsackes* von dem Centralraum der Primitivhöhle. Das Entoderm, welches die Wand des Luftsackes (a) bildet, und welches bisher an seiner Einmündung in die Centralhöhle unmittelbar überging nach oben in das Entoderm des Deckstück-Nährcanals, nach vorn in das Entoderm des Polypiten, wächst nun vollständig an dieser Stelle zusammen. Der Larvenkörper enthält also nunmehr zwei vollständig getrennte und geschlossene, mit Flüssigkeit erfüllte Höhlen: die einfach runde oder länglich runde Luftsackhöhle (ac), und die Centralhöhle (cc), welche in vier Canäle sich verzweigt, in die Canäle der beiden Knospen, des Deckstücks und des Polypiten. Das Entoderm, welches alle diese Hohlräume auskleidet, ist eine einschichtige Lage von Flimmerepithel. Dasselbe erscheint bei durchfallendem Lichte bräunlich-gelb, bei auffallendem Lichte spangrün gefärbt. Der Luftsack selbst (a) ist rings von den hellen Zellen des Nahrungsdotters umgeben und steht nur an seinem proximalen Ende (der Abschnürungsstelle) in Berührung mit der Wand der Polypitenbasis, welche daselbst in das Deckstück übergeht.

Am siebenten Tage (Taf. VII, Fig. 44, 45, 46) beginnt die *Luftabsonderung* in dem abgeschnürten Luftsacke (a). Der obere (proximale) Theil seiner Höhle wird durch eine kugelige Luftblase ausgedehnt, während der untere (distale) Theil von Flüssigkeit erfüllt bleibt. In dieser liegt gewöhnlich, ähnlich einem körnigen Niederschlag, eine gelbliche, krümliche Masse auf dem Boden des Luftsackes. Ob die Ausscheidung der structurlosen dünnhäutigen *Luftflasche*, welche den Lufttropfen unmittelbar umschliesst, der Absonderung der Luft selbst vorhergeht oder nachfolgt, ist hier so wenig als bei *Physophora* zu unterscheiden. Doch ist das erstere auch hier wahrscheinlicher.

Das erste oder proximale (aborale) Deckstück (b_1), welches bisher das

einige war, erreicht am siebenten Tage die Höhe seiner Entwicklung, indem es jetzt die grössere Hälfte des ganzen Körpers bildet und ausser den übrigen Organen auch die obere (proximale) Hälfte des Dotters (*d*) umschliesst, so dass bloss dessen untere Hälfte frei aus der Schirmhöhle des Deckstücks vorragt (Fig. 44, die Larve von der rechten Seite, Fig. 45 von oben, von der Aboralseite, Fig. 46 von hinten, von der Rückenseite). Die *Crystallodes*-Larve befindet sich in dieser Beziehung schon jetzt in einem Stadium, welches die Larve von *Physophora* erst am 15^{ten}—16^{ten} Tage erreicht (Taf. II, Fig. 19, 20). In der Folgezeit wächst das aborale Deckstück zwar auch noch, aber in geringerem Maasse als der übrige Körper, welcher dasselbe überflügelt. Die Gestalt des Deckstückes ist jetzt helmförmig oder hutförmig, rechte und linke Seite unter der Gipfelwölbung etwas ausgeschweift, ebenso die unteren Seitenränder ausgerandet, ventrales und dorsales Ende fast gleichmässig verdickt und abgerundet. Der Nährkanal des Deckstücks (*bc*₁) liegt in der dicken Gallertmasse des Schirms, jedoch sehr nahe der unteren (oralen) Fläche, unter welcher unmittelbar die übrigen Theile liegen.

Vorn unter dem Bauchrande des aboralen oder ersten Deckstückes (*b*₁) beginnt am siebenten Tage bereits das zweite Deckstück (*b*₂) hervorzutreten, welches auf der Bauchseite die übrigen Theile deckt, und welches wir daher das *ventrale* nennen. Dasselbe erscheint zunächst als ein eiförmiger oder fast rhombischer Lappen, gebildet aus den beiden Bildungshäuten, Ectoderm und Entoderm, welches letztere einen geräumigen Canal umschliesst. Gallertmasse ist anfangs zwischen Ectoderm und Entoderm nicht zu bemerken. Die Knospe, welche sich zum Bauchdeckstück ausbildet, wächst wiederum aus dem Vegetationspunkt, aus der Bauchseite der Polypiten-Basis hervor. Rechts von demselben ist jetzt der Taster (*t*), lings der Fangfaden (*f*) deutlich zu erkennen. Ausserdem treten an der Basis des Polypiten (*p*), jedoch an seiner Rückenseite und mehr nach dem Luftsack zu, am siebenten Tage gewöhnlich schon ein oder zwei neue rundliche Knospen (*g*) hervor.

Am achten Tage (Taf. VII, Fig. 47, 48) ist das zweite oder *ventrale* Deckstück (*b*₂) bereits zur vollen Entfaltung gelangt, indem eine beträchtliche Quantität Gallertsubstanz zwischen Ectoderm und Entoderm abgesondert ist.

Dieses Deckstück (in Fig. 51 weiter ausgebildet) besteht aus zwei rechtwinklig verbundenen dicken Platten. Die aborale Platte bildet die kleinere, obere Hälfte, welche horizontal in dem ventralen Theile der Höhle des aboralen Deckstücks (b_1) versteckt liegt und stark convex in deren Wölbung vorspringt. Die orale Platte bildet die grössere untere Hälfte, welche einen rhombischen Umriss hat, und vertical abwärts steigend die ganze Bauchseite der Larve beschirmt. Diese verticale Platte ist in der Mitte, wie ein eudi-pleures Pflanzenblatt, kahnförmig gefaltet, so dass ihr convexer Kiel (der Blattrippe entsprechend) in der Mittellinie der Bauchseite scharf nach vorn vorspringt, während rechter und linker Seitenrand nach hinten und aussen vorspringen. An dem Kiele ist die Gallertmasse am dicksten und verdünnt sich nach den Seitenrändern hin. Sowohl der Kiel, als die Seitenränder sind gewöhnlich ausgeschweift-gezähnelt und in der Vertiefung zwischen je zwei Zähnen liegt im Ectoderm eine Zelle, welche ein fettglänzendes Körperchen (eine rudimentäre Nesselzelle?) enthält (Vergl. Fig. 49 b_3). Jedoch fehlt, ebenso wie bei den folgenden (lateralen) Deckstücken, die elegante Zahnelung häufig, ebenso wie die später zu erwähnenden rudimentären Tentacular-Knöpfe (r). Von letzteren sind am ventralen Deckstück meist einer, seltener 2—3 zu erblicken; häufig fehlen sie hier. Der Nährcanal des ventralen Deckstücks (bc_2) geht aus von der Centralhöhle (cc), oder genauer von dem Vegetationspunct, welcher in der Mitte der ventralen Seite der ursprünglichen Primitivhöhle liegt. Er tritt ein in die horizontale Platte des Deckstücks und läuft in dieser grade oder convex gebogen nach vorn (zur Bauchseite), wo er (oft unter rechtem Winkel) nach abwärts, in die verticale Platte umbiegt, und in der Mittellinie der letzteren bis nahe zu ihrer unteren Spitze herabläuft. Das Gefäss liegt hier unmittelbar unter der inneren (dorsalen) Oberfläche des verdickten Kieles, in dessen Gallertsubstanz.

Unter den übrigen Veränderungen des achten Tages ist am wichtigsten die Ausbildung des ersten und zweiten Tasters ("Hydrocyst" von Huxley). Gegenüber dem bisher allein vorhandenen *ersten Taster* (t_1), welcher auf der rechten Seite des Larvenkörpers, zwischen Polypit (p) und Luftsack (a) sitzt, entwickelt sich aus einer der vorher erwähnten dorsalen Knospen ein *zweiter Taster* (t_2), welcher rasch die Grösse des ersten erreicht, und auf

der linken Körperseite, zugleich etwas höher oben liegt. Beide Taster stellen birnförmige, am geschlossenen Ende zugespitzte Blasen dar, deren Höhlung von den beiden Bildungshäuten umschlossen ist. Der Fangfaden (*f*) erscheint am achten Tage gewöhnlich noch als ein kurzer Blindsack auf der Bauchseite der Polypitenbasis. Die Luftblase in der Luftflasche (*u*) hat sich vergrössert. Das aborale (erste) Deckstück (*b*₁) erscheint bedeutend abgeflacht.

Am neunten Tage ist die Larve wenig verändert. Der wesentlichste Fortschritt besteht in der Verlängerung des Fangfadens, und in der Vergrösserung zweier, schon am vorigen Tage angelegten Knospen, welche ziemlich weit hinten, hinter dem Rücken des Polypiten, aus der centralen Primitivhöhle hervorsprossen. Diese beiden Knospen, welche einander symmetrisch gegenüber, rechts und links vor der Bauchseite des Luftsackes (und über diesem) sich vorschieben, sind die Anlagen der beiden lateralen Deckstücke (*b*₃ und *b*₄), welche am folgenden Tage schon ausgebildet sind.

Am zehnten Tage (Taf. VII, Fig. 49) hat die Larve von *Crystallodes* eine wesentlich veränderte Gestalt dadurch gewonnen, dass die beiden lateralen Deckstücke (*b*₃ und *b*₄) schon ihre volle Ausbildung erreicht haben. Die Gesamtform der Larve ist jetzt fast cubisch und der Durchmesser derselben beträgt ungefähr 1^{mm}. Obgleich die beiden lateralen Deckstücke ursprünglich symmetrisch angelegt sind, bilden sich dieselben doch ziemlich ungleich aus, wodurch die bisher eudipleure Grundform der Larve („bilateral symmetrisch“, in der vierten Bedeutung dieses Wortes) in die dysdipleure („Pleuronectes-Form“) übergeht. *Das rechte Deckstück* (Fig. 49 *b*₃, Fig. 52) bleibt kleiner und nimmt eine fast rhombische Form an. *Das linke Deckstück* (Fig. 49 *b*₄, Fig. 53) wird grösser und nähert sich mehr der quadratischen Form. Beide laterale Deckstücke sind anfangs dünne Blätter, die sich aber bald durch Ausscheidung einer grösseren Quantität Gallerte beträchtlich verdicken, besonders am aboralen (oberen) Rande und in der Mitte. Letztere springt dann in Form eines scharfen longitudinalen Kieles vor, welcher das Deckstück in eine ventrale (vordere) und dorsale (hintere) Hälften zerlegt. Sowohl der Kiel als die Ränder der beiden lateralen Deck-

stücke zeigen gewöhnlich dieselbe zierlich ausgeschweifte Zähnelung, wie das ventrale Deckstück; bisweilen fehlt jedoch dieselbe. Längs der gezähnelten Ränder liegt eine Reihe der oben erwähnten Zellen, deren jede ein fettglänzenden rundes Körperchen (rudimentäre Nesselcapsel?) enthält. Stets ungezähnelt ist nur der obere (proximale) Rand, welcher sich mit breit dreieckiger Basis dem Larvenkörper anfügt. Die Ansatzstelle selbst ist schmal. Nach vorn, nach dem Bauche zu, convergiren die beiden lateralen Deckblätter, so dass ihre ventralen Ränder in die Schirnhöhlung des ventralen Deckstückes zu liegen kommen und von den flügelförmig nach aussen und hinten vorspringenden Seitenrändern der verticalen Platte des letzteren von aussen her verdeckt werden. Die dorsalen Ränder der beiden lateralen Deckstücke dagegen divergiren klaffend, so dass hier der Dotter (*d*) offen und frei vorsteht.

Der Nährcanal des rechten Deckstückes (*bc₃*), und ebenso das Ernährungsgefäß des linken Deckstückes (*bc₄*), ist gewöhnlich ein einfacher, grader oder wenig gewundener Canal, welcher in der Gallertmasse des Deckstückkiefes, ganz nahe dessen innerer Oberfläche, herabsteigt und nahe dessen unterer (distaler) Spitze endigt. Wie bei allen Deckstücken, ist das Flimmerepithel, welches die Wand des Gefäßes bildet und unmittelbar in der Schirmgallert liegt, die einfache Wimperzellenlage des Entoderms (*i*). Sehr bemerkenswerth erscheinen mir eigenthümliche knopfartige Bildungen, welche in den beiden lateralen Deckstücken fast jederzeit vorkommen, gewöhnlich zu zwei, seltener zu drei oder gar vier (Fig. 52, 53). Diese Knöpfe (*r*) sitzen im Ectoderm der äusseren Oberfläche, gewöhnlich auf einem kleinen Vorsprung. Jeder Knopf besteht aus einer Gruppe von 5—20, gewöhnlich 10—15 birnförmigen, grossen, glänzenden Zellen, welche, mit ihren unteren, konisch zugespitzten Enden dicht zusammengedrängt, fast auf einem Punkt aufsitzen, während ihre oberen abgerundeten Enden sich aus einander drängen. In dem hyalinen stark lichtbrechenden Inhalt dieser Zellen ist ein runder Kern sichtbar. Von der Basis jedes Zellenknopfes führt ein feiner fadenförmiger, kürzer oder längerer Zellenstrang durch die Gallert des Deckstückes hindurch zu dessen Nährcanal, wo er in dessen Entoderm übergeht. Bisweilen aber ist dieser solide Zellenstrang ganz oder

theilweis hohl, und stellt einen Seitenzweig des Nährcanals dar, welcher selbst bis zum Knopfe gehen kann (Taf. XIII, Fig. 90). In einzelnen Fällen sind vier solcher Canäle vorhanden (!). Physiologisch sind diese rudimentären Canäle und die Knöpfe, in denen sie endigen, gewiss bedeutungslos, morphologisch dagegen von hoher Bedeutung. Wenn die Deckstücke der Siphonophoren, wie wir mit Recht annehmen, rudimentäre Medusen-Schirme sind, so werden jene Gefäßrudimente als Reste der vier Radialcanäle aufzufassen sein, die Zellenknöpfe an ihrem Ende als Reste der vier Randtentakeln. Ich glaube daher nicht fehl zu greifen, wenn ich dieselben als *Tentakelrudimente* oder rudimentäre Tentakelknöpfe bezeichne.

Durch die Ausbildung der beiden lateralen Deckstücke (b_3 , b_4) hat die Larve am zehnten Tage eine fast cubische Gestalt gewonnen und erinnert an gewisse Diphyiden-Formen (*Cuboïdes*). Von den sechs Seiten des Würfels sind zwei offen (orale und dorsale Seite), jedoch durch den Dotter (d) gewissermaassen bedeckt; vier Seiten dagegen sind durch die vier Deckstücke geschützt, die aborale, ventrale, rechte und linke Seite.

Von den übrigen Veränderungen des zehnten Tages ist am wichtigsten die Ausbildung des *Fangfadens* (f), welcher sich bedeutend streckt und zugleich verdünnt. Oberhalb seines Endes entwickelt sich in einer verdickten Stelle des Ectoderm eine Reihe von Nesselzellen, 4—8 grössere, säbelförmige Nesselkapseln an dem proximalen Ende, 10—20 kleinere stäbchenförmige Nesselkapseln an dem distalen Ende der knopfförmigen Verdickung. So entsteht am Fangfaden der *erste Nesselknopf* (k) von der einfachsten Form. Der unterhalb des Nesselknopfs gelegene distale Endtheil des Fangfadens bleibt als *einfacher Endfaden* bestehen.

Am elften Tage verändert sich die *Crystallodes*-Larve wenig. Der Dotter verkleinert sich, während Polypit, Fangfaden und Taster auf seine Kosten wachsen. In der (noch geschlossenen) Mundspitze des Polypiten treten im Ectoderm erst 2, dann 4 Nesselkapseln auf, deren Zahl in den folgenden Tagen zunimmt. Im aboralen Theile des Luftsackes beginnt oft schon jetzt braunrothes Pigment sich abzulagern. Oberhalb der Taster, an der Bauchseite des Luftsackes, treten ein paar neue rundliche Knospen auf.

Endlich beginnt gewöhnlich schon jetzt die *Dotterhöhle* (*dc*) aufzutreten. Die bisher gleichartige Zellenmasse des Nahrungsdotters, die an Umfang schon sehr reducirt ist, zeigt an der Oberfläche eine Differenzirung von zwei Schichten abgeplatteter kleinerer Zellen (Ectoderm und Entoderm). Zwischen dieser doppelten Wandzellenschicht und dem inneren Reste des Dotters sammelt sich Flüssigkeit an, wodurch an der aboralen Seite des Dotters eine napförmige, concav-convexe Höhle (*dc*) entsteht.

Am zwölften Tage (Fig. 50—54) zeigt die Dotterhöhle (welche jedoch auch oft erst später entsteht) nicht selten schon eine beträchtliche Ausdehnung (Fig. 54 *dc*). Der Luftsack (*a*) erhebt sich über den proximalen Dottertheil, und bildet, von Ectoderm und Entoderm des letzteren überzogen, die kegelförmig vorragende *Luftkammer* (*l*), den proximalen Theil des spätreten *Stammes*. Die Anhänge des Larvenkörpers zeigen keine bedeutende Veränderung, eben so wenig die vier Deckstücke, welche noch ziemlich dieselbe Form, wie in den beiden vorhergehenden Tagen behalten (Fig. 50—53, die vier Deckstücke, Fig. 50 das aborale, Fig. 51 das ventrale, Fig. 52 das rechte, Fig. 53 das linke Deckstück).

Am dreizehnten Tage scheint gewöhnlich der Durchbruch der *Mundöffnung* an der oralen Spitze des Polypiten zu erfolgen, der bisher ein geschlossener Blindsack war, gleich den beiden Tastern. Zugleich beginnt sich die mit Nesselkapseln gespickte Mundspitze lebhafter zu bewegen. In einigen Fällen fand jedoch der Durchbruch des Mundes schon ein oder zwei Tage früher statt, in mehreren anderen Fällen einige Tage später. Der proximale Theil des Luftsackes erscheint um diese Zeit durch Ablagerung von braunrothem Pigment gefärbt, und zwar sowohl wenn die Luftabsonderung normaler Weise statt gehabt hatte, als auch wenn dieselbe fehlte.

Am vierzehnten Tage beginnen die auffallenden Formveränderungen der Deckstücke, welche am folgenden Tage schon ziemlich die bleibende Gestalt erlangt haben (Taf. VIII, Fig. 55). Der Dotter verkleinert sich, während seine Höhle sich vergrössert. An dem Fangfaden treten ein oder zwei kleine Knöpfchen (blindsackartige Ausstülpungen) auf, die Anlagen der secundären Fangfäden.

Am fünfzehnten Tage (Taf. VIII, Fig. 55) erscheint die Form der vier Deckstücke auffallend verändert und bleibt so während der dritten Woche und wohl auch weiterhin. (Vergl. Fig. 55, 56, 57, 60). Die neue Form der Deckstücke, welche vorzüglich durch mehrfache Biegungen, Faltungen und Knickungen, aber auch durch beträchtliche Verdickung der Gallertsubstanz an verschiedenen Stellen und vielleicht selbst durch Spaltung einzelner Theile hervorgebracht zu werden scheint; ist sehr schwierig zu erkennen. Da der Durchmesser des ganzen Larvenkörpers, dessen Gesamtmumriss sich jetzt wieder der Kugelform nähert, nur $1\frac{1}{2}$ mm beträgt, so ist er viel zu klein, um mit der Lupe betrachtet bei auffallendem Lichte das Detail der Deckstück-Form erkennen zu lassen. Unter das Mikroskop gebracht aber reflectiren und brechen die spiegelnden Flächen und die prismatischen Kanten der krystallähnlichen Deckstücke das Licht so verschiedenartig, dass man gar keine sichere Einsicht gewinnt. Bei durchfallendem Licht sind nur einzelne Begrenzungslinien, aber nicht die manchfach gebogenen Flächen erkennbar. Trotz vieler und andauernder Versuche, bei einer Anzahl von Larven die eigentliche Gestalt der sehr veränderten Deckstücke zu erkennen, ist mir dies doch nur in sehr ungenügendem Grade gelungen, und ich muss mich daher begnügen, auf die Figuren 55—57 zu verweisen, welche wenigstens den Augenschein möglichst getreu wiedergeben, Fig. 55 auf Taf. VIII stellt eine Larve vom fünfzehnten Tage, von der Rückenseite gesehen, dar, Fig. 56 eine Larve vom achtzehnten Tage von der Bauchseite, Fig. 57 eine Larve vom einundzwanzigsten Tage, von der Rückenseite.

Das erste oder *aborale Deckstück* (b_1) erscheint fast nach Art eines Klapphutes oder Dreimasters zusammengefaltet. Den Eingang in seine Schirmhöhle vom Rücken her bildet eine dreieckige Spalte, beschirmt von zwei zipfelartigen Vorsprüngen, auf deren Spitze ein rudimentärer Tentakelknopf sitzt. Gegen frühere Zeit erscheint das Deckstück sehr verbreitert und abgeflacht, besonders in den ausgeschweiften Seitentheilen. Über die Mitte seines convexen Rückens zieht ein scharfer, stark vorspringenden Kiel.

Das zweite oder *ventrale Deckstück* (b_2) scheint weniger stark, als die drei anderen, verändert zu werden. Während diese zugleich beträchtlich an

Grösse zunehmen, scheint ersteres wenig mehr zu wachsen. Die horizontale Platte, welche in der Schirmhöhle des aboralen Deckstücks verborgen liegt, behält ihre ursprüngliche Form ebenso bei, wie die vertical absteigende rhombische Platte, welche den Stamm mit Polypiten, Tastern etc. von der Bauchseite her verdeckt. Häufig scheint das ventrale Deckstück schon im Verlauf der dritten Woche abgestossen zu werden.

Die beiden *lateralen Deckstücke*, das rechte (b_3) und das linke (b_4), erleiden die bedeutendsten Formwandelungen. Sie scheinen ebenfalls nach Art eines Dreimasters oder Klapphutes zusammengelegt zu werden, jedoch in verwickelterer Weise, als das aborale Deckstück. Von der Rückenseite aus führt ein schmaler Spalt in ihre Schirmhöhle hinein. Dieser Spalt erscheint auf der rechten Seite vierzipfelig, auf der linken Seite dreizipfelig, indem sich links nur einer, rechts dagegen zwei dreieckige Vorsprünge bilden, welche von aussen her nach innen und hinten vorspringen und je einen rudimentären Tentakelknopf (r) tragen. Die obere dreieckige Insertionsbasis der beiden lateralen Deckstücke ist sehr stark verbreitert, so dass sie rechts und links weit vorspringt. Die unteren (distalen) Spitzen der beiden Deckstücke dagegen nähern sich convergirend, in Folge der beträchtlichen Verdickung der oberen Seitentheile. Auch die ganzen dorsalen Ränder derselben sind jetzt so stark genähert, dass nur ein schmaler Spalt zwischen denselben zum Stocke hinführt.

Während das ventrale Deckstück oft schon im Verlauf der dritten und wohl immer im Beginn der vierten Woche abgestossen zu werden scheint, entwickeln sich, schon zu Ende der dritten Woche, an seiner Stelle zwei neue Deckstücke, das fünfte und sechste (Fig. 57 b_5 , b_6). Wir können dieselben als ventro-laterale bezeichnen, da sie sich auf beiden Seiten der vorderen Bauchfläche, nach vorn und innen von den beiden lateralen Deckstücken (und anfangs von diesen bedeckt) entwickeln. Das rechte Bauchseiten-Deckstück oder das dextro-ventrale (b_5) scheint in Form und Grösse nicht wesentlich verschieden zu sein von dem linken oder sinistro-ventralen (b_6). Beide scheinen späterhin eine prismatisch-keilförmige Gestalt anzunehmen, welche der Durchschnitts-Form der bleibenden späteren Deckblätter des Stammes viel näher steht, als die Form der vier ersten Deckstücke der

Larve. Die anfängliche Knospen-Form dieser beiden ventro-lateralen Deckstücke ist diejenige eines Blattes, dessen Ränder vielfach gefaltet sind. (Fig. 57, 58, 59; b_5 , b_6).

Unter den übrigen Veränderungen, welche an den Larven von *Crystallodes* während der *dritten Lebenswoche* noch ausserdem bemerkbar sind, steht oben an die Entwicklung des *Fangfadens* (*f*), dessen Länge bald die der Larve mehrfach übertrifft, und der zahlreiche secundäre Fangfäden mit Nesselknöpfen treibt. Am achtzehnten Tage zählte ich deren bereits sechs, am einundzwanzigsten Tage fünfzehn. Die Stiele der Nesselknöpfe oder die secundären Fangfäden sind lang und dünn. Der Bau der Nesselknöpfe bleibt an diesem primitiven Fangfaden noch sehr einfach, indem weder von Spiralwindungen des Nesselstranges etwas zu bemerken ist, noch von dem Mantel oder Involucrum, welcher später von dem Stielende aus über den Nesselknopf herabwächst und denselben glockenförmig umgibt (Vergl. Taf. X, Fig. 72). An den ältesten (distalen) Nesselknöpfen des Fangfadens erscheint der Nesselstrang zwar halbmondförmig gekrümmmt, aber doch nicht in einer ganzen Spirale aufgerollt. Ferner beginnen an den älteren Nesselknöpfen beiderseits des einfachen Endfadens zwei neue, dünne, mit runden kleinen Nesselzellen besetzte Fäden hervorzusprossen. Der ursprüngliche Endfaden wird mithin zu der Blase, welche in der Mitte zwischen den beiden bleibenden Endfäden sitzt (Vergl. Fig. 57 und 72). Die definitive Form der Nesselknöpfe, mit Involucrum und Spirale des Nesselstrangs, scheint erst an den später sich bildenden Fangfäden aufzutreten.

Das ansehnliche Wachsthum des Larvenleibes und aller seiner Theile in der dritten Woche erfolgt vorzüglich auf Kosten des Nahrungsdotters, welcher nun rasch aufgezehrt wird, während seine Höhle (*de*) sich zugleich erweitert. Am Ende der dritten Woche, an welchem der Durchmesser des Larvenkörpers schon fast auf 2^{mm} gestiegen ist (Fig. 57), hat der Dotter kaum mehr die Grösse eines Tasters und erscheint am distalen Theile der Luftkammer als ein kleiner beutelförmiger Anhang, der wahrscheinlich die Grundlage des eigentlichen Stammes oder Coenosarc wird. Doch ist auch möglich, das letzterer aus dem primitiven Polypiten hervorgeht. Die abge-

schlossene Dotterhöhle (*dc*) müsste im ersten Falle nachträglich mit der Polypitenhöhle in Communication treten.

Der Polypit, welcher während der dritten Woche beträchtlich an Grösse zugenommen hat, zeigt zu Ende derselben bereits stark verdickte Wände, indem sich zwischen Ectoderm und Entoderm eine starke Schicht von Ringmuskeln entwickelt hat. Auch zeigt sich häufig bereits eine Differenzirung des distalen oder Rüssel-Theiles von dem proximalen oder eigentlichen Magen-Theil, indem das verdickte Epithel des letzteren sich in zottenartige Vorsprünge erhebt, welche ein bis drei fettglänzende homogene Körner enthalten. Die beiden Taster, der rechte (t_1) und der linke (t_2), verändern sich während dessen nur wenig. Doch tritt oft schon jetzt in ihrem distalen, spitzen Höhlen-Ende eine kleine krystallinische Concretion auf. Oberhalb der Taster, im Rücken der beiden ventro-lateralen Deckstücke, zwischen diesen und der dorsal gelegenen Luftkammer, erscheint zu Ende der dritten Woche ein ganzer Büschel von dicht gedrängten runden Knospen, wahrscheinlich die Anlagen der Schwimmglocken (Fig. 57, 58, 59).

Die *Metamorphose* der Larve von *Crystallodes*, die Ueberführung der in Fig. 57 dargestellten Larvenform (vom XXI^{sten} Tage) in die ausgebildete Form (Taf. X, Fig. 65, 66) beginnt wahrscheinlich in der vierten Lebenswoche und wird zunächst bestehen in dem Abwerfen des ersten oder aboralen Deckstückes, nach dessen Entfernung erst die Knospen der Schwimmglocken Raum gewinnen, sich zur Schwimm-Säule zu entwickeln. Leider kann ich über diese und die anderen damit verbundenen Veränderungen nichts bestimmtes mittheilen, da nur eine einzige Larve (Taf. IX, Fig. 60) bis zum Ende der vierten Woche lebte. Von der grossen Anzahl (ungefähr sechzig) Larven von *Crystallodes*, welche ich gleichzeitig züchtete, starb die Mehrzahl schon im Beginn der zweiten Woche und die meisten übrigen gegen Ende derselben, so dass nur fünf oder sechs bis zum Ende der dritten Woche verfolgt werden konnten, von denen mehrere noch dazu offenbar monströs verbildet waren. Auch diese starben im Beginn der vierten Woche (am XXII^{sten}—XXIV^{sten} Tage), ohne sich wesentlich von der in Fig. 57 abgebildeten Form entfernt zu haben. Doch hatten dieselben, eine

einzige Larve ausgenommen, das zweite oder ventrale Deckstück (b_2) verloren.

Nur eine einzige Larve lebte bis zum XXVII^{ten} Tage und kann wenigstens einige Andeutungen über den weiteren Verlauf der Entwicklung geben, obwohl es, bei der ausserordentlichen Variabilität in der Entwicklung der Siphonophoren-Larven, sehr gewagt ist, auf eine einzelne Beobachtung Werth zu legen.

Diese *letzte Larve* von *Crystallodes*, vom XXVII^{ten} Tage (Taf. IX, Fig. 60), gehörte zu denjenigen überlebenden Larven, welche schon am Ende der dritten Woche das zweite oder ventrale Deckstück abgeworfen hatten. Am XXVI^{ten} Tage war auch das erste oder aborale Deckstück, welches als ein breiter flacher Schirm die ganze aborale oder proximale Fläche des Larvenkörpers überdeckte, abgefallen. Die Larve (Fig. 60) zeigte nun im Ganzen, bei einem Durchmesser von 2^{mm}, einen nahezu kugeligen Umriss und war von vier Deckstücken umgeben, den beiden lateralen (b_3 , b_4) und den beiden ventro-lateralen (b_5 , b_6). Die letzteren hatten dieselbe Grösse und auch eine ähnliche Form wie die ersten erreicht; doch schienen sie stärker verdickt zu sein und schon mehr der keilförmigen oder dreiseitig-prismatischen Gestalt sich zu nähern, welche die Deckstücke des erwachsenen *Crystallodes* auszeichnet (Taf. X, Fig. 68—71). Die Erkenntniss der Form und Zusammenfügung dieser vier Deckstücke war so schwierig, dass ich dieselbe nicht genau erkennen konnte und daher auch hier nicht weiter schildern will. Ausser diesen vier ausgebildeten Deckstücken waren bereits die Knospen zweier neuer Deckstücke, rechts und links neben der Mitte des Stammes, unterhalb der Schwimmglöckchenreihe, sichtbar.

Die Larve selbst zeigte besonders darin sich verändert, dass der proximale (aborale) Stammtheil, nach Verlust des aboralen Deckstückes, sich gestreckt und empor gehoben hatte, so dass die Spitze der Luftkammer über das Niveau der oberen Deckstückspitzen hervorragte und den obersten Theil der Larve bildete. Die Schwimmglöckchen-Knospen (n), welche vorher (Fig. 57, 59) in einen dichten Haufen zusammengedrängt an der Bauchseite der Luftkammer gesessen hatten, waren jetzt in eine longitudinale Reihe hinter einander geordnet, welche unterhalb der Luftkammer (ℓ) an dem gestreckten proximalen Stammtheile, in der Mittellinie der Bauchseite

sass. Die jüngsten Schwimmglocken-Knospen sassen unmittelbar unter der Luftkammer, die ältesten dagegen über der Basis der Taster, gegenüber dem Reste des Dotters, welcher eine concav-convexe Dotterhöhle (*d c*) umschloss. Die Knospen der Schwimmglocken waren noch einfache Ausstülpungen des Stammes, und zeigten noch nicht die weitere Differenzirung, welche an den Schwimmglocken der *Physophora*-Larve (in Fig. 25) zu bemerken war.

Der *Polypit* (*p*, Fig. 60) zeigte einen höheren Grad der Differenzirung als in der dritten Woche, und liess deutlich die drei Abschnitte des ausgebildeten, reifen Polypiten unterscheiden, nämlich einen kegelförmigen, proximalen Basaltheil, mit wenig differenzirter Wand, einen mittleren geräumigen Theil, die eigentliche Magenhöhle, deren Ectoderm dünn, das Entoderm verdickt und mit vielen Zotten besetzt ist, und einen schlanken, distalen Rüssel, dessen Entoderm aus hohen schmalen Cylinderzellen besteht und der am Ende den von vielen Nesselzellen umgebenen Mund zeigt. Der *Fangfaden* (*f*), welcher von der ventralen Basis des Polypiten ausgeht, war an diesem Exemplare in der Entwicklung auffallend zurück geblieben, indem er nur einen einzigen Nesselknopf, mit einfachem Endfaden, besass und keine secundären Fangfäden entwickelt hatte. Die beiden birnförmigen Taster (*t₁* und *t₂*) zeigten keine Veränderung.

Wenn man aus dieser einzigen Larve, welche bis zum Ende der vierten Woche verfolgt wurde, welche aber vielleicht nicht ganz normal entwickelt war, einen Schluss auf die Metamorphose von *Crystallodes* machen darf, so würde diese also gegen Ende des ersten Monats mit dem *Verluste der beiden ersten Deckstücke*, des aboralen und ventralen (*b₁* und *b₂*) beginnen, an deren Stelle sich zwei neue, die ventro-lateralen, und bald noch zwei andere (wahrscheinlich dorso-laterale) Deckstücke entwickeln. Die Gruppe der Schwimmglocken-Knospen, welche bisher unter dem aboralen Deckstück zusammengedrängt war, gelangt zur freien Entwicklung und ordnet sich in eine (ventrale) Reihe, unterhalb der Luftkammer, welche letztere sich durch Streckung des proximalen Stammtheiles von dem (früher unmittelbar anliegenden) Dotterreste und Basaltheile des Polypiten entfernt.

Woraus eigentlich der spätere *Stamm* oder das eigentliche *Coenosarc* des

Crystallodes-Cormus sich entwickelt, bleibt vorläufig noch ungewiss. Der oberste (proximale) Theil desselben, die Luftkammer (ℓ), und die darunter liegende Axe der Schwimmsäule, bilden sich offenbar aus dem proximalen Theile des Dotters, und dass Wahrscheinlichste ist, dass auch die untere (distale) Hälfte des späteren Stammes (oder die Axe der Deckstücksäule) aus dem (distalen) Reste des Dotters entstehen wird. Es müsste dann der innere kleine Rest der unveränderten Dotterzellen aufgezehrt werden, und die dadurch erweiterte Dotterhöhle ($d\ c$) in unmittelbare Communication mit der oberen Stammhöhle treten. Möglich wäre es aber auch, dass der primitive Polypit selbst zum unteren Theile des späteren Stammes wird, wie bei *Physophora*. Der kleine geschlossene und mit Flüssigkeit gefüllte Sack, welcher aus dem Dotterreste entsteht, würde in diesem Falle als bedeutungsloser Anhang verschwinden, während er im ersten Falle als Grundlage des Stammes grosse Bedeutung erlangen würde. Spätere Untersuchungen müssen diesen zweifelhaften Punkt entscheiden.

Wie bei *Physophora*, so ist auch bei *Crystallodes* der zuerst gebildete Polypit lange Zeit das einzige Ernährungsorgan der ganzen Colonie, und auch an der ältesten von mir beobachteten Larve war noch keine Spur von neuen Polypiten-Knospen sichtbar. Eine wesentliche Verschiedenheit der beiderlei Larven besteht darin, dass die Luftkammer (ℓ) und der von ihr umschlossene Luftsack (a) bei *Physophora* aus dem proximalen Theile des Polypiten selbst, bei *Crystallodes* dagegen aus dem proximalen Theile des Dotters, unabhängig von dem erst später hervorknospenden Polypiten entsteht. Uebri gens ist hier, wie dort, der Luftsack (a) mit seinem proximalen, oberen, pigmentirten Ende angeheftet an das Entoderm des proximalen Stammendes (der Luftkammer), von deren beiden Bildungshäuten er im oberen Theile vollständig überzogen ist.

Wenn man die Deckstücke der Siphonophoren als (hydroide oder medusoide) Individuen betrachtet (gleich den Schwimmstücken), so bildet die älteste von uns beobachtete Larve (Fig. 60, vom XXVII^{sten} Tage) und ebenso auch schon die Larven vom Ende der dritten Woche (Fig. 57, vom XXI^{sten} Tage) bereits eine Colonie oder einen Stock (Cormus), welcher aus 15—18

Individuen zusammengesetzt ist, nämlich aus 1°, dem Polypiten nebst einem Fangfaden; 2°, zwei Tastern; 3°, sechs Deckstücken (vier entwickelten und zwei unentwickelten); 4°, sechs bis acht Schwimmglocken-(Knospen). Dazu kann vielleicht (wie im letzten Abschnitt gezeigt werden soll) als ein besonderes Individuum auch noch der Dotter nebst Luftkammer gerechnet werden, da sich aus dem Reste des ausgehöhlten Dotters wahrscheinlich der eigentliche Stamm bildet.

Um die Form der erwachsenen Colonie (Fig. 65, 66) anzunehmen, müsste nun unsere Larve (Fig. 57, 60) vor Allem ihren Stamm beträchtlich strecken und derart spiraling drehen, dass die einzeilige Reihe der Schwimmglocken sich in eine zweizeilige Säule verwandelt. Sodann müssten am distalen Ende der Schwimmstücksäule (also am proximalen Ende der Deckstücksäule) neue Individuen-Gruppen, gleich den ersten bereits vorhandenen, sich bilden, jede Gruppe aus einem Fangfaden nebst Polypiten, aus 2—3 Tastern und 4—8 Deckstücken bestehend. Die beiderlei (medusoiden) Geschlechts-Stücke würden diese Gruppen wohl erst später entwickeln. Wahrscheinlich erfolgen alle diese Veränderungen schon im Verlauf des zweiten Monats.

VII. Experimente über Vermehrung der Crystallodes-Larven durch künstliche Theilung.

(Hierzu Taf. XI.)

Die eigenthümlichen, oben (p. 51) beschriebenen amoebenartigen Bewegungen, welche die aus der Eifurchung hervorgegangenen und den Larvenleib des *Crystallodes* zusammensetzenden Zellen zeigen, bekunden offenbar einen hohen Grad von physiologischer Selbstständigkeit und von relativer Individualität in diesen Zellen. Man könnte auf den Gedanken kommen, den ganzen Leib der Siphonophoren-Larve am zweiten Tage, der lediglich ein kugeliges Aggregat von diesen grossen, hyalinen, amoeboiden Zellen darstellt, mit einer Amoeben-Colonie zu vergleichen. Vielleicht führt uns selbst dieser Vergleich auf die uralte Spur der ältesten palaeontologischen Entwicklung dieser Organismen. Als ich diese wunderbaren, in Fig. 36, Taf. VI dargestellten amoeboiden Bewegungen längere Zeit verfolgte und die grosse Selbstständigkeit der amoeboiden Zellen wahrnahm, kam ich auf den Gedanken, das gleichartige Zellen-Aggregat des Larvenleibes zu theilen und den Versuch zu machen, ob nicht jedes einzelne Theilstück sich wiederum zu einem neuen Individuum gestalten könne. Diese Versuche wurden durch einen unerwarteten, mich selbst überraschenden positiven Erfolg gekrönt (Taf. XI). Es zeigte sich, dass man den Körper einer *Crystallodes*-Larve vom zweiten Tage in zwei, drei, ja sogar vier Stücke künstlich theilen kann, und dass jedes dieser Theilstücke, wenn auch nicht zu einem vollständigen, doch zu einem rudimentären Siphonophoren-Stock sich entwickeln kann.

Die Experimente wurden einfach in der Weise angestellt, dass ich eine *Crystallodes*-Larve vom zweiten Tage (Taf. VI, Fig. 36), welche die amoeboiden Bewegungen lebhaft zeigte, in einem Uhrgläschen mit ein wenig Seewasser unter ein einfaches Präparir-Mikroskop brachte und dieselbe hier mittelst einer Staarnadel in zwei, drei oder vier Stücke zerschnitt, was in der Mehrzahl der Versuche auch gelang.

Sobald man die *Crystallodes*-Larve (Taf. VI, Fig. 36) mit der Nadel berührt, werden die amoeboiden Fortsätze der oberflächlichen Zellen langsam eingezogen, und die Oberfläche des kugeligen Leibes glättet sich. Unmittelbar nachdem die Durchschneidung erfolgt ist, krümmen sich die Theilstücke sichelförmig oder wurstförmig zusammen (Taf. XI, Fig. 73, 74) und zwar in der Weise, dass die Schnittfläche eine tiefe Concavität bildet, die frühere Oberfläche dagegen die entsprechende Convexität. Die Krümmung des concav-convexen wurstförmigen Zellenkörpers wird bald so stark, dass sich die beiden gegen einander gekrümmten Enden berühren, und dass die Höhlung der vertieften Schnittfläche verschwindet, indem sich ihre Wände an einander legen und verschmelzen. Dadurch wird wieder ein solider Zellenkörper hergestellt, welches sich alsbald kugelig abrundet. Schon kurze Zeit nach erfolgter Abrundung beginnt vom Neuen das Spiel der amoeboiden Bewegungen an denjenigen Zellen, welche die Oberfläche der neuen Kugel bilden. Abgesehen von der geringeren Grösse, gleicht jedes Theilstück wieder dem vollständigen Larvenleib vom zweiten Tage. Fig. 75 und 76 stellt zwei solche Hälften einer Larve dar, welche aus den Theilstücken (Fig. 73 und 74) hervorgegangen sind.

Gleich den unverletzten Larven vom zweiten Tage (Fig. 36) überziehen sich nun auch diese kugelig abgerundeten Theilstücke, nachdem sich ihre Oberfläche geebnet hat, mit einem Flimmerkleid, mittelst dessen sie sich langsam rotirend im Wasser umherbewegen. Auch die weiteren Veränderungen gleichen denen der unverletzten Larven, indem sich zuerst ein Fruchthof, dann eine Primitivhöhle (Fig. 37) u. s. w. bildet. Nur geschehen alle diese Veränderungen *langsam*, als bei der unverletzten Larve, und zwar *um so langsamer, je kleiner das Theilstück ist*, je geringer die Anzahl der gleichartigen, dasselbe zusammensetzenden Bildungszellen. Ich will mich

nun mit den Veränderungen im Einzelnen nicht weiter aufhalten, sondern sogleich das fertige Resultat angeben, welches die Theilstücke an dem Tage zeigten, an welchem ich sie zum letzten Mal untersuchte.

Von zehn Experimenten, in denen die künstliche Theilung der *Crystallodes*-Larve gelang, erfolgte in sechs Fällen eine Entwicklung über den dritten Tag hinaus, und zwar in einem Falle bis zum fünften, in drei Fällen bis zum achten, und in zwei Fällen bis zum zehnten Tage. Unter diesen sechs Fällen waren drei Zweitheilungen, zwei Dreitheilungen und eine Viertheilung.

Erstes Experiment: Zweitheilung der Larve. Entwicklung bis zum *fünften Tage* verfolgt. Die beiden Theilstücke waren in diesem Falle sehr ungleich. Das kleinere Theilstück bewegte sich noch am fünften Tage als eine kleine, wimpernde, aus homogenen Zellen zusammengesetzte Kugel im Wasser umher, welche nur an einer Stelle einen runden dunklen Fleck, aus zahlreichen kleinen Zellen zusammengesetzt (den Fruchthof?) zeigte, sehr ähnlich der in Fig. 80, Taf. XI, abgebildeten Larve. Das grössere (etwa dreimal so grosse) Theilstück dagegen hatte eine Gestalt angenommen, welche der in Fig. 41 und 42 auf Taf. VI abgebildeten sehr nahe stand. Es hatte sich das aborale Deckstück in der gewöhnlichen Form gebildet, ferner die Anlage des Luftsackes (*a*) und des Polypiten (*p*). Die drei Höhlen der Deckstücke, des Luftsackes und des Polypiten standen noch in offener Communication.

Zweites Experiment: Zweitheilung der Larve. Entwicklung bis zum *achten Tage* verfolgt. Auch hier waren die beiden Theilstücke sehr ungleich. Das kleinere Stück bewegte sich noch am achten Tage als eine kleine, wimpernde, aus homogenen Zellen zusammengesetzte Kugel im Wasser umher. Ein Fruchthof (wie in Fig. 80) war nicht an derselben zu bemerken. Das grössere (ungefähr viermal so grosse) Theilstück dagegen hatte eine Form angenommen, welche der in Fig. 83 abgebildeten Larve sehr ähnlich war. Es glich ziemlich einer normalen Larve vom sechsten Tage, und bestand aus dem aboralen kappenförmigen Deckstück (*b₁*), welches fast halb so gross als der Nahrungsdotter (*d*) war. Im aboralen Dottertheil hatte sich der Luft-

sack (*a*) wohl entwickelt und von der Primitivhöhle vollkommen abgeschnürt. Sein oberer Theil enthielt eine grosse Luftblase. Auf der Bauchseite hatte sich ein grosser Polypit (*p*) und im Rücken desselben eine andere Knospe (wahrscheinlich des ersten Tasters, *t*) entwickelt. Andere Knospen waren noch nicht sichtbar.

Drittes Experiment: Zweitteilung der Larve. Entwickelung bis zum zehnten Tage verfolgt. Die beiden Theilstücke waren ziemlich gleich gross und hatten am zehnten Tage fast die gleiche Gestalt angenommen. Sie glichen ungefähr einer normalen Larve vom achten Tage (Fig. 47 und 48, Taf. VII), waren jedoch etwas unregelmässiger. Beide Larven hatten zwei Deckstücke entwickelt, das aborale (*b₁*) und das ventrale (*b₂*), letzteres nur etwa halb so gross als das erstere. Der Luftsack war bei beiden von der Primitivhöhle abgeschnürt, hatte jedoch nur bei der einen Larve Luft entwickelt. Bei der anderen lag die Luftflasche zusammengefaltet in der Flüssigkeit des Luftsackes (wie in Fig. 61, Taf. IX). Unter dem aboralen Deckstück, zwischen dem Luftsack, dem Dotter und dem ventralen Deckstück, befand sich bei jeder der beiden Larven ein ziemlich kleiner Polypit, sowie eine Gruppe van 3—4 Knospen.

Viertes Experiment: Dreiteilung der Larve. Entwickelung bis zum achten Tage verfolgt. Die drei Theilstücke waren sehr ungleich; ihr Durchmesser, nachdem sie sich kugelig abgerundet hatten, verhielt sich = 2 : 3 : 4. Nach Verlauf von acht Tagen hatten die drei Theilstücke die in Fig. 77, 78 und 79 auf Taf. XI dargestellten Formen angenommen. Das kleinste Theilstück (Fig. 77) zeigte einen ellipsoiden Körper, welcher aus unveränderten hyalinen Zellen zusammengesetzt war. An einem Pole seiner Längsaxe hatte sich ein Luftsack (*a*) entwickelt, jedoch abweichend von der normalen Weise, indem sich Flüssigkeit zwischen Ectoderm und Entoderm angesammelt und in dieser eine Luftflasche (*u*) gebildet hatte. Das reflectirte Entoderm schien über dieser Höhle wieder zusammen zu wachsen, und so, indem es dieselbe rings umgab, den Luftsack herzustellen. Luft war in der Höhle nicht entwickelt. Das mittlere Theilstück (Fig. 78) hatte eine sehr unregelmässige Gestalt angenommen. Der eiförmige, grösstentheils aus unveränderten Dotterzellen

zusammengesetzte Körper zeigte an beiden Polen seiner Längsaxe eine beträchtlich grosse Höhle, deren Innenwand flimmerte. Ferner zeigte sich Flimmerbewegung an einer kleinen pigmentirten Stelle zwischen beiden Höhlen. Die distale Höhle (*de*) entsprach wohl der gewöhnlichen Dotterhöhle. In der proximalen Höhle hing der Luftsack, welcher nur an einer Stelle mit der Wand derselben verwachsen war. Der Luftsack schien normal gebildet und umschloss in seiner proximalen Hälfte eine grosse Luftblase. Er war vollständig von dem Entoderm der mit ihm verwachsenen Wand abgeschnürt. Von der den Luftsack umgebenden Höhle ging an einer Stelle eine lange unentwickelte Knospe ab, welche an ihrem Ende eine zweite Knospe seitlich entwickelt hatte. *Das grösste Theilstück* (Fig. 83) war wenig verschieden von einer normalen Larve vom achten Tage. Es waren zwei wohl entwickelte Deckstücke vorhanden, ein aborales (*b₁*) und ein ventrales (*b₂*). Zwischen diesen und dem Dotter (*d*) sass ein wohl entwickelter Polypit (*p*), umgeben von mehreren Knospen, von denen eine wohl die des Fangfadens (*f*), eine andere die des Tasters (*t*) war. Auch der Luftsack (*a*), im aboralen Ende des Dotters, war wie gewöhnlich ausgebildet und enthielt eine grosse Luftblase.

Fünftes Experiment: Dreiteilung der Larve. Entwicklung bis zum zehnten Tage verfolgt. Von den drei Theilstücken waren zwei ziemlich gleich gross, das dritte bedeutend (etwa dreimal) kleiner. Dieses letztere Stück stellte noch am zehnten Tage eine kleine kugelige, wimpernde Larve dar, deren ganzer Körper aus gleichartigen, unveränderten Zellen bestand. Nur an einer Stelle zeigte sich ein dunkler Fleck der Oberfläche, aus einer Anhäufung kleiner, trüber Zellen gebildet (Fruchthof?). Von den beiden übrigen, ziemlich gleich grossen Theilstücken hatte das eine nur ein aborales, das zweite sowohl ein aborales als ein ventrales Deckstück entwickelt. Bei beiden war ein Polypit, eine Gruppe von 3—4 kleinen Knospen, und im Rücken derselben, eingeschlossen in dem distalen Dottertheil, ein Luftsack vorhanden. Bei dem mit einem Deckstück versehenen Theilstück hatte derselbe eine Luftblase entwickelt. Bei dem mit zwei Deckstücken versehenen Theilstück dagegen enthielt der Luftsack bloss Flüssigkeit und eine in derselben schwimmende Luftflasche.

Sechstes Experiment: Viertheilung der Larve. Entwicklung bis zum achten Tage verfolgt (Taf. XI, Fig. 80—83). Die vier Theilstücke waren sehr ungleich. Nachdem sie sich zu kugeligen wimpernden Larvenkörpern abgerundet hatten, verhielten sich die Durchmesser der vier Theilstücke = 1 : 2 : 3 : 5. Am achten Tage war das kleinste Theilstück (Fig. 80) immer noch eine einfache wimpernde Kugel, aus gleichartigen Zellen zusammengesetzt. Nur an einer Stelle der Oberfläche war, wie bei den vorher erwähnten kleinsten Theilstücken, ein dunkler Fleck bemerkbar, gebildet aus einem Haufen kleiner, trüber Zellen (Fruchthof?). Das zweite Theilstück (Fig. 81) bildete ebenfalls eine kleine, wimpernde, aus gleichartigen hyalinen Zellen zusammengesetzte Kugel, welche jedoch an den beiden Polen einer Axe (der Hauptaxe) zwei Höhlungen einschloss. Die grössere Höhlung, am distalen Pole, war die Dotterhöhle (*dc*); die kleinere Höhlung, am proximalen Pole, war die Luftsackhöhle (*ac*). Der Luftsack selbst (*a*) sprang mit seinem proximalen Theile, der eine grosse Luftblase (*uv*) enthielt, kegelartig vor und war hier von einer doppelten Hülle, Ectoderm (*e*) und Entoderm (*i*) umgeben, von denen letzteres unmittelbar die Luftsackwand oder das Entoderma reflexum (*a*) umhüllte. Das dritte Theilstück (Fig. 82) war dem zweiten sehr ähnlich, nur etwas grösser. Es bestand ebenfalls aus einer grosszelligen wimpernden Kugel, welche an den beiden Polen der Längsaxe eine mit Flüssigkeit erfüllte wimpernde Höhle umschloss. Die sphaeroide distale Höhle war auch hier wieder die Dotterhöhle (*dc*); die gegenüberstehende, längliche, proximale Höhle dagegen die Luftsackhöhle (*ac*). Diese letztere enthielt jedoch hier keine Luftblase, sondern bloss eine in der Flüssigkeit flottirende zusammengefaltete Luftflasche (*u*). Auch war der Luftsack nicht vollständig von der darüber hinweggehenden äusseren Decke, dem Ectoderm (*e*), abgeschnürt. Es sah vielmehr (ebenso wie in Fig. 77) so aus, als ob sich Flüssigkeit zwischen Entoderm und Ectoderm angesammelt hätte, und als ob dadurch ein wirkliches „Entoderma reflexum“ gebildet würde, das nachher (durch Verwachsung an der Anheftungsstelle des Luftsacks) die Wand des Luftsacks bilden würde. Das vierte Theilstück (Fig. 83) welches ungefähr die Hälfte des ursprünglichen Larvenleibes betrug, hatte sich am achten Tage zu einer Larve entwickelt, welche einer normalen Larve vom sechsten oder siebenten Tage sehr ähnlich sah. Dieselbe

besass ein einziges grosses aborales Deckstück (b_1), ungefähr dem Dotter (d) an Grösse gleich; im proximalen Dottertheil befand sich ein normal entwickelter Luftsack (a), der auch eine grosse Luftblase enthielt. In der Deckstückhöhle lag ein Polypit (p), und zwischen diesem und dem Luftsack eine Knospe (wahrscheinlich von einem Taster, t).

Aus diesen Theilungs-Experimenten scheinen sich folgende Schlüsse ziehen zu lassen: Die Entwicklung des Theilstückes geht um so langsamer vor sich, je kleiner dasselbe ist. Die aus dem Theilstück sich bildende Larve ist um so unvollständiger und neigt um so mehr zur Monstrosität, je kleiner das Theilstück ist. Der fast regelmässig an den Theilstücken zuerst und am stärksten sich entwickelnde Theil ist der Luftsack nebst der Luftflasche, der auch dann sich meistens ausbildete, wenn weder Deckstück, noch Polypit, noch andere Anhänge zur Ausbildung gelangten.

VIII. Beschreibung von Varietäten und Monstrositäten der Crystallodes-Larven.

(Hierzu Taf. XII und XIII.)

Die ungewöhnliche und sehr auffallende Neigung der Siphonophoren-Larven, während ihrer Entwicklung vom normalen Gange derselben abzuweichen und zahlreiche Varietäten und Monstrositäten zu bilden, ist bereits im vierten Abschnitt erwähnt worden, wo wir eine Anzahl solcher Abnormitäten von *Physophora* kennen lernten (Taf. V). Nicht minder gross und oft noch auffallender, als bei den Larven von *Physophora*, ist diese Aberrations-Neigung bei den Larven von *Crystallodes*, und das hohe Interesse, welches diese Bildungen für Darwin's Theorie von der Entstehung der Arten besitzen, wird es rechtfertigen, wenn wir auch hier deren Beschreibung einen besonderen Abschnitt widmen (Taf. XII und XIII).

Wie bei *Physophora*, so scheinen auch bei *Crystallodes* die Abweichungen von dem normalen Entwicklungsgange, welche oft eine sehr bedeutende Höhe erreichen, schon durch sehr geringfügige Abänderungen in den äusseren Existenzbedingungen der Larve verursacht zu werden, wie z. B. durch den Temperaturgrad und die Quantität des Seewassers, in welchem sich die Larve entwickelt, durch die Form der Glassgefässe (flache Schalen oder hohe Cylindergläser), welche das Wasser enthalten, durch die zutretende Lichtmenge, öfter wiederholte Erschütterungen, geringeren oder stärkeren Salzgehalt des Wassers (durch verschiedenen Grad der Verdampfung bedingt),

u. drgl. mehr. Die dadurch veranlassten, oft sehr bedeutenden Abänderungen können theils als Hemmungsbildungen, theils als Rückschläge in die Form längst ausgestorbener Stammeltern, theils als völlige Neubildungen aufgefasst werden. Die letzteren könnten wohl unter günstigen Umständen sich fortpflanzen und durch Vererbung ihrer Eigenthümlichkeit zur Bildung neuer Arten, Gattungen u. s. w. führen.

In noch höherem Grade, als von *Physophora*, gilt von *Crystallodes* zunächst der Satz, dass die *Zeitdauer der Entwicklung sehr variabel* ist. Alle Angaben welche im sechsten Abschnitte über die Veränderungen der *Crystallodes*-Larven an den einzelnen Tagen gemacht sind, dürfen nur als Mittelwerthe angesehen werden, welche sich auf die Mehrzahl der beobachteten Individuen beziehen. Bei vielen Individuen traten die Veränderungen der Form langsamer, bei anderen dagegen rascher ein; namentlich gilt dies von den ersten Tagen der Entwicklung. Der Unterschied ist so bedeutend, dass mehrere Larven die in Fig. 49 (Taf. VII) dargestellte Form, welche gewöhnlich schon am zehnten Tage auftritt, erst am fünfzehnten Tage erreicht hatten, während sie bei einigen anderen schon am siebenten Tage ausgebildet war. Die Luftabsonderung in dem abgeschnürten Luftsacke begann meistens am siebenten Tage, in einigen Fällen aber schon am fünften und in vielen anderen Fällen erst viel später, am zwölften bis vierzehnten Tage. Ebenso trat die Entwicklung des Fangfadens und seines ersten Nesselknopfes zwar gewöhnlich schon am zehnten Tage ein, bisweilen aber bereits am siebenten und anderemale erst am zwölften Tage. Sehr ungleich war ferner der Termin für die Bildung der Dotterhöhle im Nahrungsdotter und für die Entwicklung des ventralen Deckstückes. Am meisten auffallend aber war mir die merkwürdige Ungleichheit in den Entwicklungs-Vorgängen des Fruchthofes am dritten und vierten Tage, welche bereits oben (p. 54) erwähnt worden ist. Nicht allein, dass die Form und Grösse des Fruchthofs und der in demselben zuerst sich bildenden Primitivhöhle, sowie des darüber sich zunächst entwickelnden aboralen Deckstückes sehr verschieden war, sondern es schienen sich sogar in mehreren Fällen aus dem Fruchthofe eine Anzahl (drei bis vier) Knospen fast gleichzeitig zu erheben, von denen eine zum aboralen Deckstück, eine zweite zum Polypiten und die beiden anderen

wahrscheinlich zum Fangfaden und Taster sich gestalteten; jede dieser Knospen schien sich selbstständig auszuhöhlen und die so unabhängig von einander entstandenen Höhlen erst nachträglich zur Primitivhöhle zusammen zu fliessen. Diese und andere, höchst befremdende Abweichungen von dem normalen Entwicklungsgange lassen es höchst rathsam erscheinen, bei der Untersuchung der Siphonophoren-Entwickelung, so wie ich es gethan habe, stets eine grössere Anzahl von Larven gleichzeitig und vergleichend zu untersuchen, weil man sonst niemals sicher ist, nicht durch einzelne aberrante Bildungen irre geführt zu werden. Ich selbst hatte mir, als ich die ersten mühsaunen Versuche machte, die *Crystallodes*-Entwickelung zu verfolgen, irre geleitet durch einzelne Monstrositäten, ein ganz falsches Bild von deren Entwicklung gemacht, welches ich erst erkannte, als ich eine zweite Beobachtungs-Reihe mit einer grösseren Anzahl von Larven anstellte.

Was die Varietäten und Monstrositäten der einzelnen Körpertheile betrifft, so stehen bei den Larven von *Crystallodes*, gleichwie bei denen von *Physophora*, obenan die Abweichungen in der Bildung der Deckstücke und des Luftsackes. Die *Deckstücke* (b) zeigten nur in der *Mehrzahl* der Fälle denjenigen Entwicklungsgang in Zahl, Grösse und Form, welcher auf Taf. VI—VIII dargestellt ist. In vielen anderen Fällen wichen sie von dieser Norm mehr oder minder auffallend ab. Zunächst ist hier zu bemerken, dass in mehreren Fällen nur *ein einziges Deckstück* zur Entwicklung gelangte, und zwar das erste, aborale oder proximale Deckstück (b_1). Dasselbe war dann in der Regel übermäßig entwickelt und schien sowohl durch seine Grösse, als durch seine Form und die Bildung seines Nähr-Canals anzudeuten, dass es die übrigen Deckstücke physiologisch, und bisweilen auch morphologisch, repräsentire; so in den Fällen Fig. 84, 85 und 87 auf Taf. XII. In anderen Fällen gelangten nur *zwei Deckstücke* zur Entwicklung, das aborale (b_1) und das ventrale (b_2), während die beiden lateralen (b_3 , b_4) und die späteren ventro-lateralen gänzlich auszufallen schienen; so in den Fällen Fig. 86, 89 und 90 auf Taf. XIII. Umgekehrt fand bisweilen eine *abnorme Vermehrung* der Deckstücke statt, indem sich die lateralen und ventro-lateralen schon vor ihrer eigentlichen Zeit ausbildeten, letztere namentlich während noch das erste und zweite Deckstück vorhanden waren; so in Fig. 88, Taf. XII.

Diese letztere Larve besass gleichzeitig, und zwar schon am zwölften Tage, sechs Deckblätter, nämlich das aborale (b_1), das ventrale (b_2), die beiden lateralen (b_3, b_4) und die beiden ventrolateralen (b_5, b_6). Ausserdem entwickelten sich in einigen Fällen noch ein oder zwei überzählige Deckstücke an der Rückenseite oder an der Bauchseite.

Die Grösse der Deckstücke war insbesondere in jenen Fällen, wo nicht die normale Zahl zur Entwicklung kam, abnorm. Diese Hypertrophie betraf vor Allem das erste oder aborale Deckstück (b_1), welches am häufigsten die übrigen ersetzte. Seltener war das zweite oder ventrale Deckstück (b_2) hypertrophisch; und die lateralen Deckstücke (b_3, b_4) schienen öfter zur Atrophie als zur Hypertrophie hinzuneigen. (Vergl. Taf. XII und XIII).

Formveränderungen der Deckstücke waren noch häufiger und auch bedeutsamer, als die erwähnten Abnormalitäten in Zahl und Grösse, und stets mit letzteren verbunden. Besonders variabel zeigte sich die Form des aboralen und des ventralen Deckstückes (b_1 und b_2), während die beiden lateralen Deckstücke sich formbeständiger zeigten. Die gewöhnliche Helmform oder Kapuzenform des aboralen Deckstückes (Fig. 50) wurde oft ersetzt durch die Gestalt eines flachen Deckels (Fig. 90, 91) oder einer gewölbten Kuppel (Fig. 85, 87) oder einer fast zweiklappigen, kahnförmigen Schale, welche bald lateral (Fig. 84), bald dorso-ventral comprimirt erschien (Fig. 86). Auch der Nährkanal des aboralen Deckstücks (bc_1) zeigte vielfache Abweichungen in seiner Form, besonders in der Biegung seines Kniees. Gewöhnlich steigt dieser Canal von der Centralhöhle (dem Rest der Primitivhöhle) aus vertical (in proximaler Richtung) in die Höhe, und biegt sich dann in einem variablen (meist spitzen) Winkel knieförmig nach der Bauchseite um. In einigen Fällen dagegen (Fig. 88, 91) nahm derselbe höchst auffallender Weise einen grade entgegen gesetzten Verlauf, indem die Kniebiegung nicht ventral, sondern dorsal war, und der Canal grade nach dem Rücken der Larve hinlief. Das aborale Deckstück selbst schien dann vollständig umgekehrt zu sein und bedeckte den aboral-dorsalen Theil des Larvenkörpers. Einigemal spaltete sich auch der Nährkanal des aboralen Deckstückes sogleich in zwei Schenkel, von denen der eine, längere, in

ventraler, der andere, kürzere, in entgegengesetzter dorsaler Richtung verlief (Fig. 84, 41).

Das zweite oder *ventrale Deckstück* (b_1) zeigte ebenfalls in seiner Gestalt sehr beträchtliche Schwankungen. Dasselbe besteht, wie oben (p. 90) beschrieben wurde, in den Regel aus zwei rechtwinkelig verbundenen und in der Mittellinie kahnförmig gefalteten Platten (Fig. 51, Taf. VII); die horizontale Platte ist in dem ventralen Theil der Schirmhöhle des aboralen Deckstücks versteckt, während die verticale Platte frei vorragend die Bauchseite des Larven-Körpers von vorn her bedeckt. Das Größenverhältniss dieser beiden Platten, ebenso wie ihre Umrisse sind sehr wechselnd. Seltener ist die horizontale Platte so stark entwickelt, wie in Fig. 88, Taf. XII; öfter dagegen ist sie sehr klein, rudimentär, und bisweilen fehlt sie ganz; so in Fig. 89 und 90, Taf. XIII. In letzterem Falle ist die verticale Platte um so stärker entwickelt. Die Form der verticalen Platte, welche die ganze Bauchseite bedeckt, ist sehr variabel, meistens rhombisch, oft aber auch kahnförmig, indem der ventrale Sagittalkiel sehr scharf in der Mittellinie vorspringt. Bisweilen rollen sich die Seitenränder nach der Rückenseite zu förmlich nach innen ein (Fig. 89). Anderemale springen die vier Ecken der rhombischen Platte dergestalt vor, dass dieselbe vierzipflig erscheint (Fig. 90). Besonders die beiden seitlichen Zipfel stehen dann rechts und links wie ohrenförmige Anhänge vor. Der Nährkanal des ventralen Deckstücks läuft meist ungetheilt in der Mittellinie der Rückenseite der verticalen Platte herab. Bisweilen aber sendet er zwei seitlich abgehende Aeste aus, einen rechten und einen linken, welche zu zwei rudimentären Tentakulknöpfen (r) verlaufen (Fig. 90). Diese letzteren Organe, welche oben (p. 62) beschrieben worden sind, variiren sehr, wie alle rudimentären Organe. Bisweilen fehlen sie am ventralen Deckstück ganz. Gewöhnlich ist nur ein Knopf vorhanden, welcher meist in der Mitte der verticalen Platte oder in dem Knie zwischen dieser und der horizontalen Platte sitzt. Seltener sind zwei bis drei Knöpfe vorhanden (Fig. 90) und einmal beobachtete ich deren vier (Fig. 89). Gewöhnlich sind die Ränder der verticalen Platte zierlich ausgeschweift-gezähnelt, bisweilen aber auch ganz glatt.

Die beiden *lateralen Deckstücke*, rechtes (b_3) und linkes (b_4), sind in ihrer Form weniger variabel. Gewöhnlich haben sie anfangs die Gestalt von rhombischen oder mehr quadratischen Platten (Fig. 49 b_3 b_4 , Fig. 52, 53, 88 b_3 b_4). Späterhin nehmen sie die schwer zu beschreibende Form an, welche auf Taf. VIII abgebildet ist. Dann ist gewöhnlich der untere (dorsal-orale) Rand des dorsalen Ausschnittes bei dem rechten Deckstück (b_3) zweizipfelig, mit zwei rudimentären Tentakularknöpfen, bei dem linken Deckstück (b_4) einzipfelig, mit einem Knopfe (r). Bisweilen sind aber auch drei oder selbst vier Knöpfe vorhanden; selten fehlen sie ganz. Der Rand der beiden lateralen Deckstücke ist, wie der des ventralen Stückes, bald glatt, bald ausgeschweift-gezähnelt. Zuweilen erhalten auch die lateralen Deckstücke eine ganz monströse Gestalt (z. B. in Fig. 92, Taf. XIII).

Abnormitäten des Luftsackes (a) sind auch bei *Crystallodes* (wie bei *Physophora*) nächst denen der Deckstücke am bedeutendsten. Auch hier, wie dort, bleibt bisweilen der Luftsack ganz offen, indem er sich nicht von der Primitivhöhle abschnürt; so namentlich bei den durch künstliche Theilung erzeugten Monstrositäten (Taf. XI, Fig. 77, 82). Anderemale schnürt sich der Luftsack zwar vollständig ab und bildet einen geschlossenen, mit Flüssigkeit gefüllten Sack, welcher zuerst mitten zwischen den Dotterzellen, später frei an der Spitze des Stammes (Luftkammer) liegt. Allein die Luftentwicklung bleibt oft völlig aus (Taf. XIII, Fig. 89, 90, 91, 92). Nicht selten findet sich dann aber in der Flüssigkeit, welche den Luftsack (a) erfüllt (ac), die zusammengefaltete Luftflasche (u); so in Fig. 89, 90, 91, Taf. XIII, und Fig. 61, Taf. IX. Im Gegensatte zu dieser *Atrophie* des Luftsackes findet sich bisweilen bei monströsen Larven auch *Hypertrophie* desselben, indem übermässige Luftentwickelung statt findet und den Luftsack zu einer colossalen ellipsoiden Blase ausdehnt (Taf. XII, Fig. 85, 86, 87 a). Diese Abnormitäten sind ebenso wie die entsprechenden von *Physophora* (Taf. V, Fig. 30, 31) sehr geeignet, die eigenthümliche Umbildung des Stammes zu einer grossen Luftblase zu erläutern, welche das Genus *Phy-salia* charakterisiert.

Von den übrigen Körpertheilen der *Crystallodes*-Larve, nach Ausschluss

der Deckstücke und des Luftsackes, zeigen der Polypit, sowie sein Fangfaden, und die beiden Taster (t_1 , t_2) nur selten Abweichungen von der normalen Bildung, und diese sind auch von keinem weiteren morphologischen Interesse. Ziemlich variabel erscheint die Zeit, zu welcher der Durchbruch der Magenhöhle des Polypiten nach aussen und dadurch die Bildung der Mundöffnung eintritt. Ebenso ist bei verschiedenen Individuen der Zeitpunkt verschieden, an welchem der Fangfaden des Polypiten seine volle Entwicklung erlangt, und an welchem derselbe beginnt, die secundären Fangfäden nebst ihren Nesselknöpfen zu erzeugen. Sodann muss noch erwähnt werden, dass die Ausdehnung der Centralhöhle sehr verschieden ist, in welche die Canäle der Deckstücke, des Polypiten, der Taster, der Knospen u. s. w. einmünden, und welche der Rest der Primitivhöhle ist. Bisweilen bildet dieselbe einen ausgedehnten Sinus (Fig. 88, 91).

Wichtiger als diese unbedeutenden Abnormitäten, sind einige Differenzen, welche in dem Schicksal des Nahrungsdotters (d) eintreten. Gewöhnlich wird die aus gleichartigen, unveränderten Furchungszellen bestehende Dottermasse allmählig aufgezehrt zu Gunsten des wachsendes Larvenleibes, so dass zuletzt der Dotter nur noch einen unbedeutenden Bulbus zwischen Luftkammer und Polypiten bildet. In der Regel tritt am elften oder zwölften Tage die Bildung der Dotterhöhle ein, indem sich am oralen Pole der Dotterkugel (gegenüber dem Luftsack) Flüssigkeit ansammelt zwischen der ventralen, unveränderten Zellenmasse und einer peripherischen Wandschicht, welche aus zwei Zellenschichten, Ectoderm und Entoderm besteht (Fig. 54, 57, 58, 59 etc.). Die Grösse der so gebildeten Dotterhöhle ist sehr verschieden, ebenso wie ihr Wachsthum und die Zeit ihres ersten Auftretens. Bisweilen bleibt der Dotter sehr lange solid (Taf. XIII, Fig. 89) und zeigt auch noch keine Höhle, nachdem er fast schon ganz aufgezehrt ist.

In einigen Fällen zeigte der Dotter eine abweichende Bildung, welche mir sehr bemerkenswerth zu sein scheint. Es nahm nämlich die von dem Ectoderm und Entoderm umschlossene Dotterhöhle eine kegelförmige Gestalt an (Fig. 85, Taf. XII) und spitzte sich nach dem oralen Pole hin rüssel förmig zu, ähnlich dem Rüssel des Polypiten. Wie bei letzterem, bildeten sich die Zellen des Entoderm zu einem schlanken Cylinder-Epithel aus; ja

in zwei Fällen schien sich sogar an der kegelförmigen Spitze eine Mundöffnung zu bilden. Sollte sich in diesen Fällen der Dotter noch nachträglich in einen Polypiten umbilden?

Höchst auffallend zeigte sich in dieser Beziehung die in Fig. 91, Taf. XIII abgebildete Monstrosität, vom elften Tage. Fast alle Theile derselben waren monströs gebildet, so namentlich das aborale (b_1) und die beiden lateralen Deckstücke (b_3 b_4) nebst ihren bogenförmig gekrümmten Nährkanälen. Der Luftsack hatte keine Luft, wohl aber eine Luftflasche (v) abgeschieden. Das merkwürdigste war aber der ganz monströse und in der Entwicklung offenbar sehr zurückgebliebene Polypit (p), an dem sich keine Mundöffnung gebildet hatte, und dessen Wände nicht die gewöhnliche Differenzirung zeigten. Statt dessen hatte sich die orale Dotterhöhle (dc) polypitenähnlich entwickelt und schien sich an der Spitze des Rüssels durch einen Mund zu öffnen. Gegenüber der oralen Dotterhöhle hatte sich die Primitivhöhle derartig im aboralen Dottertheile ausgebreitet, dass hier der Dotterrest von der Wand abgetrennt war, und dass eine zweite (aborale) Dotterhöhle der ersten (oralen) entgegenwuchs. Wahrscheinlich würden beide Höhlen, wenn die Larve nach länger gelebt hätte, sich vereinigt und so einen Polypiten gebildet haben, der anstatt des rudimentären eigentlichen Polypiten die Colonie ernährt hätte.

Nach meiner Ansicht würde diese merkwürdige Monstrosität als ein Rückschlag in die Entwickelungsform der alten Ahnen von *Crystallodes* anzusehen sein, bei denen, wie bei *Physophora*, der Dotter selbst in toto sich zum primitiven Polypiten umbildete. Es würde dadurch die Ansicht bekräftigt werden, welche ich im letzten Abschnitte ausführen werde, dass der Entwickelungs-Modus der Siphonophoren mit Nahrungsdotter (*Crystallodes*, *Athorybia*) ein secundär erworbener, derjenige Modus dagegen, bei welchem sich das ganze Ei in den primitiven Polypiten umbildet (*Physophora*, *Physalia*) der ursprüngliche ist.

IX. Individuelle Entwicklungsgeschichte von Athorybia.

(Hierzu Taf. XIV.)

Athorybia schliesst sich in ihrer individuellen Entwicklungsgeschichte auf das Engste an *Crystallodes* an. Während die entwickelten und geschlechtsreifen Formen dieser beiden Genera in so auffallendem Maasse verschieden sind, stimmen dagegen ihre Larven in so hohem Grade überein, dass man sie ohne Weiteres sehr leicht verwechseln könnte. Ich konnte die Entwicklung von *Athorybia* leider nur bis zum siebenten Tage verfolgen, an welchem die zarten Larven dieses wunderschönen Thieres starben. Allein bis zu diesem Termine gleichen die Larven denen von *Crystallodes* in allen wesentlichen Punkten, wie leicht aus einer Vergleichung der Taf. XIV mit Taf. VI und VII zu erschen ist. Insbesondere vergleiche man Fig. 95 mit 39, Fig. 96 mit 40, ferner Fig. 97 mit 42, Fig. 98 mit 43, und endlich Fig. 99 mit 46, sowie Fig. 100 mit Fig. 44.

Ganz ebenso wie bei *Crystallodes*, bildet sich auch bei *Athorybia* zunächst nach Vollendung der Furchung des Eies an dessen proximalem Pole ein aus drei Blättern bestehender Fruchthof, als Keimstätte des Larven-Körpers, und somit ein Gegensatz zwischen Bildungsdotter und Nahrungsdotter. So dann entsteht auch hier, wie dort, in dem Fruchthofe die Primitivhöhle, aus deren proximalem Theile sich der Nährcanal des aboralen Deckstücks, aus dem distalen Theile dagegen der Luftsack bildet. Zwischen beiden sprosst aus der Primitivhöhle an deren Bauchseite der primitive Polypit

hervor, während gleichzeitig das aborale Deckstück die ganze proximale Körperhälfte überwölbt. Der Körper besteht jetzt bei *Athorybia* (Fig. 95, 96), ebenso wie bei *Crystallodes* (Fig. 39, 40), aus vier deutlich differenzierten Stücken, nämlich 1°, dem Nahrungsdotter (*d*); 2°, dem Luftsack (*a*); 3°, dem aboralen Deckstück (*b₁*) und 4°, dem Polypiten (*p*). Während sich nun der Luftsack von der Primitivhöhle abschnürt, wachsen aus der Bauchseite der letzteren, beiderseits der Polypiten-Basis, zwei neue Knospen hervor, rechts der erste Taster (*t*) und links der Fangfaden (*f*). An der Bauchseite des Polypiten selbst entwickelt sich sodann das ventrale Deckstück (*b₂*), welches sich bei *Athorybia* (Fig. 99, 100) gleichfalls ähnlich wie bei *Crystallodes* verhält (Fig. 44—48). Zwei neue Knospen, welche jetzt neben dem Luftsack vortreten, werden wahrscheinlich hier, wie dort, zu zwei lateralnen Deckstücken.

Ein unwesentlicher, aber auffallender Formunterschied, welcher schon vom vierten Tage an die Larven der *Athorybia* auszeichnet und leicht von denen des *Crystallodes* unterscheiden lässt, besteht darin, dass der Dotter bei letzteren seine ursprüngliche Kugelgestalt beibehält, bei ersteren dagegen stark lateral comprimirt und abgeplattet wird, so dass sein Umriss bei der Ansicht von der Rücken- oder von der Bauchseite nicht kreisrund, sondern elliptisch erscheint (Fig. 95, 97, 99). Ferner nimmt der Polypit von *Athorybia* schon sehr frühzeitig eine gelbe Färbung an, während der Polypit von *Crystallodes* farblos bleibt. Da in allen übrigen Beziehungen die Larven-Entwicklung beider Genera wesentlich übereinstimmt, so begnügen wir uns hier mit einer kurzen Skizze der an den Larven von *Athorybia* beobachteten Formwandelungen, und verweisen hinsichtlich des Details auf die vorhergehende Entwicklungsgeschichte von *Crystallodes*.

Der Furchungsprocess des Eies weicht bei *Athorybia* nicht von der oben geschilderten Eifurchung von *Crystallodes* und *Physophora* ab. Auch hier treten am zweiten Tage, nach vollendetem Furchung, die oben beschriebenen amoebenartigen Bewegungen der Furchungszellen auf (Taf. XIV, Fig. 93). Nur erscheinen die amoeboiden Fortsätze der Zellen hier mehr als rundliche und breite stumpfe Höcker, deren oft eine Reihe von 3—4 hinter einander liegt. Der Larvenkörper nimmt dabei oft eine fast cubische oder polyedrische

Gestalt an. Die gleichartigen polyedrischen Zellen, welche diese amoeboiden Bewegungen ausführen, sind auch hier membranlose, einen runden Kern umschliessende, hyaline Plasmaklumpen.

Am dritten Tage erscheint auf der geglätteten Oberfläche des kugeligen Larvenkörpers ein kreisrunder gelblicher Fleck, der *Fruchthof*, welcher auch hier aus drei über einander liegenden Schichten von kleinen, trüben, gelblichen Zellen zusammengesetzt zu sein scheint. Durch Flüssigkeits-Ansammlung zwischen den beiden inneren Blättern entsteht die Primitivhöhle (Fig. 94), deren proximaler, frei vorstehender Theil demnach von den beiden äusseren Blättern (Ectoderm, *e*, und äusserer Lamelle des Entoderms, *i*) umgeben ist, während der distale, in die Dottermasse hineinragende Theil von dem innerem Blatte (der inneren Lamelle des Entoderms, *i*) umschlossen ist.

Am vierten Tage vergrössert sich die Primitivhöhle beträchtlich und ihr proximaler oberer Theil (*bc*) bildet sich zum Nährkanal des aboralen Deckstücks, ihr distaler unterer Theil (*ac*) zur Höhle des Luftsacks aus. An der Gränze beider Abtheilungen, auf der Ventralseite, sprosst aus der Primitivhöhle ein neuer Blindsack hervor (*pc*), die Anlage des Polypiten, der vom Entoderm (*i*) und Ectoderm (*e*) überzogen ist. Dieser wird rasch überwachsen und von oben her überdeckt durch das kappenförmige aborale Deckstück (*b₁*), welches durch Ansammlung von Gallertmasse zwischen Entoderm und Ectoderm des proximalen Vorsprungs der Primitivhöhle entsteht. Während dieser wichtigen Veränderungen, welche bei einigen *Athorybia*-Larven schon am vierten, bei anderen erst am fünften oder sogar erst am sechsten Tage eintraten, geht die ursprünglich kugelige Form des Nahrungs-dotters bereits in die ellipsoide über, indem sie von beiden Seiten her, von rechts und links, stark abgeplattet wird. (Taf. XIV, Fig. 95 eine Larve vom Ende des vierten Tages, von der Rückenseite; Fig. 96 dieselbe von der rechten Seite).

Am fünften Tage nimmt das aborale Deckstück (*b₁*) an Grösse bedeutend zu und überwölbt kappenförmig den proximalen Theil des Larvenkörpers.

An der Basis des Polypiten, und zwar an seiner Bauchseite, nächst der Centralhöhle, tritt eine neue Knospe hervor, welcher bald rechts und links eine andere kleinere Knospe folgt. Bei einigen Larven erschienen diese drei Knospen gleichzeitig. Die in der Mittelebene gelegene ventrale Knospe, welche bald die beiden anderen an Grösse bedeutend übertrifft, ist die Anlage des zweiten oder ventralen Deckstückes (b_2); aus der rechten Knospe bildet sich der Taster (t), aus der linken der Fangfaden (f).

Am sechsten Tage nehmen die drei Knospen, vorzüglich die mittlere (b_2), an Grösse bedeutend zu, ebenso das aborale Deckstück, dessen Nährkanal ($b c_1$) sich nach der Bauchseite hin verlängert (Taf. XIV, Fig. 97, von der Rückenseite, Fig. 98, von der rechten Seite). Das wichtigste Ereigniss dieses Tages ist aber die Abschnürung des Luftsackes (ac) von der Primitivhöhle oder Centralhöhle ($c c$). Der Luftsack ist nun eine ganz geschlossene, mit Flüssigkeit erfüllte Höhle ($a c$), deren vom Entoderm gebildete Wand (a) rings von den Zellen des Nahrungsdotters (d) umgeben ist und nur an einer Stelle an der Rückenseite der Centralhöhle ($c c$) adhärt. Der Polypit nimmt gewöhnlich schon am sechsten Tage seine characteristische gelbe Farbe an.

Am siebenten Tage beginnt bei den Larven von *Athorybia* die Luftabsonderung im Luftsacke. Auch hier entsteht eine Luftblase ($u v$) im proximalen Theile der Luftsackhöhle, während der distale Theil mit Flüssigkeit erfüllt bleibt. Die aus der Primitivhöhle hervor gesprossen Knospen haben am siebenten Tage schon eine bedeutende Ausdehnung erreicht (Fig. 99, von der dorsalen Seite, Fig. 100, von der rechten Seite). Die Knospe des Fangfadens (f) hängt auf der linken Seite des ellipsoiden Larvenkörpers als ein dünner cylindrischer Wulst herab, während auf der rechten Seite die viel kleinere Knospe des Tasters (t) liegt. In der Mitte zwischen beiden, auf der Bauchseite des Dotters, jedoch etwas mehr nach rechts geneigt, liegt der gelbe Polypit (p). Dieser ist überdeckt von dem zweiten oder ventralen Deckstück (b_2), welches sich zwischen Polypit und aboralem Deckstück aus der Schirmhöhle des letzteren hervorschiebt. Der Umriss des ventralen Deckstücks erscheint rhombisch, sein Rand ausgeschweift gezähnelt, seine Mitte von

einem longitudinal herablaufenden Nährcanal ($b\ c_2$) durchzogen. Neben seiner Basis treten zwei neue Knospen (g , g) hervor, vermutlich die Anlagen von zwei lateralen Deckstücken.

Am Ende des siebenten Tages (Fig. 99, 100) bildet nunmehr die Larve von *Athorybia* (ebenso wie die von *Crystallodes*) einen kleinen Siphonophorenstock, welcher aus folgenden sieben individuellen Theilen zusammengesetzt ist: 1°, Dotter (d) nebst Luftsack (a); 2°, Polypit (p) nebst Fangfaden (f); 3°, Taster (t); 4°, 5°, zwei Deckstücken, und zwar aboralem (b_1) und ventralem (b_2); 6°, 7°, zwei Knospen (Deckstück-Anlagen?).

Die Metamorphose von *Athorybia* konnte ich leider nicht weiter verfolgen, da alle Larven in der Nacht vom siebenten zum achten Tage abstarben. Aller Wahrscheinlichkeit nach wird dieselbe einfach darin bestehen, dass das aborale Deckstück abgeworfen wird. Dann gewinnt der Luftsack Raum, um sich mit dem proximalen Dotterrest als Luftkammer über die übrigen Theile zu erheben. Ringsum werden neue Deckstücke an der Basis der Luftkammer hervorsprossen und in dem von ihnen umschlossenen Raume werden sich die übrigen Theile des reifen Stockes entwickeln, neue Polypiten nebst Fangfäden, neue Taster und zuletzt die beiderlei Geschlechtsstücke. In dem oralen Theile des Dotters wird sich wahrscheinlich auch hier eine Dotterhöhle bilden und der Rest des verbrauchten und ausgehöhlten Nahrungs-dotters am oralen oder distalen Ende der Luftkammer die Grundlage des eigentlichen Stammes oder Coenosarcus bilden, welches bei *Athorybia* nicht weiter zur Entwicklung gelangt, sondern in dem ursprünglichen unentwickelten Larven-Zustande verharrt.

X. Reflexionen über die individuelle Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren und über deren Bedeutung für ihre palaeontologische Entwicklungsgeschichte.

„Alle Erscheinungen, welche die individuelle Entwicklung der Organismen begleiten, erklären sich lediglich aus der palaeontologischen Entwicklung ihrer Vorfahren. Die gesamte Ontogenie (oder individuelle Entwicklungsgeschichte) der Organismen ist eine kurze Recapitulation ihrer Phylogenie (oder palaeontologischen Entwicklungsgeschichte).“

Mit diesen Worten hat Haeckel im seiner „allgemeinen Entwicklungsgeschichte der Organismen“ die hohe Bedeutung und die innige Beziehung ausgedrückt, welche die Ontogenie, die biontische oder individuelle Entwicklungsgeschichte, für die Phylogenie, die phyletische oder palaeontologische Entwicklungsgeschichte besitzt. Die erstere ist eine kurze, gedrängte Wiederholung und Zusammenfassung der letzteren, bedingt und verursacht durch die physiologisch-mechanischen Gesetze der Vererbung (*hereditas*) und der Anpassung (*adaptatio*). (Haeckel, generelle Morphologie der Organismen, II, p. 124, 147, 306).

Wenn diese Anschauung, wie ich glaube, die richtige ist, so wird es gestattet sein, hier am Schlusse meiner Beobachtungsreihen die hauptsächlichen Resultate derselben kurz zusammenzufassen und deren Bedeutung für die palaeontologische Entwicklung der Siphonophoren-Gruppe zu erwägen.

Es wird dies um so mehr erlaubt sein, als wir über die historische Entwicklung dieser merkwürdigen Thiergruppe, über ihren mnthmasslichen Stammbaum oder Genealogema niemals durch das empirisch-palaeontologische Material der Versteinerungen oder der fossilen Abdrücke werden aufgeklärt werden. Vielmehr sind wir hier, wie bei so vielen zarten und weichen Organismen, welche keine fossilen Reste hinterlassen konnten, wesentlich angewiesen auf genealogische Hypothesen, welche wir uns aus einer denkenden und kritischen Erkenntniss und Vergleichung der individuellen Entwicklungsgeschichte und der Anatomie bilden müssen. Aus diesem Grunde hat die individuelle Entwicklungsgeschichte oder Ontogenie bei den Siphonophoren ein erhöhtes Interesse.

Es liegen nunmehr Beobachtungs-Reihen über die frühesten Entwicklungs-Vorgänge (von der Eifurchung an) bei vier verschiedenen Siphonophoren-Gattungen vor, bei dem Genus *Diphyes* (von Gegenbaur, vergl. oben p. S f. f.) und bei den Genera *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia* (in meiner vorliegenden Arbeit). Wenn wir die Entwicklung dieser vier Genera vergleichend betrachten, müssen wir zunächst erstaunen über die unerwartete und überraschende Verschiedenheit, welche sich grade in den ersten und wichtigsten Entwicklungs-Grundlagen kundgibt. Wenn wir von dem Genus *Athorybia* absehen, welches ganz den gleichen Entwicklungsgang wie *Crystallodes* einschlägt, treten uns in den drei Genera *Crystallodes*, *Physophora* und *Diphyes* drei ganz verschiedene Modi der Entwicklung entgegen. So befremdend und den gewohnten Anschauungen von der gleichartigen Entwicklung verwandter Genera widersprechend auch diese Tatsache erscheinen mag, so verliert sie doch viel von ihrer räthselhaften Schröffheit, wenn wir erwägen, dass die verschiedenen Genera der kleinen Siphonophoren-Gruppe in ungewöhnlich hohem Grade von einander differiren, in höherem Grade, als in anderen Thierklassen die Familien einer Ordnung verschieden sind. Wenn dieselben durch zahlreiche Species vertreten wären, würde man aus den Genera besondere Familien oder gar Ordnungen bilden.

Fassen wir nun die Differenzen in der Entwicklung dieser vier Siphonophoren-Genera etwas näher ins Auge, so erkennen wir zunächst, dass *Physo-*

phora den drei anderen Gattungen isolirt gegenübertritt. Bei *Physophora* wandelt sich der gesammte Furchungsdotter (oder der Haufe von gleichartigen Bildungszellen, welcher aus der Eifurchung hervorgeht) in den Leib des primitiven Polypiten und seines Deckstückes um. Bei *Crystallodes*, *Athorybia* und *Diphyes* dagegen bildet sich von Anfang an ein sehr wichtiger Gegensatz zwischen Bildungsdotter und Nahrungsdotter, und aus ersterem allein geht der Larvenkörper hervor, während der letztere diesem einfach als Nahrungs-Material dient. Bei *Diphyes* spricht zwar Gegenbaur nicht von einem solchem Gegensatze. Indessen geht aus seiner ganzen Darstellung klar hervor, dass derselbe hier in gleicher Weise vorhanden ist. Der grosszellige sphaeroide Rest des Larvenleibes, welcher nicht zur Bildung der ersten Schwimmglocke verwendet wird, und von dem Gegenbaur vermutet, dass er später zum grosszelligen Saftbehälter im vorderen Schwimmstück wird, ist offenbar unserem Nahrungsdotter bei *Crystallodes* und *Athorybia* ganz homolog.

Alle vier Genera stimmen überein in der totalen Art des Furchungsprozesses, und darin, dass der aus der Furchung hervorgehende Körper zunächst eine kugelige, auf der gesamten Oberfläche wimpernde Larve bildet, welche aus lauter gleichartigen, hyalinen, membranlosen und kernhaltigen Zellen zusammengesetzt ist. Bei allen vier Gattungen bildet sich ferner an einer Stelle der Oberfläche dieser Larve in gleicher Weise ein Fruchthof (*area germinativa*) indem durch fortgesetzte Zellentheilung an dieser Stelle eine mehrfache (stets dreifache?) Lage von kleinen, trüben Zellen sich von den übrigen, grossen und klaren Zellen absetzt. Ferner entsteht bei allen vier Gattungen in gleicher Weise, durch Flüssigkeits-Ansammlung zwischen den beiden inneren (Entoderm-) Blättern des Fruchthofs, eine kleine Höhlung, die Primitivhöhle, deren Wand aus Ectoderm und Entoderm gebildet ist.

Schon das Schicksal dieser Primitivhöhle ist aber ganz verschieden. Bei *Diphyes* bricht dieselbe nach Gegenbaur's Darstellung späterhin nach aussen durch und wird zur Schwimmhöhle des ersten Schwimmstückes, welches sich hier vor allen anderen Organen aus dem Fruchthofe entwickelt. Bei *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia* dagegen wird die Primitivhöhle die Grund-

lage und der Centralraum des coelenterischen Canalsystems, indem sie sich zunächst in eine distale, im Dotter eingesenkte, und eine proximale, frei vorragende Abtheilung scheidet. Erstere schnürt sich bald vollständig von der letzteren ab und wird dadurch zum Luftsack. Letztere dagegen wird zunächst zum Nährcanal des aboralen Deckstückes, welches sich vor allen anderen Individuen (oder Organen) aus dem Fruchthofe entwickelt. Aus diesem Canal sprossen dann später alle übrigen Canäle hervor. Bei *Diphyes* dagegen scheint sich unabhängig von der Primitivhöhle in einer Verlängerung des Fruchthofes eine zweite Höhle zu bilden, welche der Ausgangspunkt des coelenterischen Gefäßsystems wird, und zwar zunächst der Nahrcanäle der Schwimmglocke.

Die rundliche Protuberanz oder die primitive Knospe, welche die Primitivhöhle umschliesst, und welche sich wie ein Keimhügel über die Ebene des Fruchthofes erhebt, wird zu dem ersten, individuell ausgebildeten Stücke des jungen Siphonoren-Stockes. Dieses erste Individuum ist bei *Diphyes* ein Schwimmstück, bei *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia* ein provisorisches (bei der Metamorphose abfallendes) Deckstück. Est nachdem dieses Deckstück schon vom Fruchthofe sich deutlich abgeschnürt und individuell gesondert hat, entsteht der primitive Polypit, und zwar bei *Physophora* aus dem ganzen übrigen Rest des Larvenkörpers, (des Furchungsdotters), bei *Crystallodes* und *Athorybia* aus einer Knospe, welche zwischen Deckstück und Luftsack aus dem Dotter hervorwächst. Die Bauchseite des aboralen Polypiten-Endes oder der Polypitenbasis und ihre nächste Umgebung, namentlich auch der Dottertheil, welcher im Rücken der Polypitenbasis den Luftsack umschliesst, wird nun der Ausgangspunkt der weiteren Entwicklung, das Knospenfeld für die neu hervorsprossenden Knospen.

Der Luftsack entwickelt sich zwar bei allen drei von mir beobachteten Physophoriden-Gattungen in der gleichen Weise, indem der distale Theil der Primitivhöhle sich vollständig von dem proximalen Theile abschnürt. Jedoch zeigt sich insofern bald eine auffallende Verschiedenheit, als der selbe bei *Physophora* in den aboralen oder Basaltheil des Polypiten, bei *Crystallodes* und *Athorybia* dagegen in den aboralen Theil des Nahrungs-dotters zu liegen kommt. Diese Verschiedenheit ist eben dadurch bedingt,

dass der Polypit sich bei *Physophora* aus dem ganzen Dotter, bei den beiden anderen Gattungen aber ganz unabhängig von diesem bildet. Da nun aber der Luftsack offenbar seiner ersten Anlage und seinem ganzen Bau nach in allen Fällen ein und derselbe Körpertheil ist, so wird man zu der Annahme geführt: dass der primitive Polypit von *Physophora* homolog ist dem Nahrungsdotter von *Crystallodes* und *Athorybia*. Dann wäre der Larven-Polypit der letzteren beiden Genera nicht eigentlich der *primäre*, sondern bereits ein *secundärer* Polypit.

So paradox diese Homologie auch zunächst erscheinen mag, so ist sie mir dennoch in hohem Grade wahrscheinlich. Es spricht dafür nicht nur das wichtige Zeugniß des Luftsackes, sondern auch dasjenige des Stammes. Der Stamm oder das Coenosarc bildet sich bei *Physophora* unzweifelhaft aus dem primitiven Polypiten, bei *Crystallodes* und *Athorybia* dagegen (und wohl auch bei *Diphyes*) aus dem hohl gewordenen Reste des Nahrungsdotters, dessen proximales Ende zur Luftkammer wird. Dann würden wir also den Nahrungsdotter als den rudimentär gewordenen Primitiv-Polypiten zu betrachten haben, da der einfachere Fall von *Physophora* das ursprüngliche Verhältniß repräsentiren muss, und die Differenzirung des Nahrungs- und Bildungsdotters überhaupt jedenfalls ein späterer Vorgang sein muss, bedingt durch das Gesetz der abgekürzten Vererbung.

Wenn diese Auffassung richtig ist, so würden also die gemeinsamen Stammeltern unserer Siphonophoren-Genera in früherer Zeit folgenden einfachen individuellen Entwicklungsgang befolgt haben: Der aus der Furchung hervorgegangene Larvenkörper, welcher aus lauter gleichartigen Furchungszellen besteht, wandelt sich in toto in den primitiven Polypiten um, indem in seinem Inneren eine Höhle (Magenhöhle) entsteht, die später durch den Mund nach aussen durchbricht. Von dieser Höhle schnürt sich am aboralen Ende des Polypiten eine kleine Höhle ab, welche zum Luftsack wird. Zugleich wandelt sich dieses aborale Ende selbst, indem es sich kappenförmig vom Polypiten abhebt, zu seinem Deckstück (Medusenschirm) um. Die übrigen Theile entstehen als Knospen aus der Basis des primitiven Polypiten.

Im weiteren Verlaufe der historischen Entwicklung müsste dann der

primitive Polypit von dieser ursprünglichen maassgebenden Bedeutung als Hauptperson allmählich herabgesunken sein, während die Nebenpersonen (Deckstück, secundärer Polypit, Taster etc.) entsprechend eine grössere Bedeutung erlangten. Bei *Crystallodes*, *Athorybia*, *Diphyes* etc. wäre diese Veränderung so weit gegangen, dass der primitive Polypit zuletzt, ganz rudimentär geworden, nur noch als Nahrungsdotter fungirte, während an seine Stelle als actives Ernährungs-Organ, als wirklich fressender Polyp, ein secundärer Polypit trat, der als Knospe aus dem ursprünglichen hervorgesprosst war. Für diese Deutung spricht offenbar das Schicksal der unveränderten Furchungszellen selbst, welche bei *Physophora* — gewissermassen als „innerer Nahrungsdotter“ — im Inneren, in der Magenhöhle des primitiven Polypiten, ebenso als Nahrungsmaterial für den wachsenden Larvenleib verwandt werden, wie bei *Crystallodes* etc. in dem „äusseren Nahrungsdotter.“

Ganz besonders aber scheinen mir für diese Deutung die merkwürdigen oben erwähnten Monstrositäten von *Crystallodes* zu sprechen (Rückschläge in die alte Stammform!), bei welchen der Nahrungsdotter selbst polypitenähnlich entwickelt ist (Taf. XII, Fig. 85; Taf. XIII, Fig. 91). Der distale Dottertheil bildet hier eine geräumige Höhle, deren Wände in ein gleiches Entoderm und Ectoderm, wie am Rüssel des Polypiten differenzirt sind, und an deren Spitze sich sogar eine Mundöffnung zu bilden scheint. Das eine dieser Monstra (Fig. 91), bei welchem der Dotter ganz den Entwicklungsgang wie bei *Physophora* zu nehmen schien (Vergl. Fig. 11, 13), war um so merkwürdiger, als der eigentliche Polypit (ρ) hier ganz rudimentär und zur Ernährung untauglich war. Alle diese Argumente scheinen zu beweisen, dass der primitive Polypit, welcher lange Zeit hindurch das einzige Ernährungs-Organ des jugendlichen Siphonophoren-Stockes darstellt, nur bei *Physophora* der eigentliche primäre Polypit, bei *Crystallodes* etc. dagegen ein secundärer Polypit ist.

Mit *Physophora* stimmt höchst wahrscheinlich auch *Physalia* überein, deren jüngste von mir beobachtete Jugendformen, von nur 4—5^{mm} Länge, ganz denjenigen glichen, welche Huxley beschrieben hat (Oceanic Hydrozoa, p. 23, 96, Pl. X, Fig. 1). Sie bestanden nur aus einem einzigen, ganz einfachen, birnförmigen Polypiten, dessen spitzes orales Rüsselende bereits

eine Mundöffnung besass, während das aufgetriebene aborale Ende eine sehr grosse ellipsoide Luftblase umschloss, halb oder ein Drittel so lang, als der ganze Polypit. In der Mitte des letzteren sprossste (unterhalb der Luftblase) ein kleiner einfacher Fangfaden hervor. Die Luftblase war in einen gleichen, vom Entoderm gebildeten Luftsack eingeschlossen, wie bei *Physophora*.

In allen Fällen scheint demnach der Stamm, das Coenosarc des Siphonophoren-Stockes, aus dem ursprünglichen primitiven Polypiten zu entstehen, gleich viel ob derselbe auch jetzt noch als primärer Polypit auftritt, oder nur als Nahrungsdotter. Ferner ist in allen Fällen der Luftsack kein besonderer individueller Theil (*hydroides Individuum*), sondern ein Organ, welches sich im aboralen Polypiten- oder Stamm-Ende ausbildet.

Wenn wir die beiden verschiedenen Entwickelungs-Arten, einerseits diejenige von *Physophora* (und wohl auch *Physalia*), andererseits diejenige von *Crystallodes*, *Athorybia* (und wohl auch *Diphyes*) hinsichtlich ihres genealogischen Werthes für die Erkenntniss der palaeontologischen Entwicklung der Siphonophoren vergleichend abschätzen, müssen wir jedenfalls den ersten Modus, den wir kurz als „*Physophora-Larven-Typus*“ bezeichnen können, als den älteren und ursprünglicheren Entwickelungsgang betrachten, während der zweite Modus, der entsprechend als „*Crystallodes-Larven-Typus*“ zu bezeichnen wäre, jedenfalls einen erst später entstandenen und durch Anpassung mehr veränderten Entwickelungsgang repräsentirt. Wir müssen annehmen, dass auch bei den uralten Ahnen der *Crystallodes* etc. ursprünglich, wie bei der *Physophora* etc., der ganze Larvenkörper sich in den primitiven Polypiten (mit oder ohne Deckstück) umbildete, und dass erst später dieser echte primäre Polypit zum blossem Nahrungsdotter herabsank, nachdem ein anderer, secundär als Knospe entstandener, nur scheinbar primitiver Polypit seine Function übernommen hatte. Damit scheint auch in Zusammenhang zu stehen, dass der Fangfaden des echten primären Polypiten bei *Physophora* total von den Fangfäden der später entstehenden (secundären) Polypiten verschieden ist, während der Fangfaden des pseudo-primitären Polypiten von *Crystallodes* einfach einen jugendlichen Entwickelungs-Zustand der späteren (an den secundären Polypiten befestigten) Fangfäden darstellt. Die vergleichende Anatomie der Fangfäden, welche zu den schwierigsten und verwickeltsten Theilen der Siphonophoren-Morphologie gehört, dürfte aus

dieser Auffassung, wenn sie richtig ist, vielleicht wesentlichen Vortheil ziehen. Es wird zu unterscheiden sein zwischen jugendlichen Fangfäden der Siphonophoren, deren Form-Unterschied von denen der erwachsenen Thiere bloss auf der ontogenetischen, und solchen, deren Unterschied auf der phylogenetischen Alters-Differenz beruht; d. h. es werden diejenigen primitiven Larven-Fangfäden, welche von einer früheren Stammform her vererbt sind, (wie der erste Fangfaden der *Physophora*-Larve) einen viel höheren Werth für die Genealogie der Siphonophoren besitzen, als diejenigen Fangfäden, welche von einer viel jüngeren Ahnenreihe ererbt sind (wie der erste Fangfaden der *Crystallodes*-Larve).

Von besonderem Werthe für die Phylogenie oder die palaeontologische Entwickelungs-Geschichte der Siphonophoren-Gruppe scheinen mir einige rudimentäre Körpertheile zu sein, welche ich an den von mir beobachteten Siphonophoren-Larven aufgefunden habe. Es scheint mir dahin vor Allen der oben (p. 24, 27) erwähnte rudimentäre *Schirmcanal* (*y*) zu gehören, welcher bei den *Physophora*-Larven von dem Nährkanal des Deckstücks ausgeht, die Gallertmasse des Schirms durchsetzt und in dessen Ectoderm mit einem Nesselknopf (*x*) endigt (Taf. I, Fig. 9—16; Taf. II, Fig. 17, 20, 22; Taf. V, Fig. 32, 33). Wie alle rudimentären oder cataplastischen, degenerirenden Organe, zeigt derselbe bei verschiedenen Exemplaren einen verschiedenen Entwickelungsgrad, fehlt nicht selten und besitzt offenbar gar keine physiologische, aber eine desto höhere morphologische Bedeutung. Wie bereits oben auseinandergesetzt wurde (p. 27), halte ich diesen rudimentären Schirmcanal für das *Homologon des Stielcanals* der craspedoten oder cryptocarpfen Medusen, desjenigen Canales, welcher (bei *Hybocodon*, *Steenstrupia* und vielen anderen Medusen) vom Magengrunde ausgehend die Gallerte des Schirms durchsetzt und sich bei den eben hervorknospenden Medusen in den Stiel fortsetzt, welcher deren nutritiven Zusammenhang mit dem mütterlichen Hydroid-Polyphen-Stock vermittelt. Bei *Physophora* würde also dieser rudimentäre Schirmcanal, als ein höchst werthvolles, uraltes Adels-Diplom, auf die längst entschwundene Zeit hindeuten, in welcher die Ur-Ahnen dieser Siphonophore als einfache Medusen aus einem Hydroid-Polyphen-Stocke hervorknospften.

Als rudimentäre Organe anderer Art, aber von ähnlicher Bedeutung, glaube ich die *rudimentären Zellenknöpfe* (*r*) auffassen zu müssen, welche an den Deckstücken der Crystalloides-Larven auftreten, und welche ebenfalls sehr variabel, physiologisch werthlos, morphologisch aber desto wichtiger sind. (Taf. VII, Fig. 52, 53; Taf. VIII, Fig. 57; Taf. IX, Fig. 60, 64; Taf. XIII, Fig. 89, 90). Ich habe diese Zellenknöpfe (*r*) bereits oben beschrieben (p. 62) und daselbst ihre phylogenetische Bedeutung zu begründen versucht. Ich halte dieselben für die *Reste von radialen Medusen-Tentakeln* (Randfäden) und die rudimentären Canäle, durch welche dieselben mit dem Nährkanal des Deckstücks in Verbindung stehen (Fig. 52, 53, 54, 90) für die *Reste von Radialcanälen*. Bald sind deren nur 1 oder 2, bald 3—4 vorhanden. Für die *Deckstücke selbst* würden diese uralten Adels-Diplome vom Neuen den Beweis liefern, dass sie als herabgekommene, *rudimentäre Medusen-Schirme* (*umbrellae*) aufzufassen sind. Die hohe morphologische Bedeutung, welche nach Darwin den rudimentären oder catastrophischen Organen zukommt, wird hierdurch aufs Neue bestätigt.

Für die *generelle Morphologie der Siphonophoren* und insbesondere für ihre vergleichende Anatomie liefern unsere ontogenetischen Untersuchungen aufs Neue den Beweis, dass dieselben den festsitzenden Hydroiden-Stöcken (z. B. *Hydractinia*) homolog, dass sie *echte schwimmende Hydromedusen-Stöcke* sind. Zweifelsohne ist *jeder Siphonophoren-Stock eine physiologische Einheit*, ein *einziges Bion oder physiologisches Individuum*. Morphologisch betrachtet dagegen ist derselbe ein *echter Stock oder Cormus* (ein Form-Individuum sechster Ordnung, im Sinne Haeckel's), also eine Vielheit von mehreren, gesellig verbundenen und polymorphen, differenzierten Personen (Form-Individuen fünfter Ordnung).

Bekanntlich gehen die Ansichten der verschiedenen Autoren darüber, welchen Theilen des Siphonophoren-Stockes man den Rang von Personen oder Form-Individuen fünfter Ordnung zuerkennen solle, ziemlich weit aus einander. Ohne hier diese divergenten Ansichten, zwischen denen sehr schwer definitiv zu entscheiden ist, zu discutiren, will ich hier schliesslich nur mit ein paar Worten diejenige morphologische Deutung angeben, welche sich mir

aus meinen ontogenetischen Untersuchungen als die am meisten wahrscheinliche herausgestellt hat. Ich unterscheide dabei zwischen den beiderlei Haupt-Modificationen des Hydromedusen-Körpers, zwischen *hydroiden* (polypoiden) und *medusoiden* (codonoiden) Individuen oder *Personen*.

Für *hydroide (polypoide) Personen* des *Siphonophoren-Cormus* halte ich: 1°, den *Stamm* oder das *Coenosarc (truncus)*, welcher aus dem ursprünglichen (echten) primitiven Polypiten entsteht; 2°, die (pseudo-primären und secundären) *Magen-Polypen* oder Saugröhren (*polypites*) nebst zugehörigem Fangfaden (*filum captans*); 3°, die *Taster* oder *Hydrocysten (palpones)* nebst zugehörigem Tastfaden (*filum palpanis*). Die mundlosen Taster halte ich für modifizierte Polypiten und betrachte den Tastfaden ebenso als ein blosses Organ des Tasters, wie den Fangfaden (nebst seinen secundären Fangfäden) als ein blosses Organ des Polypiten. Den Ausdruck „Organ“ gebrauche ich hier in Haeckel's rein morphologischem Sinne, für „Form-Individuum zweiter Ordnung.“ Ebenso ist der Luftsack, wie die Entwicklungsgeschichte deutlich lehrt, ein blosses Organ des primitiven oder Stamm-Polypiten, welcher bei *Physophora* etc. noch in seiner ursprünglichen Polypiten-Form, bei *Crystallodes* etc. als rudimentär gewordener Polypit, als „Nahrungs-Dotter“ auftritt.

Für *medusoide (codonoide) Personen* des *Siphonophoren-Stockes* halte ich: 1°, die *Schwimmstücke* oder *Schwimmglocken (nectocalyces)*, 2°, die *Deckstücke* oder *Hydrophyllia (bracteae)*, 3°, die beiderlei *Geschlechtsstücke* oder *Sexual-Medusen (gonocalyces)* und zwar ebensowohl die *männlichen (androphora)* als die *weiblichen Geschlechtsstücke (gynophora)*. Für die Deckstücke muss ich jedoch noch hinzufügen, dass dieselben wohl in einzelnen Fällen nur den morphologischen Werth eines Medusen-Organes (Form-Individuums zweiter Ordnung) haben, während dieselben gewöhnlich den Form-Werth einer Medusen-Person (Form-Individuums fünfter Ordnung) besitzen. So ist es mir z. B. sehr wahrscheinlich, dass das (einige) Deckstück der *Physophora*-Larve nur als ein Medusen-Organ und die ganze Larve (wenigstens bis zum elften oder zwölften Tage) als ein einziges Medusen-Individuum (Person) aufzufassen ist, wie ich schon oben angedeutet habe (p. 27). Ebenso hat vielleicht auch das

erste (aborale) Deckstück der Larve von *Crystallodes*, *Athorybia* etc. nur den Formwerth eines Organes, während die folgenden Deckstücke (ventrales, laterale etc.) als wirkliche medusoide Personen aufzufassen sind. Scharfe Grenzen werden wohl auch hier (wie überall in der Natur) nicht vorkommen, und die Extreme durch vermittelnde Uebergänge verbunden sein.

Wenn auch die vorliegenden Untersuchungen über die individuelle Entwickelungs-Geschichte der Siphonophoren leider nur auf die drei Genera *Physophora*, *Crystallodes* und *Athorybia* beschränkt waren, so glaube ich doch, dass dieselben für die phyletische Entwickelungs-Geschichte der ganzen Siphonophoren-Gruppe nicht ohne weitere Bedeutung sein, dass sie wenigstens ein neues Streiflicht in dieses ebenso interessante als unbekannte Gebiet werfen werden, und dass sie aufs Neue das Wort bestätigen werden, welches wir unserer Arbeit als Motto vorgesetzt haben: „*Alle Erscheinungen, welche die individuelle Entwicklung der Organismen begleiten, erklären sich lediglich aus der palaeontologischen Entwicklung ihrer Vorfahren.*“

Erklärung der Tafeln.

NB. Die Bedeutung der Buchstaben ist in allen Figuren dieselbe.

- a Pneumatosaccus.* Luftsack.
 - ac Cavum pneumatossacci.* Höhle des Luftsackes.
- b Bractea.* Deckstück. Deckschuppe. *Hydrophyllum.*
 - b₁* Erstes, aborales oder proximales Deckstück.
 - b₂* Zweites, ventrales Deckstück.
 - b₃* Rechtes laterales Deckstück.
 - b₄* Linkes laterales Deckstück.
 - b₅* Rechtes ventro-laterales Deckstück.
 - b₆* Linkes ventro-laterales Deckstück.
- bc Canalis bractealis.* Nährkanal des Deckstücks.
 - bc₁* Nährkanal des aboralen Deckstücks.
 - bc₂* Nährkanal des ventralen Deckstücks.
 - bc₃* Nährkanal des rechten lateralen Deckstücks.
 - bc₄* Nährkanal des linken lateralen Deckstücks.
 - bc₅* Nährkanal des rechten ventro-lateralen Deckstücks.
 - bc₆* Nährkanal des linken ventro-lateralen Deckstücks.
- c Canalis.* Ernährungsgefäß. Coelenterischer Nährkanal.
 - cc Cavum centrale.* Centralhöhle.
- d Lecithus.* Furchungsdotter. Dotter. Vitellus.
 - dc Cavum lecithi.* Dotterhöhle.
- e Ectoderma.* Aeussere Bildungshaut.
- f Filamentum.* Fangfaden. *Filum captans.*
- g Gemma.* Knospe.
 - gc Cavum gemmae.* Knospenhöhle.
- h Hepar.* Leber. *Villi hepatici.* Leberzotten des Polypiten.
- i Entoderma.* Innere Bildungshaut.
- k Cnidium.* Nesselknopf. *Sacculus.*
 - kf Filum cnidii.* Endfaden des Nesselknopfs.

- t Pneumatophorus.* Luftpammer.
 - m Androphorum.* Hoden. Männliche Sexual-Meduse.
 - n Nectocalyx.* Schwimmstück. Schwimmglocke. Locomotive.
 - o Os.* Mund (des Polypiten).
 - p Polypites.* Polypit. Saugröhre. Magen-Polyp.
 - pc Cavum polypitis.* Höhle des Polypiten.
 - q Gelatina umbellae.* Schirmgallert.
 - r Rudimentum tentaculi.* Rudimentärer Tentakelknopf.
 - s Truncus.* Stamm. Coenosarc.
 - sc Cavum coenosarci.* Stammhöhle.
 - t Palpo.* Taster. *Hydrocystis.*
 - tc Cavum palponis.* Tasterhöhle.
 - tf Filum palponis.* Tastfaden. *Filum palpans.*
 - u Pneumatocystis.* Luftflasche.
 - uv Vesicula hydrostatica.* Luftblase im Luftsack.
 - v Punctum vegetations.* Vegetations-Punkt der Knospen.
 - w Gynophorum.* Eierstock. Weibliche Sexual-Meduse.
 - x Rudimentum pedunculi.* Rudimentärer Nesselknopf am Ende des Stielcanals *y*.
 - y Rudimentum canalis.* Rudimentärer Stielcanal oder Schirmcanal zur Oberfläche des Deckstücks.
 - z Cavum primitivum.* Primitivhöhle.
-

Taf. I.

P H Y S O P H O R A.

Larve vom ersten bis zwölften Tage.

Fig. 1. Ein reifes befruchtetes Ei. In dem grossen Keimbläschen ist der Keimfleck und in diesem der Keimpunkt sichtbar.

Fig. 2. Beginn der Furchung. Die Eizelle hat sich in zwei Zellen getheilt, nach vorhergegangener Theilung des Keimbläschens.

Fig. 3. Larve nach vollendetem Furchung. Der aus der Furchung hervorgegangene kugelige Larvenleib besteht aus grossen wasserklaren polyedrischen Zellen.

Fig. 4. Larve vom dritten Tage. Die oberflächliche Zellschicht des kugeligen Larvenleibes hat sich mit Flimmern bedeckt und als Ectoderm vom der daruntergelegenen differenziert.

Fig. 5. Larve vom fünften Tage. Die kugelige Form ist ellipsoid geworden und an dem oberen (proximalen) Pole der Längsaxe hat sich der Fruchthof, aus drei Blättern (Schichten von kleineren und dunkleren Zellen) bestehend, gebildet.

Fig. 6. Larve vom sechsten Tage. In dem Fruchthofe am proximalen Ende der Larve hat sich die Primitivhöhle (*z*) zwischen den beiden Blättern des gespaltenen Entoderms (*i*) gebildet.

Fig. 7. Larve vom siebenten Tage. Zwischen dem Ectoderm (*e*) und dem Entoderm (*i*), welche das Dach der Primitivhöhle (*z*) bildeten, ist Gallertmasse (*g*) ausgeschieden.

Fig. 8. Larve vom achten Tage. Die Primitivhöhle sondert sich in eine proximale Höhle, *bc* (Nährkanal des Deckstücks) und in eine distale Höhle, *ac* (Höhlung des Luftsackes, *a*).

Fig. 9. Larve vom neunten Tage. Der Larvenkörper differenziert sich durch Abschnürung des proximalen Deckstücks (*b*) von dem distalen Polypiten (*p*), dessen Magenhöhle (*pc*) sich oben zwischen Entoderm (*i*) und Dotter (*d*) zu entwickeln beginnt.

Fig. 10. Proximaler Theil einer Larve vom neunten Tage. Der Nährkanal (*bc*) des Deckstücks setzt sich unmittelbar in die Anlage der Magenhöhle (*pc*) und in die Höhlung des Luftsackes (*ac*) fort.

Fig. 11. Larve vom zehnten Tage, halb von der rechten, halb von der dorsalen Seite gesehen. Die Höhlung des Luftsackes (*ac*) hat sich von dem Nährkanal des Deckstücks (*bc*) abgeschnürt. Am oralen Ende des Polypiten bildet sich die Rüsselhöhle (*pc₂*).

Fig. 12. Deckstück einer Larve vom zehnten Tage, von der Rückenseite gesehen, (*y*) der rudimentäre Schirmkanal, der im Ectoderm mit einem Nesselknopf (*x*) endet.

Fig. 13. Larve vom elften Tage, von der rechten Seite (und etwas vom Rücken) gesehen. In dem Luftsack (*a*) ist die erste Luftblase sichtbar.

Fig. 14. Proximaler Theil einer Larve vom elften Tage, von der Bauchseite gesehen. In der Luftsackhöhle (*ac*) die Luftblase (*uv*).

Fig. 15. Larve vom zwölften Tage, halb von der rechten, halb von der dorsalen Seite gesehen. Der Dotter (*d*) hängt frei vom Luftsack (*a*) in die Magenhöhle (*pc*) herab; an der Bauchseite des proximalen Polypiten-Endes erscheinen zwei Knospen (*y*).

Fig. 16. Deckstück einer Larve vom zwölften Tage; von der Rückenseite gesehen.

Taf. II.**P H Y S O P H O R A.**

Larve vom dreizehnten bis fünfundzwanzigsten Tage.

Fig. 17. Larve vom dreizehnten Tage, von der rechten Seite gesehen. Man sieht den rudimentären Schirmcanal (γ), der mit einem Nesselknopf (α) im Ectoderm endigt.

Fig. 18. Larve vom vierzehnten Tage, von der Rückenseite gesehen. Die grossen hellen Zellen der inneren Magenwand sind sichtbar.

Fig. 19. Larve vom fünfzehnten Tage, von der Rückenseite gesehen.

Fig. 20. Larve vom sechzehnten Tage, von der rechten Seite gesehen. Der Fangfaden (f) ist schon ziemlich entwickelt.

Fig. 21. Larve vom einundzwanzigsten Tage, von der Bauchseite gesehen. Zwischen dem Fangfaden (f) und dem Taster (t) bilden sich auf der Bauchseite neue Knospen (g).

Fig. 22. Larve vom dreiundzwanzigsten Tage, von der rechten Seite gesehen. Während der Fangfaden (f) auf der Bauchseite bleibt, ist der Taster (t) auf die Rückenseite herumgeschoben.

Fig. 23. Larve vom fünfundzwanzigsten Tage, halb von der rechten, halb von der dorsalen Seite gesehen. Polypit (p), Fangfaden (f), Taster (t) und Deckstück (b) sind vollständig entwickelt.

Taf. III.**P H Y S O P H O R A.**

Junges und reifes Thier van *Physophora magnifica*.

Fig. 24. Junge *Physophora magnifica*, vom achtundzwanzigsten Tage, von der linken Seite. Das provisorische Deckstück der Larve ist abgeworfen. Der junge Siphonophoren-Stock besteht aus dem Polypiten (p), welcher den Stamm der Colonie bildet und dessen proximales Ende der Luftsack (a) umschliesst, aus dem zugehörigen Fangfaden (f), aus

drei Tastern (t_1-t_2) nebst zugehörigen Tastfäden (t^f), und aus der Knospengruppe der Schwimmglöckchen (n).

Fig. 25. Etwas ältere *Physophora magnifica*, schwimmend im Meere gefischt, von der linken Seite. Der junge Siphonophoren-Stock besteht aus dem Polypiten (p), welcher den Stamm der ganzen Colonie bildet und dessen proximales Ende sich schon deutlich als Luftkammer absetzt, aus dem zugehörigen Fangfaden (f), aus vier Tastern (t_1-t_4) nebst zugehörigen Tastfäden (t^f) und aus der einzeiligen Reihe der Schwimmglöckchen (n).

Fig. 26. Vollständig entwickeltes und geschlechtsreifes Thier von *Physophora magnifica*, in natürlicher Grösse. Das Thier lässt so eben durch den *ductus pneumaticus* an der Basis der Luftkammer drei Luftblasen entweichen, um sich in die Tiefe zu senken, wobei es den Kranz der rosenroth und goldgelb gefärbten Taster kronenartig zusammenschliesst. Zwischen den deckstückähnlichen Tastern schauen drei Polypiten und Theile der Genitaltrauben hervor. Von der Basis jedes Tasters geht ein einfacher Tastfaden ab, von der Basis jedes Polypiten ein sehr langer Fangfaden, welcher mit sehr zahlreichen secundären Fangfäden besetzt ist. Jeder der letzteren trägt am Ende einen sehr grossen, zum Theil roth gefärbten Nesselknopf. Die zweizeilige Reihe der Schwimmglöckchen ist von der Dorsalseite gesehen. Der rothe Stamm schimmert zwischen ihnen hindurch. Der Kranz der Tastfäden bewegt sich oberhalb des Busches der Fangfäden.

Taf. IV.

PHYSOPHORA.

Nesselknöpfe der Larve und des entwickelten Thieres.

Fig. 27. Der (einige) Fangfaden der Larve von *Physophora magnifica* (vom fünfundzwanzigsten Tage). Die secundären Fangfäden desselben tragen sehr eigenthümliche polsterförmige Nesselknöpfe, welche 1—10 grosse ellipsoide Nesselkapseln einschliessen, und von deren Oberfläche zweierlei Fortsätze ausgeben: fingerförmige, in der stumpfen Spitze einen orangerothen Fleck enthaltende Fortsätze, und sehr zarte starre Borsten.

Fig. 28. Secundärer Fangfaden nebst Nesselknopf von einer erwachsenen *Physophora magnifica* (Fig. 26). A Ein Stück des primären Fangfadens. B Die dünne proximale Hälfte des secundären Fangfadens. C Die aufgeblasene distale Hälfte desselben, an welcher sehr deutlich zwischen Entoderm und Ectoderm die starke Lage der Ringmuskeln vortritt. An dem Nesselknopf selbst ist die charakteristische Pigmentirung der Species

zu bemerken. Die distale Spitze ist dunkel roth pigmentirt, und an dem proximalen Theile des Nesselknopfs befindet sich auf beiden Seiten (rechts und links) ein dunkelroth gefärbter Augenfleck. Die Bedeutung der Buchstaben ist dieselbe, wie in Fig. 29.

Fig. 29. Nesselknopf einer erwachsenen *Physophora magnifica*. *C* Distaler Theil des secundären Fangfadens. *D* Aeusserste Hülle des Nesselknopfes. *E* Aeusserer Hohlraum (zwischen äusserster Hülle und grosszelliger Hülle). *F* Grosszellige Hülle, aus sehr grossen, hyalinen, polyedrischen Zellen (sehr ähnlich denen des Dotters) zusammengesetzt; diese Zellen bilden keine einfache epithelialartige Lage, sondern eine solide Masse, welche den ganzen Raum zwischen *E* und *G* ausfüllt. *G* Dicke hyaline knorpelähnliche Hülle. *H* Centraler Hohlraum, welcher den Nesselstrang umschliesst. *I* Solider Strang (obliterirter Canal?), welcher vom distalen Ende des centralen Hohlraums zum proximalen Ende des Nesselstranges läuft. *K* Nesselstrang, in vier Spiralwindungen zusammengelegt. *L* Starke elastische Bänder, an der Innenfläche des Nesselstranges verlaufend. *M* Proximales Ende des Nesselstranges, mit zwei Reihen sehr grosser Nesselkapseln. *N* Distales Ende des Nesselstranges, wo derselbe aus dem Nesselknopfe hervortritt.

Taf. V.

P H Y S O P H O R A.

Varietäten und Monstrositäten der Larven.

Fig. 30. Monströse *Physophora*-Larve vom zweiundzwanzigsten Tage, von der Rückenseite; Deckstück (*b*) rudimentär; Polypit nebst Fangfaden gut entwickelt; Luftsack (*a*) hypertrophisch, mit einer übermässig grossen Luftblase erfüllt und zum halben Umfang des Polypiten-Leibes ausgedehnt.

Fig. 31. Monströse *Physophora*-Larve vom vierundzwanzigsten Tage, von der Rückenseite. Deckstück (*b*) kuppelförmig degenerirt, mit atrophischem Ventraltheil und mit hypertrophischem Nährkanal. Polypit nebst Fangfaden gut entwickelt, ebenso der Taster (*t*). Luftsack (*a*) hypertrophisch, durch eine colossale Luftblase (*u*) übermässig ausgedehnt. Am Oralpol des Luftsacks noch ein Rest des Nahrungsdotters (*d*).

Fig. 32. Monströse *Physophora*-Larve vom fünfzehnten Tage, von der linken Seite. Deckstück (*b*) kahnförmig degenerirt, fast zweiklappig; Nährkanal desselben abnorm erweitert und in vier Schenkel (Radialcanäle der rudimentären Meduse?) gespalten. Luft-

sack (*a*) atrophisch, nicht von der Primitivhöhle abgeschnürt und in offener Communication mit dem Gastrovascular-Apparat. In der Flüssigkeit des Luftsacks eine zusammengefaltete Luftflasche (*u*). Der Polypit enthält noch einen beträchtlichen Dotterrest (*d*).

Fig. 33. Monströse *Physophora*-Larve vom zwanzigsten Tage. Deckstück (*b*) schlank glockenförmig, hypertrophisch, mit zwei Nährkanälen. Polypit (*p*) ganz in der Schirmhöhle des Deckstücks verborgen. Ganzer Larvenkörper sehr medusen-ähnlich.

Fig. 34. Monströse *Physophora*-Larve vom einundzwanzigsten Tage. Deckstück (*b*) hypertrophisch, zweiklappig, mit dorsalem und ventralem Medianschlitz und mit zwei Nährkanälen. Luftsack (*a*) abgeschnürt, aber ohne Luftentwicklung. In der Flüssigkeit der Luftsackhöhle eine zusammengefaltete Luftflasche (*u*). Polypit (*p*) nebst Fangfaden (*f*) und Taster (*t*) in der Schirmhöhle des Deckstücks verborgen.

Taf. VI.

C R Y S T A L L O D E S.

Larve vom ersten bis sechsten Tage.

Fig. 35. Ein reifes befruchtetes Ei. In dem grossen Keimbläschen ist der Keimfleck und in diesem der Keimpunkt sichtbar.

Fig. 36. Larve vom zweiten Tage, nach vollendetem Furchung. Die wasserklaren polyedrischen Zellen, welche aus der Furchung hervorgegangen sind, vollführen amoeboidie Bewegungen.

Fig. 37. Larve vom Anfang des dritten Tages. Der kugelige Larvenleib hat sich mit Flimmern überzogen, und an einer Stelle der Oberfläche (an dem Fruchthofe) hat sich eine dreifache Zellenschicht gebildet. Zwischen den beiden inneren Blättern (Lamellen des Entoderms) hat sich durch Flüssigkeitsansammlung die Primitivhöhle (*e*) gebildet.

Fig. 38. Larve vom Ende des dritten Tages. Die Primitivhöhle sondert sich in eine distale Luftsackhöhle (*ac*) und in eine proximale Deckstückhöhle (*bc*). Zwischen Ectoderm (*e*) und Entoderm (*i*) ist die Gallertmasse des aboralen Deckstücks ausgeschieden (*g*).

Fig. 39. Larve vom Anfang des vierten Tages, von der dorsalen Seite gesehen. Das aborale Deckstück (*b*) hebt sich kappenförmig vom Dotter (*d*) ab. Aus dem Rest

der Primitivhöhle, zwischen Höhlung des Deckstücks (*bc*) und des Luftsacks (*ac*), sprosst der Polypit als Blindsack (*pc*) hervor, welcher vom Entoderm (*i*) und Ectoderm (*e*) überzogen ist.

Fig. 40. Larve vom Ende des vierten Tages, von der rechten Seite. Die Ernährungsfäße des Deckstücks (*bc*), des Polypiten (*pc*) und des Luftsacks (*ac*) münden zusammen in die Centralhöhle (*cc*).

Fig. 41. Larve vom fünften Tage, von der rechten Seite. Aus der ventralen Seite der Polypiten-Basis, zwischen dieser und dem Deckstück, sprosst eine neue Knospe (*g*) hervor.

Fig. 42. Larve vom fünften Tage, von der Rückenseite gesehen. Der Luftsack (*a*) liegt links, die Knospe (*g*) rechts vom Polypiten (*p*).

Fig. 43. Larve vom sechsten Tage, von der rechten Seite. Der Luftsack (*a*) hat sich vollständig von der Primitivhöhle abgeschnürt. Aus der Polypitenbasis kommt eine zweite Knospe neben der ersten hervor.

Taf. VII.

C R Y S T A L L O D E S.

Larve vom siebenten bis zwölften Tage.

Fig. 44. Larve vom siebenten Tage, von der rechten Seite. Das zweite oder ventrale Deckstück (*b₂*) beginnt an der ventralen Seite vorzusprossen. Im Luftsack (*a*) ist die erste Luftblase entwickelt.

Fig. 45. Larve vom siebenten Tage, von der aboralen oder proximalen Seite (von oben) gesehen. Polypit (*p*) und Taster (*t*) liegen mehr auf der rechten, der Fangfaden (*f*) mehr auf der linken Seite.

Fig. 46. Larve vom siebenten Tage, von der Rückenseite und etwas von der rechten Seite. Das ventrale Deckstück (*b₂*) schimmert durch den Dotter durch.

Fig. 47. Larve vom achten Tage, von der rechten Seite. Das zweite Deckstück (*b₂*) ist vollständig entwickelt.

Fig. 48. Larve vom achten Tage, von der Rückenseite. Links sprosst der zweite Taster (t_2) hervor.

Fig. 49. Larve vom zehnten Tage, von der rechten Seite. Die beiden lateralen Deckstücke, das rechte (b_3) und das linke (b_4) sind entwickelt. Der Fangfaden (f) hat den ersten Nesselknopf gebildet.

Fig. 50. Aborales (erstes) Deckstück einer Larve vom zwölften Tage (Fig. 54) von der rechten Seite.

Fig. 51. Ventrals (zweites) Deckstück derselben Larve vom zwölften Tage, von der rechten Seite.

Fig. 52. Rechtes (drittes) Deckstück derselben Larve vom zwölften Tage, von der rechten Seite, mit zwei rudimentären Tentakelknöpfen (r).

Fig. 53. Linkes (viertes) Deckstück derselben Larve vom zwölften Tage, von der rechten Seite, ebenfalls mit zwei Tentakel-Rudimenten (r).

Fig. 54. Dieselbe Larve vom zwölften Tage, von welcher die vier Deckstücke in Fig. 50—53 isolirt dargestellt sind. Die Dotterhöhle (dc) hat sich gebildet.

Taf. VIII.

C R Y S T A L L O D E S.

Larve vom fünfzehnten, achtzehnten und einundzwanzigsten Tage.

Fig. 55. Larve vom fünfzehnten Tage, von der Rückenseite gesehen. Die Larve besteht aus vier Deckstücken (b_1 — b_4), dem Polypiten (p) nebst Fangfaden (f), zwei Tastern (t_1 , t_2) und dem Dotter (d) nebst Luftsack (a). Der Fangfaden hat drei Nesselknöpfe.

Fig. 56. Larve vom achtzehnten Tage, von der Bauchseite gesehen, aus denselben Theilen bestehend. Der Fangfaden (f) hat sechs Nesselknöpfe.

Fig. 57. Larve vom einundzwanzigsten Tage, von der Rückenseite gesehen, aus denselben Theilen bestehend. Ausserdem sind noch die Knospen der beiden ventro-la-

teralen Deckstücke (b_5 b_6) und der Schwimmglocken (α) an der Bauchseite des Luftsackes (α) sichtbar. Der Fangfaden (f') hat vierzehn Nesselknöpfe.

Taf. IX.

C R Y S T A L L O D E S.

Larven und Larventheile.

Fig. 58. Körper einer Larve vom zwanzigsten Tage, nach Entfernung der vier umschliessenden Deckstücke, von der rechten Seite (und zugleich etwas vom Rücken) gesehen. Der Fangfaden (f') ist abgerissen. Neben der Luftkammer sind die beiden Taster (t_1 , t_2) und die Anlagen der beiden ventrolateralen Deckstücke (b_5 b_6) sichtbar.

Fig. 59. Körper einer Larve vom zweiundzwanzigsten Tage, nach Entfernung der vier umschliessenden Deckstücke, von der aboralen Seite (von oben) gesehen. Die Querschnitts-Ansichten des Polypiten (p) und der beiden Taster (t_1 , t_2) erscheinen fast kreisrund. An der Bauchseite der Luftkammer ist die Knospengruppe (g) der Schwimmstücke sichtbar.

Fig. 60. Larve vom siebenundzwanzigsten Tage, von der linken Seite gesehen. (Aelteste beobachtete Larve). Der Larvenkörper besteht aus der Luftkammer (l), unterhalb deren an der Bauchseite die Reihe der Schwimmglocken (α) hervorsprosst, aus dem Dotterreste (d), dem primitiven Polypiten (p) nebst Fangfaden (f'), den beiden Tastern (t_1 , t_2) und vier entwickelten keilförmigen Deckstücken (den beiden lateralen und den beiden ventrolateralen). Das aborale und ventrale Deckstück sind abgefallen, jedoch zwei neue Deckstück-Knospen sichtbar.

Fig. 61. Luftsack (α) einer Larve vom zwanzigsten Tage, ohne Luft-Entwickelung. In der mit Flüssigkeit gefüllten Höhle (αe) des Luftsackes liegt die zusammengefaltete Luftflasche (u).

Fig. 62. Luftsack (α) einer Larve vom sechzehnten Tage. Die Luftflasche, welche in ihrem oberen, proximalen Theile die Luftblase ($u\sigma$) enthält, zeigt in ihrem unteren, distalen Theile sehr deutlich eine Oeffnung, welche in die mit Flüssigkeit gefüllte Luftsackhöhle (αe) mündet.

Fig. 63. Die zusammengefaltete Luftflasche einer Larve isolirt, ähnlich der collabirten Taffetwand eines Luftballons.

Fig. 64. Knospe eines ventrolateralen Deckstückes (b_5) einer Larve vom achtzehnten Tage. Der Nährkanal (b_5) sendet zwei verödete Ausläufer zu zwei rudimentären Tentaculkarknöpfen (r).

Taf. X.

CRYSTALLODES.

Vollständig entwickeltes Thier (grösstes Exemplar) von *Crystallodes rigidum*, und Theile desselben.

Fig. 65. *Crystallodes rigidum*, in doppelter natürlicher Grösse, von der Rückenseite gesehen. Die Schwimmstücksäule (die obere, proximale Stammhälfte) zeigt die sechs dorsalen Schwimmglocken, in deren Mitte die kreisrunde Mündung ihres Schwimmsackes, sichtbar ist. Die (an der Spitze roth gefärbte) Luftkammer ist eingezogen und verdeckt die obersten (ventralen) Schwimmglocken-Knospen. An der Deckstücksäule (der unteren, distalen Stammhälfte) sind die neun Individuen-Gruppen nur wenig sichtbar, da sie auf der von dem Beobachter abgewendeten Stammseite sitzen. Die rothen Punkte sind die Nesselknöpfe. Die neun Fangfäden hängen ziemlich ruhig herab.

Fig. 66. *Crystallodes rigidum*, in doppelter natürlicher Grösse, von der rechten Seite gesehen. Die Schwimmstücksäule ist in ihrer ganzen Breite sichtbar und zeigt sowohl die dorsale, als die ventrale Schwimmglockenreihe. Die Luftkammer ist über die Schwimmstücksäule vorgestreckt und ihr Luftsack enthält zwei Luftblasen über einander. An der Deckstücksäule sitzen die neun Individuen-Gruppen in einer (ventralen) Reihe hinter einander. Jede Gruppe zeigt einen Polypiten nebst Fangfaden und zwei Taster, sowie die beiderlei Geschlechts-Glocken.

Fig. 67. Zwei vollkommen ausgebildete Schwimmstücke von *Crystallodes rigidum*, ein ventrales und ein dorsales. Beide zeigen an der aboralen Seite einen tiefen Ausschnitt und schieben sich mit den beiden keilförmig zugeschräfften Flügeln, welche diesen Ausschnitt beiderseits zwischen sich nehmen, dergestalt über einander, das beide Ausschnitte zusammen ein Loch bilden, durch welches der Canal des Staumes hindurchtritt. Von letzterem tritt ein Nährkanal an jedes Schwimmstück, welcher in der Tiefe des Ausschnitts die Gallertmasse durchbohrt und im Grunde des Schwimmsackes (oder der Schwimmhöhle) sich in vier Canäle (Radialcanäle) spaltet. Während der dorsale und ventrale Canal grade zur Mündung der Schwimmstücke verlaufen, bilden der rechte und linke Canal jederseits eine doppelte Schlinge. Alle vier Canäle vereinigen sich durch ein Ringgefäß an der Schwimmsackmündung.

Fig. 68. Ein keilförmiges Deckstück mit Nährcanal und mit vier Ausschnitten an der verdickten peripherischen Fläche.

Fig. 69. Ein keilförmiges Deckstück mit Nährcanal und mit vier Ausschnitten an der verdickten peripherischen Fläche.

Fig. 70. Ein prismatisches Deckstück ohne Nährcanal, mit sechs Flächen.

Fig. 71. Ein prismatisches Deckstück ohne Nährcanal, mit acht Flächen.

Fig. 72. Ein ausgebildeter Nesselknopf von *Crystallodes rigidum*. Der mit purpurrothen Pigmentflecken übersäete Nesselstrang ist von einem glockenförmigen Mantel (Involucrum) umhüllt, und macht innerhalb desselben drei Spiralwindungen. Zwischen den beiden Endfäden ein mit Flüssigkeit gefüllter Sack.

Taf. XI.

C R Y S T A L L O D E S .

Larven von *Crystallodes*, durch künstliche Theilung vermehrt.

Fig. 73 und Fig. 74. Die beiden Hälften einer durch einen Schnitt halbierten *Crystallodes*-Larve vom zweiten Tage, unmittelbar nach der Theilung. Die concave Seite der gekrümmten Larvenhälften entspricht der Schnittfläche.

Fig. 75 und 76. Dieselben Larvenhälften, nach einigen Stunden, kugelig zusammengezogen. Fig. 75 ist die kleinere, in Fig. 73 dargestellte Hälfte. Fig. 76 ist die grössere, der Fig. 74 entsprechende Hälfte. Die polyedrischen hyalinen Zellen zeigen an der Oberfläche der kugeligen Larvenhälften dieselben amoeboiden Bewegungen, wie an unverletzten Larven (Fig. 36, Taf. VI).

Fig. 77, 78, 79. Drei Theilstücke, welche durch künstliche Dreitheilung einer Larve vom zweiten Tage entstanden sind, am achten Tage nach der Theilung. Das kleinste Theilstück (Fig. 77) hat bloss einen Luftsack entwickelt. Das mittlere Theilstück (Fig. 78) hat einen Luftsack, zwei Dotterhöhlen und zwei Knospen entwickelt. Das grösste Theilstück (Fig. 79) hat eine ziemlich normal gebildete Larve mit Luftsack (*a*), Polypiten (*p*), mehreren Knospen (*g*) und zwei Deckstücken (dem aboralen, *b₁*, und dem ventralen, *b₂*) entwickelt.

Fig. 80, 81, 82, 83. Vier Theilstücke, welche durch künstliche Viertheilung einer Larve vom zweiten Tage entstanden sind, am achten Tage nach der Theilung. Das erste (kleinste) Theilstück (Fig. 80) bildet eine wimpernde, aus gleichartigen Zellen zusammengesetzte Kugel, die nur an einer Stelle eine Art Fruchthof zeigt. Das zweite Theilstück (Fig. 81) hat einen Luftsack (*a*) mit Luftblase (*uv*) und eine Dotterhöhle (*de*) entwickelt. Das dritte Theilstück (Fig. 82) zeigt außer einer Dotterhöhle einen unvollständigen Luftsack (*a*), dessen Höhle eine Luftblasche (*u*), aber keine Luftblase enthält. Das vierte (größte) Theilstück (Fig. 83) hat eine ziemlich normal gebildete Larve entwickelt, mit einem (aboralen) Deckstück (*b₁*), einem Luftsack (*a*) nebst Luftblase, einem Taster (*t*) und einem Polypiten (*p*).

Taf. XII.

C R Y S T A L L O D E S.

Varietäten und Monstrositäten von *Crystallodes*-Larven.

Fig. 84. Monströse Larve vom achten Tage, von der rechten Seite gesehen; mit hypertrophischem aboralem Deckstück (*b₁*), dessen Nährkanal (*bc*) einen ventralen und einen dorsalen Ast entsendet. Luftsack (*a*) mit zwei Luftblasen.

Fig. 85. Monströse Larve vom elften Tage, von der Rückenseite gesehen. Der Luftsack (*a*) ist hypertrophisch ausgedehnt durch eine colossale ellipsoide Luftblase. Es ist nur ein kuppförmiges (aborales) Deckstück (*b₁*) entwickelt. Der Dotter (*d*) zeigt an der Oralseite eine konische Dotterhöhle (*de*) und ist hier ähnlich dem Rüssel eines Polypiten gebildet.

Fig. 86. Monströse Larve vom neunten Tage, von der Rückenseite gesehen, mit hypertrophischem, durch eine colossale Luftblase ausgedehnten Luftsack (*a*). An der Bauchseite des letzteren eine Anzahl Knospen (*g*), ein Taster (*t*) und ein Polypit (*p*). Sowohl aborales (*b₁*), als ventrales Deckstück (*b₂*) sind entwickelt, doch beide etwas monströs.

Fig. 87. Monströse warve vom zehnten Tage, von der rechten Seite gesehen. Das aborale Deckstück (*b₁*) ist hypertrophisch, kuppförmig. Das ventrale Deckstück fehlt. Der Dotter (*d*) zeigt eine grosse Dotterhöhle (*de*).

Fig. 88. Monströse Larve vom zwölften Tage, von der rechten Seite gesehen. Das

ventrale Deckstück (b_2) ist hypertrophisch, besonders in seiner oberen, horizontalen Platte. Das aborale Deckstück (b_1) ist dadurch auf die Rückenseite gedrängt und der Nährcanal desselben (bc_1) läuft, statt nach der Bauchseite, grade umgekehrt nach der Rückenseite hin. Ausser diesen beiden sind noch vier Deckblätter entwickelt, die beiden lateralen ($b_3 b_4$) und die beiden ventro-lateralen ($b_5 b_6$).

Taf. XIII.

C R Y S T A L L O D E S .

Varietäten und Monstrositäten von *Crystallodes*-Larven.

Fig. 89. Monströse Larve vom siebzehnten Tage, von der Rückenseite und zugleich etwas von der linken Seite gesehen. Nur zwei Deckstücke, aborales (b_1) und ventrales (b_2), sind entwickelt. Das monströse ventrale Deckstück hat vier rudimentäre Tentacularknöpfe (x). Der atrophische Luftsack (a) enthält keine Luftblase, wohl aber die zusammengefaltete Luftflasche (u). Der Polypit (p) ist sehr ausgebildet, mit Magenzotten. Der Dotter (d) ist noch ziemlich gross und solid, und trägt ein Büschel Knospen (g).

Fig. 90. Monströse Larve vom zweiundzwanzigsten Tage, der in Fig. 89 abgebildeten sehr ähnlich, ebenfalls von der dorsalen und linken Seite gesehen. Es sind nur die beiden ersten Deckstücke ausgebildet, aborales (b_1) und ventrales (b_2). Beide tragen zwei rudimentäre Tentacularknöpfe (x). Der Dotter ist verschwunden (zum proximalen Stammheil oder Stiel der Luftkammer geworden?). An der Basis des sehr entwickelten Polypiten (p) sitzt der Fangfaden (f), der Taster (t) und eine Knospengruppe (g).

Fig. 91. Monströse Larve vom elften Tage, von der rechten Seite gesehen. Das aborale (b_1) und die beiden lateralen Deckstücke ($b_3 b_4$) sind vorhanden; das ventrale fehlt. Der atrophische Luftsack enthält eine collabirte Luftflasche (u). Der Polypit (p) und der Taster (t) sind ganz rudimentär. Statt dessen ist der Dotter (d) polypitenähnlich entwickelt, indem sich sein distales (unteres) Ende einem Polypiten-Rüssel gleich ausgebildet hat und seine Dotterhöhle (dc) sich durch einen Mund öffnet (?).

Fig. 92. Monströse Larve vom zehnten Tage, von der linken Seite gesehen. Es sind nur vier ganz monströse Deckstücke da (2 laterale und 2 ventrolaterale ?). Der Luftsack (a) ist gross, aber blass mit Flüssigkeit gefüllt. An seinem distalen Ende

sitzt der solide kleine Rest des Dotters (*d*), der Polypit (*p*) nebst Fangfaden (*f*), der Taster (*t*) und eine Knospengruppe (*g*).

Taf. XIV.

ATHORYBIA.

Larve vom zweiten bis siebenten Tage.

Fig. 93. Larve vom zweiten Tage, bloss zusammengesetzt aus gleichartigen, membranlosen, hyalinen, kernhaltigen Zellen (den Furchungskugeln), welche amoeboiden Bewegungen zeigen.

Fig. 94. Larve vom dritten Tage. Die Primitivhöhle (*z*) ist gebildet, überzogen vom Entoderm (*i*) und Ectoderm (*e*).

Fig. 95. Larve vom vierten Tage, von der dorsalen Seite. Die Centralhöhle (*cc*), der Rest der Primitivhöhle, sendet die drei Canäle für das aborale Deckstück (*bc*), für den Luftsack (*ac*) und für den Polypiten (*pe*) aus. Der Dotter (*d*) ist stark lateral comprimirt.

Fig. 96. Dieselbe Larve vom vierten Tage, von der rechten Seite. Der Polypit (*p*) schaut zwischen Deckstück (*b₁*) und Dotter (*d*) hervor.

Fig. 97. Larve vom sechsten Tage, von der dorsalen Seite. Der Luftsack (*a*) ist abgeschnürt, drei neue Knospen sind gebildet.

Fig. 98. Dieselbe Larve vom sechsten Tage, von der rechten Seite. Die drei Knospen des ventralen Deckstücks (*b₂*), des Tasters (*t*) und des Fangfadens (*f*) sind deutlich sichtbar.

Fig. 99. Larve vom siebenten Tage, von der dorsalen Seite. Der Luftsack (*a*) hat eine Luftblase (*uv*) entwickelt. Der Larvenkörper besteht jetzt aus dem Polypiten (*p*), seinem Fangfaden (*f*), dem Taster (*t*), zwei Knospen (*g*), dem Dotter (*d*) nebst Luftsack (*a*) und zwei Deckstücken, dem aboralen (*b₁*) und dem ventralen (*b₂*).

Fig. 100. Dieselbe Larve vom siebenten Tage, von der rechten Seite.

Inhalts-Verzeichniss.

	Seite.
I. Historische Einleitung	1
II. Bemerkungen über die Grundform und die Topographie der Siphonophoren-Larven	12
III. Individuelle Entwickelungsgeschichte von <i>Physophora</i> . (Hierzu Taf. I—IV)	17
IV. Beschreibung von Varietäten und Monstrositäten der <i>Physophora</i> -Larven. (Hierzu Taf. V)	38
V. Systematische Bemerkungen über das neue Algamiden-Genus <i>Crystallodes</i> . (Hierzu Taf. X)	43
VI. Individuelle Entwickelungsgeschichte von <i>Crystallodes</i> . (Hierzu Taf. VI—IX)	51
VII. Experimente über Vermehrung der <i>Crystallodes</i> -Larven durch künstliche Theilung. (Hierzu Taf. XI)	73
VIII. Beschreibung von Varietäten und Monstrositäten der <i>Crystallodes</i> -Larven. (Hierzu Taf. XII und XIII)	80
IX. Individuelle Entwickelungsgeschichte von <i>Athorybia</i> . (Hierzu Taf. XIV) . .	88
X. Reflexionen über die individuelle Entwickelungsgeschichte der Siphonophoren und über deren Bedeutung für ihre palaeontologische Entwickelungsgeschichte	93
Erklärung der Tafeln.	105

Fig. 1.
[I]*Fig. 2.*
I*Fig. 3.*
[II]*Fig. 4.*
[III]*Fig. 8.*
[VIII]*Fig. 7.*
[VII]*Fig. 6.*
[VI]*Fig. 5.*
[V]*Fig. 9.*
IX*Fig. 12.*
X*Fig. 13.*
XI*Fig. 14.*
[XI]*Fig. 15.*
XII

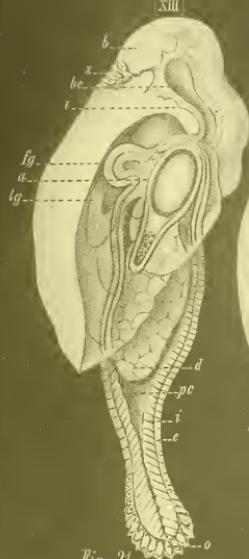
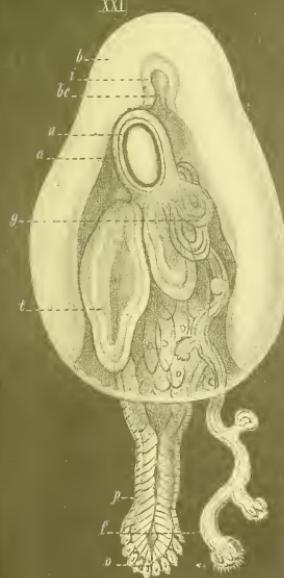
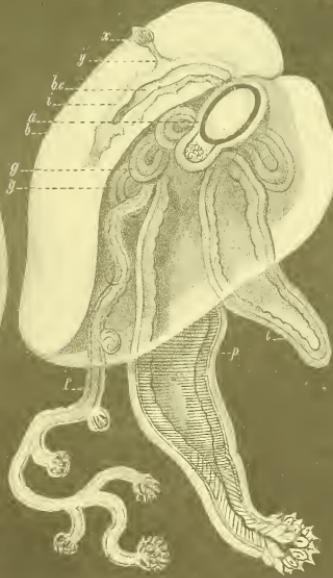
Fig. 17.
[XIII.]Fig. 18.
[XIV.]Fig. 19.
[XV.]Fig. 20.
[XVI.]Fig. 21.
[XXI.]Fig. 22.
[XXII.]Fig. 23.
[XXIV.]

Fig. 24.

XXVIII



Fig. 26.

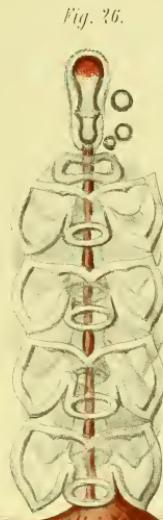


Fig. 25.

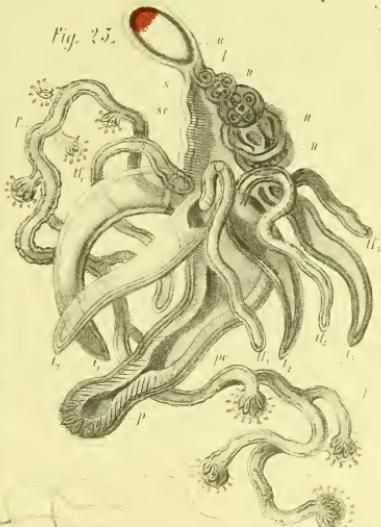


Fig. 28.

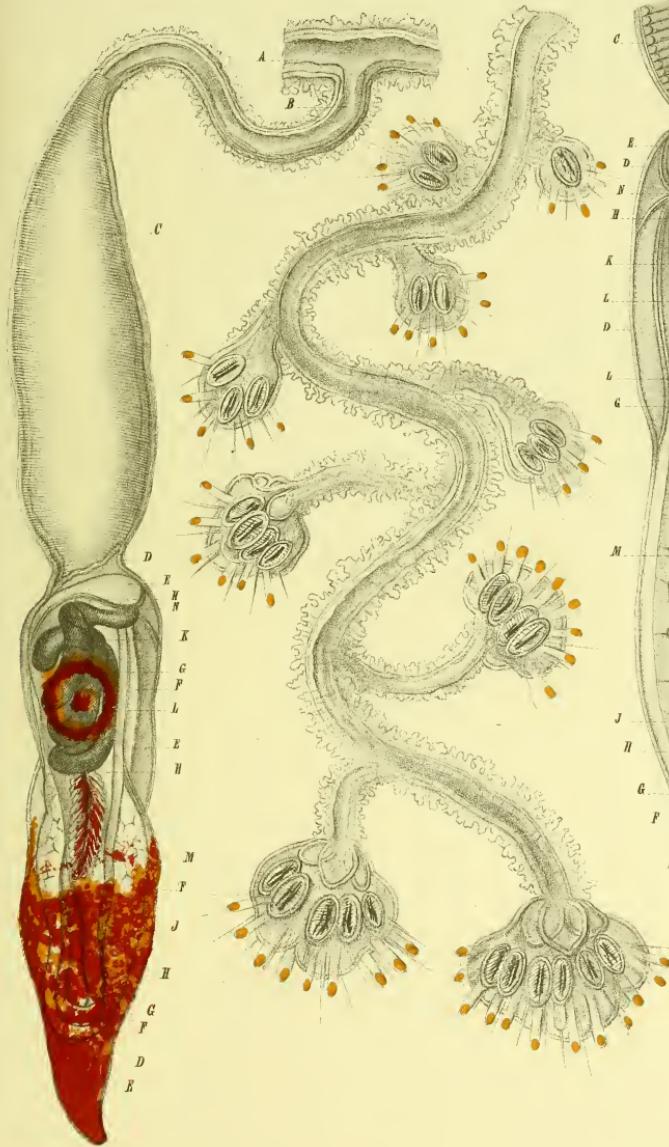


Fig. 27.

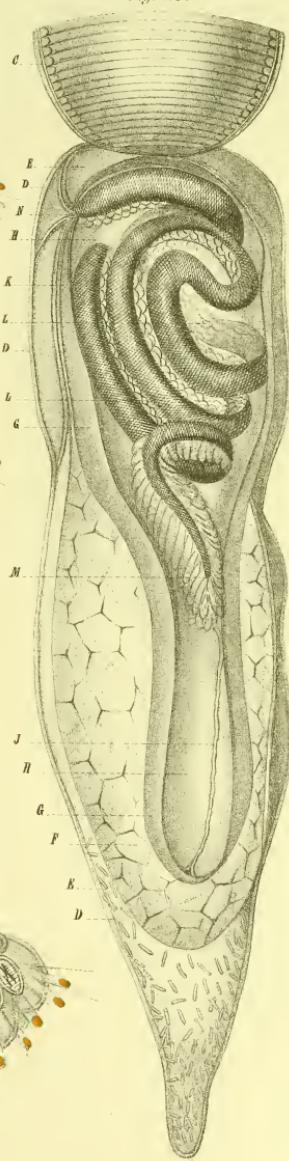


Fig. 29.

Fig. 30.
[XXII]



Fig. 31.
[XXIV]

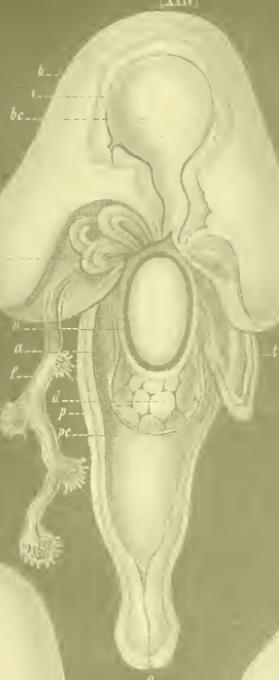


Fig. 32.
[XXV]



Fig. 33.
[XXI]



Fig. 34.
[XXI]



Fig. 35.



Fig. 36

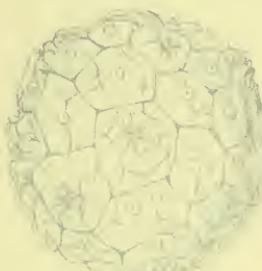


Fig. 37



Fig. 38

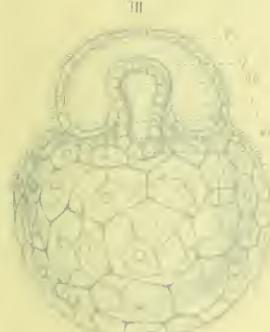


Fig. 39



Fig. 40



Fig. 41

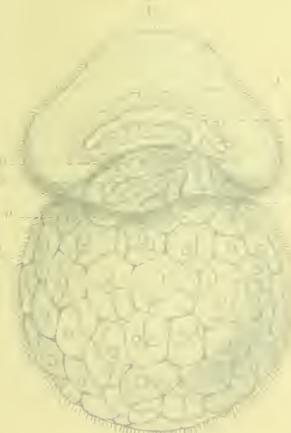


Fig. 42



Fig. 43



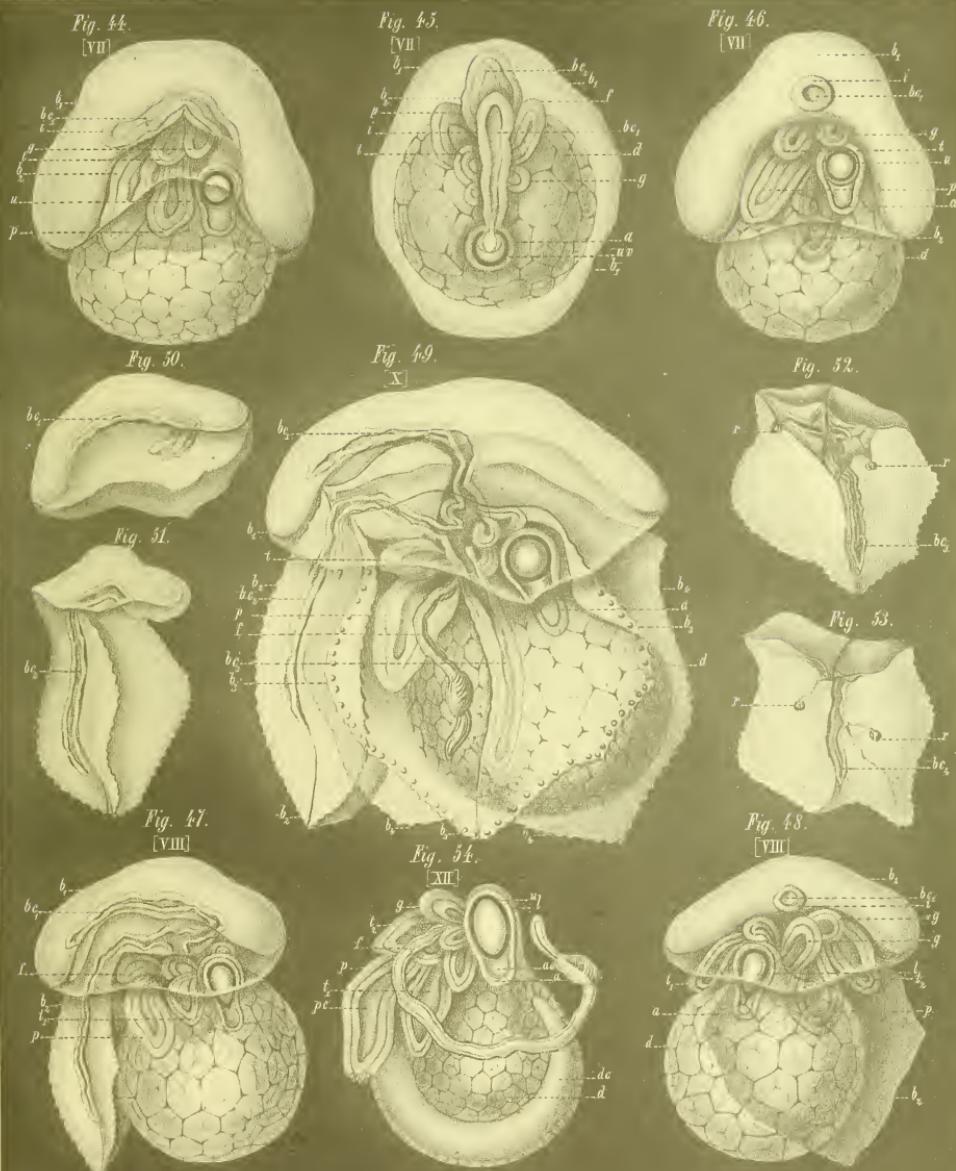


Fig. 55.
[XV]

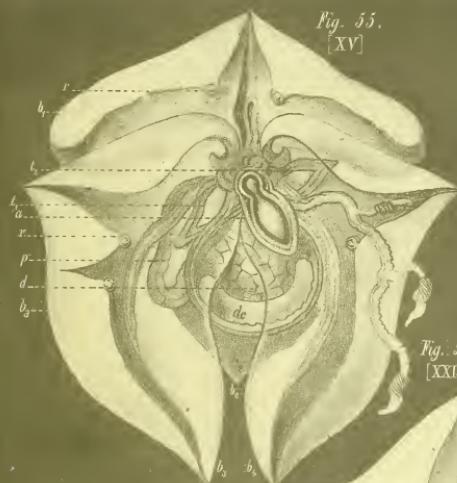


Fig. 56.
[XVIII]

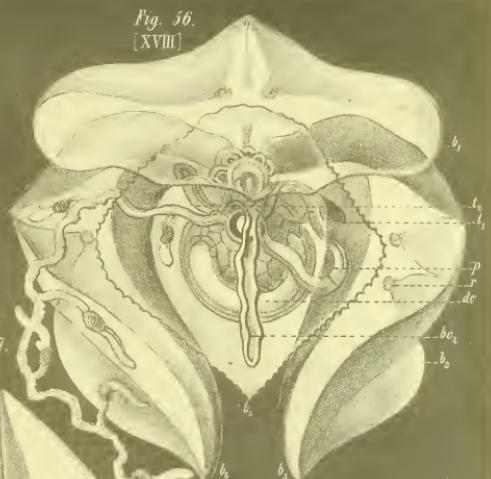


Fig. 57.
[XXI]



Fig. 61.



Fig. 62.

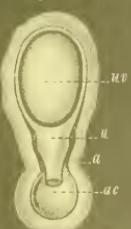


Fig. 58.

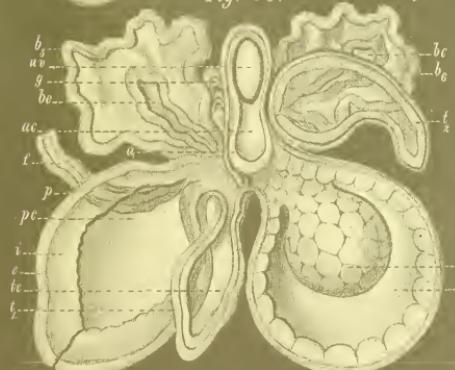


Fig. 60.

[XVII]



Fig. 63.



Fig. 59.



Fig. 68.



Fig. 65.

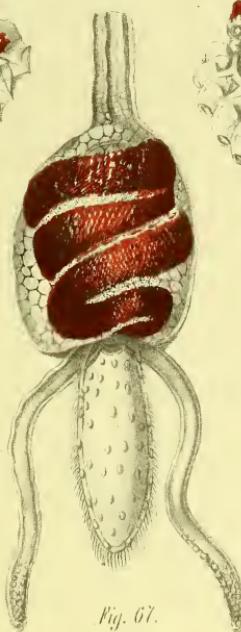


Fig. 12.

Fig. 66.



Fig. 69.



Fig. 67.

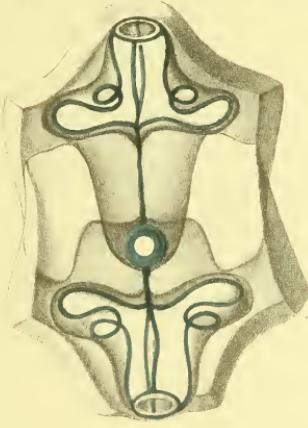


Fig. 86



Fig. 87



Fig. 88



Fig. 89



Fig. 81



Fig. 83



Fig. 88



Fig. 79



Fig. 80



Fig. 84



Fig. 84.

[VIII.]



Fig. 85.

[XI.]



Fig. 88.

[XII.]



cc.



Fig. 86.

[IX.]



Fig. 87.

[X]

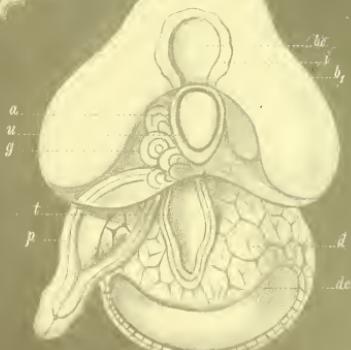


Fig. 89.
[XVII]

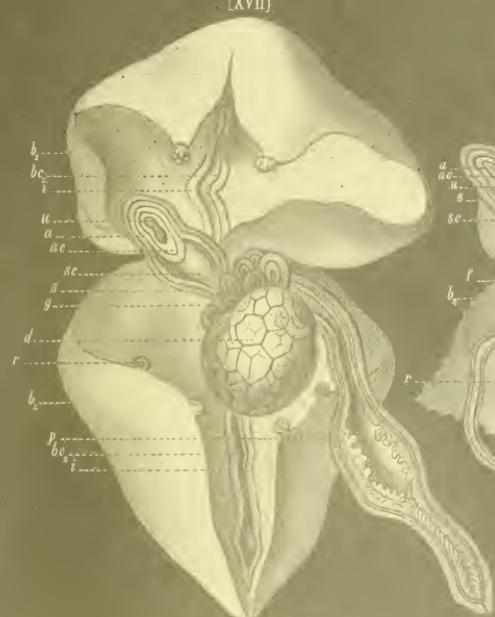


Fig. 90.
XXII



Fig. 91.
[XI]

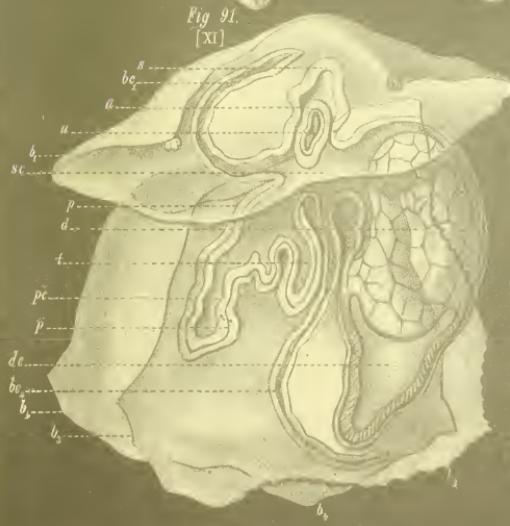


Fig. 92.
[X]

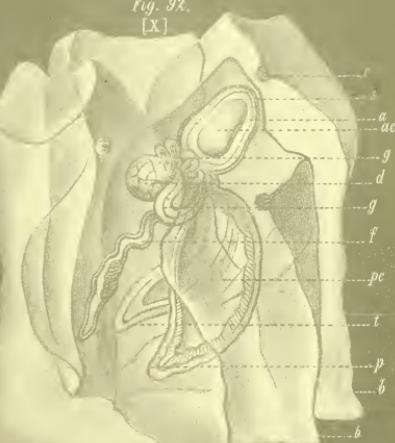


Fig. 93.

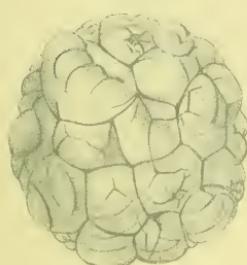


Fig. 96.

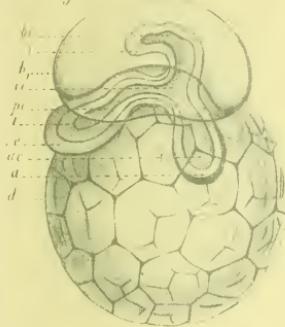


Fig. 95.

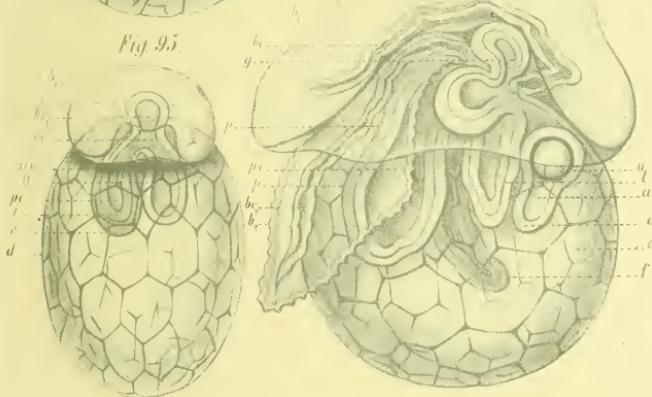


Fig. 99.



Fig. 100.



Fig. 94.

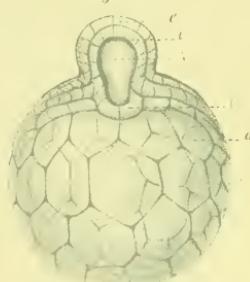
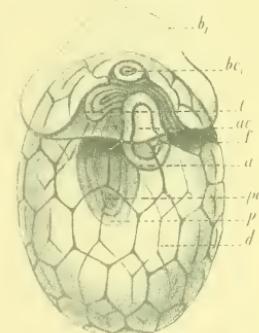


Fig. 98.



Fig. 97.



ON THE DEVELOPMENTAL HISTORY OF SIPHONOPHORES

Haeckel (1869a)
pp. 1-11

I. Historical Introduction.

For the hydromedusan stock swimming at the surface of the sea, which Eschscholtz in his "System der Acalephen (1829)" first classified as "Siphonophores", we have only become better acquainted with them in the last two decades. The in-depth studies by Sars, Leuckart, Vogt, Kölliker, Gegenbaur, Huxley, Claus, Keferstein and Ehlers, Alexander Agassiz and a few others have quickly made us familiar with the peculiar organisation of these magnificent coelenterates, and the group of siphonophores, formerly one of the least known and most enigmatic of the animal kingdom, were for a short time the most interesting and most instructive.

But it is almost exclusively the *anatomy*, the science of the construction of the developed forms of siphonophores, which profited from these detailed investigations. On the other hand, we have very few and only fragmentary insights into the *evolutionary history* concerning the origin of this complicated hydromedusan form. It was a serious gap in our knowledge and very much to be regretted, as part of the remarkable polymorphism of the siphonophores, although the very significant differences in the organisation of the genera that comprised this group of animals, already *a priori* of interest left close and extraordinary development ratios¹.

With the sole exception of the investigations of Gegenbaur, to be mentioned further, all the communications which the afore-mentioned zoologists have given us concerning the individual development of the siphonophores refer only to the individual conditions of post larvae which float freely on the surface of the sea, like the adult and fully developed siphonophores. For some of these young forms, because of the lack of specific characters, it remains uncertain as to which of the known siphophoran genera they belong, especially so for the physonect larvae that often occur in the Mediterranean,

¹ Since in these contributions to the evolutionary history of the siphonophores we have to assume the anatomy of these animals as known, we shall give in chronological order a list of the most important treatises to be treated:

1. Sars, Von einigen an der norwegischen Küste beobachteten Röhrenquallen (Agalmopsis, Diphyes). 1846. (Fauna littoralis Norvegiae, I, p. 3i, Taf. 5-7.)
2. Leuckart, Die Siphonophoren. 1853. (Zoologische Untersuchungen, I. Heft.)
3. Gegenbaur, Beiträge zur näheren Kenntniss der Schwimmpolypen (Siphonophoren). 1853. (Zeitschr. für wiss. Zool. V, p. 103, 2R5, Taf. XVI-XVII.)
4. Kölliker, Die Schwimmpolypen oder Siphonophoren von Messina. 1853.
5. Vogt, Les Siphonophores de la mer de Nice. (Recherches sur les animaux ioferieurs da la Mediterranee, I Memoire. 1854.)
6. Leuckart, Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. 1854. (Archiv für Naturgesch. XX, 1, p. 249, Taf. XI-XIII.)
7. Gegenbaur, Neue Beiträge zur näheren Kenntniss der Siphonophoren. 1859. (Nova acta Leop. Carol.. XXVII, Taf. 26-32.)
8. Huxley, The Oceanic Hydrozoa. 1858. Ray Society.
9. Claus, Ueber Physophora hydrostatica. 1860 (Zeitschr. für wiss. Zool. X, p. 295, Taf. XXV-XXVII.)
10. Keferstein und Ehlers, Beobachtungen über die Siphonophoren von Neapel und Messina. 1861.. (Zoologische Beiträge.)
11. Claus, Neue Beobachtungen über die Structur und Entwicklung der Siphonophoren. 1863. (Zeitschr. für wiss. Zoo!. XII, p. 536, Taf. XLVI-XLVIII.)
12. Alexander Agassiz, North-American Acalephae. 1865. (Illustrated Catalogue of the Museum etc., p. 200, Fig. 331-350. *Nanomia cara*.)

and which were observed by Gegenbaur, Vogt, Keferstein and Ehlers, Claus and others. It is like these larvae by their habitus, and particularly the short, stocky, pointed bracts, like the genus *Athorybia* that they might be thought of as its young stage. The form of the tentilla makes it more likely that they belong to *Agalma* or a related genus and that the crown of bracts is a larval apparatus, which is lost during metamorphosis. Even these larval forms permitted us to assume that the development of some siphonophores is connected with a real metamorphosis, with the production of larval organs that are later lost. This metamorphosis, in fact, occurs in several species, as the following studies will show, and has greater importance than expected.

In a number of other young stages that have been observed by several naturalists mentioned above, the related genus has not been established with certainty. The oldest observations of this sort are likely to be concerned with the young stages of *Velella*, which Eschscholtz (1829) described in a special new siphonophore genus that he called "*Rataria*". The rataria are often found floating in large numbers. The body consists of a circular horizontal disc, on which a narrow vertical sail rises high above, but without the cartilage-like skeleton, which is found in the crest of the adult veellian. From the lower surface of the disc in the middle hangs a polyp (or gastric tube of the older authors, "Polypites" for Huxley). The rim of the disc is lined by a corona of tentacles. The numerous small polyps or suction tubes, which sit on the lower surface of the disc in the adult *Velella* between the central polyp and the peripheral tentacles, are completely missing in the *Rataria*. These bud later, when the disc and its crest develop the cartilage-like skeleton with its air chambers. The youngest form of *Rataria* has a great resemblance to certain Scyphozoa, including Trachymedusae.

So far juvenile forms of the peculiar genus *Physalia*, although this siphonophore, for longer and more frequent than any others, has drawn ones immediate attention, have been observed only once, by Huxley (1847), which is repeated and illustrated in his great work ("The Oceanic Hydrozoa", p. 96, p. 102, Pl. X, figs. 1-10). The youngest *Physalia* that Huxley had was 3-10 mm (1/8 – 3/8 inches) in diameter. They consisted of a single large polyp whose mouth opened into a spacious stomach cavity, studded with villi and from whose stomach wall, approximately at mid-length, protruded a short tentacle. The aboral or proximal (upper) end of the polyp, opposite to the mouth, is distended by a rounded air-filled bladder ("Pneumatocyst") whose length is approximately one third of that of the polyp. Slightly older and larger *Physalia* already show several polyps, which were budded off in a row on the ventral (lower side of the primary polyp).

The young stages of siphonophores, which Gegenbaur found floating freely in the sea, belonged to *Physophoran* family (Beiträge zur näheren Kenntniss etc., p. 53, Taf. XVII, Fig. 7-11). "The youngest were 0.15" in length and consisted of a simple hollow body axis (stem) at one end of which was a relatively well-developed pneumatophore, while at the other end a fully developed gastrozooid took its origin, surrounded by various tentacle buds. On the stem between the polyp and the pneumatophore, there were some wart-like projections, the buds of the other polyp bodies and their organs, and the locomotory apparatus. The single polyp body [gastrozooid] appears, for a long time, to fulfil the dietary requirements of the colony, and only later, when the stem grows to several (6-7) lines long, does the development of the remaining polyps begin. This comes from studies of the genera *Physophora* (Pl. XVII, fig. 7), *Agalmopsis* (Pl. XVII, fig. 8) and *Forskalia*. All the budding occurs linearly, and only by spiral turning of the stem do the rows of buds taken on a bilinear arrangement, as for the nectophores of *Physophora* and *Agalmopsis*, or become completely spiralled as for the nectophores of *Forskalia*, same individual animals and those of *Agalmopsis*. [?] For *Physophora* four large palpons arise simultaneously with the first polyp. The budding series of nectophores always

precedes that of the individual polyps in such a way that the former have a completely medusoid form, so that the oldest can already act as locomotors while the latter themselves still appear as simple caeca." The peculiar unknown Siphonophoran form, which Gegenbaur in Plate XVII, 9, 10 illustrated, and on p. 55 described is, as we will show below, the larva of *Physophora*, which has a cap-shaped bract.

A similar form of young *Physophora*, as that which Gegenbaur illustrated in Pl. XVII, fig. 7, consisting of a poly next to the pneumatophore, with a tentacle, surrounded by four developed palpons, was observed by Carl Vogt (Siphonophores of Nice, p. 58, Pl. VI, fig. 24). As for the former, the larval bract had already been dropped, and the series of nectophores had yet to develop. Vogt also described several young physonects, which he referred to as *Agalma rubrum* (l. c. p. 79, Pl. X, figs. 32-36). The youngest of these animals, barely visible to the naked eye, consisted of a single polyp, as yet without a tentacle and without a pneumatophore, but protected by a simple scale-shaped bract, and surrounded by buds. For the oldest individuals, the size of a pinhead, the polyp with a tentacle and the pneumatophore, was surrounded by a complete crown of bracts.

Similar young physonects, as the aforementioned, were also observed by Leuckart, but he attributed them to *Agalma punctatum* (A. Sarsii) (Zool. Unters. p. 39, Pl. II, fig. 23). "The smallest specimens (1½-2'') consisted almost entirely of a pneumatophore and a gastrozooid, whose base was attached immediately below the neck of the pneumatophore - a proper stem was not yet been present. The gastrozooid was about 1'' long, fully developed and provided with a tentacle, with four tentilla, and at its base groups of undeveloped buds of the same. Above the gastrozooid sat four other, much shorter and slimmer, but otherwise similar appendages that would be regarded as incompletely formed palpons. Below the float, the buds of the nectophores began to appear. The whole body was covered by a ciliated layer, and was moved about partly by this and partly by whip-like vibrations of the gastrozooid and palpons, pushing it slowly forward through the water." Leuckart concluded from this and from other observations that the embryos of siphonophores, initially swim around like an infusorian using the ciliated layer, becomes transformed into the so-called stomach-sack, developed by the continual budding off at its base of the other appendages and thereby gradually extends later to form the central stem.

Kölliker also observed a similar young physonect as the one just described, and the same holds for the larva of *Forskalia* (Schwimmpolypen von Messina, p. 74, Plate 11, Fig. 11). It also consisted of a single well-developed polyp, with the upper end having an enclosed air bladder with two air vesicles. Also, on the side wall of the polyp, are still a large number of hollow lateral appendages, the upper ones, which are probably the buds of the swimming bells, the lower, in contrast, the buds of other polyps, tentacles, palpons etc. Kölliker concluded that the siphonophores undergo many significant changes in metamorphosis during their development from the egg, and that the ciliated embryo has at one end the pneumatophore and at the other the individual animal (Polyp), while the middle of the stem.

In his "New observations about the structure and evolution Siphonophora (1863)" Claus also describes the same physonect larvae, which had already been observed by the authors previously mentioned and regarded as a young stage of *Agalma* (Zeitschr. für Wiss. Zool. Vol. XII. p. 536, Plate XLVIII). Moreover, he also once saw a juvenile form of the family of Diphyidae, very similar to the earliest stage of development described by Gegenbaur, but a few days earlier, by not only did the swimming bell have a greater size,

but also the rest of the larval body was covered with numerous bud-like outgrowths (Plate XLVII, Fig 28). Claus pointed out that the young physonects, which are distinguished by the possession of a peculiar and later lost continuous corona of bracts, and little by little developed tentilla of the adult, must be construed as larval stages. The genus *Athorybia*, with their powerful developed corona of bracts, which prevents the appearance of a nectosome, is therefore to be regarded as an imperfectly developed siphonophore that perpetuates the larval stage of *Agalma* etc.

The youngest stages of Siphonophora development stem from Alexander Agassiz, and refer to an Agalmid, *Nanomia cara*, which is probably very closely related to the genera *Halistemma* and *Agalmopsis* and probably differs little generically from *Halistemma* (North American Acalephae, p. 200, Fig 331-350). The pneumatophore does not enclose an air bubble, but instead a drop of oil. The individual mass of polyps, floating at the sea surface, that form the base of the stem do not all arise solely from eggs, but also from buds that detach from the stem. On the very simple, free, primary polyp, surrounding the upper end enclosing the hydrostatic oil droplets appear many buds, between the swim bladder and the actual gastrozooid region. The uppermost of these become nectophores, the lower ones, bracts, palpons and secondary gastrozooids with tentacles.

We have, finally, now to mention another very important observation that Gegenbaur made on the development of siphonophores in the spring of 1853 in Messina. All the aforementioned observations related to young stages that were found floating freely in the sea. Gegenbaur, whose work was groundbreaking and stimulating in so many field parts of zoology, was the first and so far the only one who was able to artificially inseminate Siphonophora eggs and keep track of the first developmental stages of the fertilized egg. (Beiträge zur näheren Kenntniss der Siphonophoren, p. 49, Taf. XVI, Fig. 13-21. Vergl. fluch Victor Carus, Icones zootom. Tab. III, Fig. 28-33).

Given the high importance of having these communications by Gegenbaur, we will mention the most important thing about them here verbatim: "Fertilization of the eggs takes place only after the departure of the eggs from the egg capsule, because I never found spermatozoa invading the latter, however, they always swarm around just released eggs. They then sat in a radiating pattern with their heads on the periphery of the egg, and the thread having a trembling motion. Then follows the division of the yolk, which begins with the appearance of an annular furrow around the equator of the egg itself. This is then repeated at each division until the whole egg consists of a series of similar segmentation spheres that give it the famous "mulberry-like" appearance. A particularly accurate here to prosecuting any circumstance is the repeated *division of the germinal vesicle, which precedes the division of the yolk*, then behave in the same way also the product of division of the germinal vesicle to the formation of new yolk spheres. So I followed the process of cleavage for *Agalmopsis*, *Physophora*, *Forskalia*, *Hippopodius* and *Diphyes* without there being any significant differences in any genus. On the third day, the surface of the yolk has become more ridged, and becomes covered with fine cilia, by virtue of which, it soon described slow spiral moves around the newly formed "larva" that soon rotates in the water. So it was seen for *Agalmopsis*, *Physophora* and *Diphyes*. The individual cells composing the swimming larva, are disproportionately large (0.03-0.04'') and all completely transparent. The size and shape of the larva at this stage is consistent with that of the egg, and remains so for several days, until a change occurs on about the sixth day. It is this fact that at one point of the surface occurs an increase in the formation of small cells, thereby on the one hand a thickening, on the other hand, a darkening this point is

produced. Even more striking is the change by a brownish pigment deposition. ungeschichte into exactly these thickening in it." So it is for *Physophora* and *Diphyes*.

Now, while the larvae of *Physophora* which Gegenbaur had followed up to this stage were dying, he succeeded in obtaining the larvae of *Diphyes* (*D. Sieboldii*). On the sixth day they have assumed an oval shape. Over the following days there arises from the initial point of the thickened epidermis, a marked prominence, the two layers are clearly visible. This protuberance on the surface corresponds soon to another, which projects inwardly into the bulk of the large-celled larva. Inside the prominence a cavity is formed, while at the same time the yellow-brown pigment, especially in the tip of the protuberance increases. The prominence now starts to form a bud from the oval body of the larvae. The outer shell of the bud turns into the latter, while the small-cell inner wall bounded the lumen of the central cavity.

While now the bud strongly pinches of larval body, a cavity is formed between the two layers of the buds wall, and the inner layer splits into two layers, one of which surrounds the inner cavity of the bud, on the other hand, in continues through the bud stalk and into the wall of a cylindrical cavity formed in the meantime. This latter, closed at both ends canal passes through a large part of the larval body and is lined with cilia, which move around the fluid, richly provided with grains. On the 9-10th day, the larval body is still unchanged. In contrast, the bud appears larger, flattened at the top and pierced with a circular opening that surrounded by narrow skirts of buds leads into the cavity. The bud is thus a nectophore, its cavity the nectosac. The young nectophore is swimming downwards with the mouth directed backwards. In the wall of the nectosac are four radial vessels, which are joined together at the mouth by a circular canal. The swimming bell now rapidly increases at the expense of much of the original larval body that appears only as a small annex on the vertex of the cone-shaped swimming piece. The wall of the appendage, which consists of large polyhedral cells, encloses a spacious, ciliated cavity. On the spur, which goes to swimming piece, two prominences appear, which are new buds. From the formation of the vessels includes Gegenbaur that this primitive float of the posterior (distal) corresponds to the nectophore bell of the developing *Diphyes*. The stem probably evolved from one of the two new buds. From the rest of the larval body Gegenbaur believes that the same for the large-celled body (juice container, somatocyst), that is found in the anterior nectophore. From these important observations Gegenbaur's was able to show a striking variation between the developmental stages in the two groups of Diphyciden Physophoriden. In *Diphyes*, a nectophore is the first to be developed, as a locomotory apparatus, and then the nourishing part of the stem. In the *Physonects*, on the other hand, it first forms a nourishing polyp, with a swim bladder at the closed end, while the nectophores that are the locomotory, develop later, and in one line on the stem.

My own researches on the developmental history of siphonophores were made in the winter of 1856-57, during a longer stay on the Atlantic seashore when I had the opportunity to examine most of the previously known siphonophoran genera. Eager to follow the individual development of these equally interesting as magnificent *Hydromedusa* stocks, and at least to gain some enlightenment concerning the many unsolved riddles of their evolutionary history, I carried out numerous experiments with artificial insemination, and indeed with the genera: *Praya*, *Diphyes*, *Abyla*, *Hippopodius*, *Athorybia*, *Agalmopsis*, *Halostemma*, *Forskalia*, *Crystallodes* and *Physophora*. The majority of these experiments failed, and in many cases the fertilized and developing eggs

perished before they had even reached the first stages of development, already described by Gegenbaur. I succeeded only with three Physonect genera, namely *Physophora* (until 23rd day), *Crystallodes* (until 23rd day) and *Athorybia* (until 7th day) in following the developmental processes over longer periods of time. Also, I looked at very young *Physalia*, which explained the evolution of this genus.

The results of my studies are consistent, in many respects, with those of Gegenbaur and also other authors. In other respects, however, they were surprisingly new and introduced me to a number of known facts, which should probably be counted among the most remarkable in the natural history of the siphonophores. Above all, the striking fact that the larvae develop from the whole egg only in some of the physonects (e.g. *Physophora*), while in others (*Crystallodes*, *Athorybia*) there is a contrast between the development yolk and the nutritional yolk, with the larvae developing only from the former, while the latter is consumed so as to provide energy for the former. These physonects show, therefore, a most striking analogy with the formation of the vertebrate, many arthropods and cephalopod embryos. I will now give the first accurate description of the observed developmental processes and then make some conclusions on their meaning. First, however, it seems necessary to make some remarks on the basic forms of siphonophoran larvae, and the topography of their bodies as well as to determine a, once and for all, consistent terminology.

II. Remarks on the basic form and the topography of the siphonophore larvae.

The *basic form* of all the siphonophore larvae known to me is from the very beginning, or at least in a very early period of development, quite different from the form of the great majority of the hydromedusans. In the case of the latter, it is usually purely *radial* or *regular* in the sense of other authors, but in the case of the former it is *bilateral* or *symmetrical*. Since these terms, which are used in very different senses, are very ambiguous in nature, we shall, for the more precise determination of the basic form, give the names which Haeckel has described in his "General Morphology of Organisms" (Berlin, 1866, p. 555). Accordingly, the geometric basic forms of the siphonophore larvae have the *egg-like form* (*dipleura*), as in the vertebrates, arthropods and molluscs. As in the case of the latter, the whole body is composed of two *antimers* or enantiomorphs that are symmetrically equal; one (left) half is the mirror image of the other (right). It is the so-called "bilateral-symmetrical form" of other authors in the fourth meaning of this term. The stereometric basic shape is a *half rhombic pyramid* or a single-truncated pyramid, i.e. a three-sided pyramid, the base of which is an isosceles triangle.

As in most vertebrates, arthropods, and molluscs, the basic form is equally or *eudipleuric* in the siphonophore larvae only during the first period of development; later, by unequal development of the two sides, it becomes more or less distinctly (ultimately very conspicuously) unequal or *dysdipleuric*. In the first period of evolution, however, the two halves (antimers or enantiomorphs) of the siphonophore larvae are, in fact, perfectly symmetrical, and only later are more or less unequal (*Pleuronectes* form). The siphonophore larvae, therefore, no less than the adult siphonophores, furnish the strongest proof of the conspicuity of the claims by Agassiz, who even today still retains Cuvier's type of radial animals or radiates as a natural principal division of the animal kingdom, and the type of coelenterates with the fundamentally different type of the echinoderms. All true radiates or radiating forms are composed of more than two, at least three antimers (in the case of the echinoderms usually five, in the Medusas usually four, in the Gorgonids eight, etc.). The dipleura or bilaterally symmetrical body of the siphonophore

larvae, on the other hand, consists of two antimers, a right and a left half, similar to that of the vertebrates, molluscs, arthropods, etc. (see Plate II, VIII, XIV).

If, according to the basic form of the vertebrate animals, molluscs, etc., we also determine the *different regions of the body* in the diploic siphonophore larvae, we must start by delimiting the directional *axes*. Here, too, we follow the statements of Haeckel (General Morphology I, p. 477). We can distinguish, in every single form, three mutually perpendicular and reciprocal axes, which correspond to the three dimensions of space, one of which is the same pole, while the other two are unequal, namely, I, the unequal-pole main axis, or longitudinal axis the first pole is the mouth pole, the other two are non-polar; II, the unequal poles of the first axis, or the thickness axis, whose first pole is the dorsal pole, the other the ventral pole; III, the equal-pole second directional axis or the width axis, the first pole of which is the right, the other of the left.

The *principal axis* (*axis longitudinalis, principalis*) is naturally determined by the stem (the *coenosarc*) in the siphonophores, and in the larvae by the primitive polyp from which the stem is produced. The longitudinal axis of this larval polyp is at the same time the main axis of the larva. The first pole, the *oral pole* (*polus oralis*), which corresponds to the distal pole of Huxley, is determined by the mouth of the polyp, while the second pole, the *opposite pole* (*polus aboralis*), coinciding with the *proximal* side of Huxley, by so-called foot-end of the primary polyp, which is opposed to the mouth.

The two antimers, or counterparts, of which the body of the siphonophore larva are composed, behave in the same manner as the right and left sides of a vertebrate or a mollusc, which is immediately evident at the first sight of the larva, both in *Physophora* (Plates I, II), as in *Crystallodes* (Plates VII, VIII) and *Athorybia* (Plate. XIV). The equilateral *lateral axis* (*axis lateralis, dextrosinistra*) is thus easily constructed. But the question now arises as to which of its two poles is the right one, which is the left. This question is not so easy to answer; the preliminary question must first be solved, which side of the larval body is the ventral side, which is the dorsal; or, in other words, the two poles of the *thickness axis* (*axis dorsoventralis sagittalis*) must be determined.

It appears now, for several reasons, that the most natural, as well as in the developed siphonophore stem, as in the primary polyp, from which it develops, to denote as the ventral side that on which the buds of the later secondary polyp, swimming bells etc. lie. The line in which these buds originally lie, one after the other, and which, at first, extends longitudinally, only later becoming spirally wound, into the trunk, is the middle line of the ventral side. This side is preferentially protected by the (only) bract (Plate I, II) in the larvae of *Physophora*; in the larvae of *Crystallodes*, it is provided with an oblique ventral cover (Plate VII, VIII, b2). The opposite side is the dorsal or posterior side. It is designated by the slit of the covering in the larva of *Physophora*, and by the yolk in the larva of *Crystallodes*.

In this way, the two unequal [non-polar] axes (length and thickness axes) together with their poles are determined, and thus it is self-evident that the poles of the equal [polar] axis (later somewhat unequal axis) is to be regarded as a right to left axis. In the case of the *Crystallodes* larvae depicted on Plate VIII, for example, that of the two lateral bracts, the right one which carries two tentacle rudiments (b3), and the one carrying only one, is the left (b4). For the larva shown in Fig. 49, Plate VII, the right one of the two lateral bracts (b3) is turned towards the observer, the left (b4) is turned away from him.

If we consider, with respect to these definitions, the developed larva of *Crystallodes* (Plate VIII), provided with four bracts, has a cubic outline, and as a whole, we find: I, the proximal or aboral side is obscured by the first or original bract (b1); II, the ventral side is protected by the second ventral bract (b2); likewise, III, and IV, the two lateral bracts are concealed by the right (b3) and left (b4) lateral bract. On the other

hand, we pass through the dorsal gap between the latter, V, on its dorsal side to the dorsal yolk (d). Finally, the distal or oral side, VI, is the least protected, and appears as a wide irregular opening through which we first find the mouth of the polyp.

As regards the topographical position of the siphonophore larvae in the sea, this is indeterminate before the appearance of the air-bubble in the air sac, as the body is slowly moved by means of the flickering of its entire surface, without a definable front and back, top and bottom. As soon as the air has appeared in the air sac, this part of the body, i.e. the aboral or proximal part remains constantly directed upwards, and the opposite, oral, or mouth side downwards.

Concerning the description of the individual parts of the pneumatophore or the hydrostatic apparatus of the siphonophores, we shall refer to Huxley, Leuckart, and Claus in this respect. We accordingly refer to the uppermost (proximal or aboral) portion of the trunk enclosing the swimming-bladder, the air-chamber, or the *pneumatophore* (*l*). On the other hand, we call the air sac or *Pneumatosaccus* (*a*) the "*Entoderma reflexum*" ("the reflected endoderm" of Huxley), which after its constriction from the endoderm of the aboral pole, forms the essential basis of the whole apparatus. Finally, the *pneumatocyst* (*u*) is what we call the structureless lining, which directly encloses the air-bubble, and which is an excretion of the inner surface of the air sac, and is surrounded by it.

We shall avoid the expression "tentacles" [*Tentakel*] in our description of the siphonophores, since the same has been applied here to two quite different parts. Gegenbaur, Vogt, and other authors describe the blind-sac-shaped hydroid individuals as *Tentakeln*, which Huxley calls "hydrocysts." For these, we will retain the expression "Taster" (*palpus*) [I use *palpon*] according to Leuckart. The so-called "accessory cords," which originate in *Physophora* and other siphonophores from the ventral base of the *Tasters*, and which are morphologically exactly the same as the tentacle to its polyp, are called *Tastfaden* (*filum palpans*, *tf*) [*palpacles*]. Huxley, and others, interprets tentacles [*Tentakeln*] as the threads or filaments of the polyps, for which we retain the term *Fangfaden* (*filum captans*, *f*) [*tentacle*] to avoid ambiguities. The polyps themselves, or the so-called suction-tubes (gastric tubes) [*gastrozooids*], are designated by Huxley as *polypites* (*p*) [*polyps*].

p. 17.

III. Individual development history of

Physophora.

(For this purpose, Plate I-V.)

The *ripe eggs* of *Physophora*²) are spherical and have a diameter of 0.5 mm. Like the eggs of all the other siphonophores, they are entirely without cover; neither within the ovary (the "gynophore") nor after its exodus from it, does one succeed in detecting a membrane. The plasma or protoplasm of the naked egg, the yolk, is, as in the case of the other siphonophores, water-coloured, almost completely transparent, so that germinal vesicles, macula, and germinal spot are easily perceived. Under strong magnification (over 300x), the hyaline plasma substance of the yolk appears, as already found by Gegenbaur, composed of very dense, small, light grains of the same size, which are polyhedral by mutual pressure. The nucleus of the egg, the germinal vesicle, is a bright, sharply circumscribed sphere of 0.1 mm diameter. It encompasses a globular, strongly refractive germinal spot or nucleolus of 0.02 mm diameter; and in this case, however, it is

² On the anatomy of *Physophora*, especially the quoted writings of Leuckart, Vogt, Gegenbaur, Huxley, and the monograph by Claus (1860).

possible to clearly distinguish an innermost bead of 0.005 mm diameter, the germinal spot (*punctum germinativum*). See Plate I, Fig. 1.

The process of cleavage of the egg proceeds in the ordinary regular form, without any special peculiarity. As already found by Gegenbaur (1, p. 50), there is in the segmentation of the egg of siphonophores, "the particular circumstance to be followed is the division of the germinal vesicle, which precedes the division of the yolk; likewise, the division products of the germinal vesicle behave in the same manner to the formation of new vitelline spheres." I can confirm this positive observation of Gegenbaur, which is of great importance for the theoretical question concerning the continuity of the cell generations, by several observations of its own.³⁾ The first half-division of the egg-yolk is the halving of the germinal vesicle, and this in turn halves the maculae. In all likelihood, this also takes place only after the preceding halving of the germinal spots. It is, therefore, of great importance for the physiological importance of the nucleus and the nucleoli (as a propagation and hereditary organ), that the process of the increase of the cells in the cleavage from the innermost parts of the cell secondary phenomenon. The primary division of the nucleolus, and then of the nucleus, produces in the uniformly centralized individual cell of the egg two new, different gravitational centers, which mutually repel each other, but which are attractive to the rest of the mass of the plasma. For the mechanical, causal conception of the "vital" process of the egg, the positive constancy of this fact appears to us to be of no small importance.

First, in the initial development of the egg of the siphonophores, the innermost germinal spot is divided into two nucleoli, the surrounding germinal spot in two "nucleolini" [Haeckel's word], then the germinal vesicles enclosing them in the two nuclei, and finally the yolk, the plasma of the cell, into two halves, each concentrating around one of the two nuclei. This latter process is initiated by the formation of an equatorial ring furrow (Plate I, Fig. 2). In the further course of the furrow process, these two daughter cells of the egg again divide in the same way. The four cells, thus formed, divide by progressing halving in eight, the eight in sixteen, etc. In each case, the nucleation of the plasma is always that of the nucleus, and this again precedes that of the nucleolus.

The cleavage process of the siphonophore egg is very rapid, so that it is usually completed on the second day, sometimes even before the end of the first twenty-four hours. The number of the cells produced in this way is a comparatively small quantity, since they are of a very great size (Plate I, Fig. 3, 4, Plate VI, Fig. 36, 37, Plate XIV, Fig. Their diameter is 0.08 mm on average, but for individual cells it can be up to 0.1 mm. The diameter of their spherical nuclei is a tenth part, 0.008-0.01 mm. By mutual pressure the cells are flattened into polyhedra. A membrane is not to be seen even after the completion of cleavage of these cells. The products of segmentation are, therefore, coverless primary cells. The plasma remains as clear and water-like as the plasma (the yolk) of the unfertilized egg. In each cell, a spherical, clear, sharply circumscribed nucleus with a nucleolus appears very clearly (Figs. 3, 4).

After completion of the cleavage, the mass of cells formed by this formation forms a globular mass of initially very irregular outlines, which only begins to become smooth towards the end of the second day. Only on the third day is there a purely spherical surface (Fig. 1, Fig. 3). The very irregular and lumpy appearance on the second day is chiefly due to *peculiar amoebic movements*, which are carried out by the *blastomeres*, especially those on the surface, at this time. As I have observed these amoeboid motions, which are made by the throwing out and drowning in of numerous variably shaped processes, have been seen more clearly and more accurately in

Crystallodes than in *Physophora*, and I will describe them below for the former of these (cf. Plate VI, Fig. 86).

After the irregularly lumpy surface of the "mulberry-shaped" heap of blastomeres has already flattened and rounded up towards the end of the second day, on the third it is overlaid with a fine ciliated epithelium. The cilia of this are the immediate continuation of the naked shell less plasmatic bodies of those cells that limit the surface of the globular cluster (Plate I, Fig. 4). These cells of the most superficial layer appear smaller and much more flattened than the polyhedral cells underneath, and a differentiation into the external cell layer (ectoderm, e) and inner cell mass (endoderm, i) is already indicated. This difference is even more marked on the fourth and the following days. By means of the ciliated epithelium, which is the ectoderm, the globular larva moved slowly or rotated in spirals, around in the water. *The totally ciliated coating of the body also continues through all subsequent stages of development of the larva*, as long as it can be followed. All parts, including the developed larva (Fig. 23), i.e., polyp, bract, tentacle, palpons, and buds, are covered by the same continually coherent epithelium of the ectoderm.

On the fourth day, the previous spherical form of the larva passes through a slow formation of a main axis into the form of an *ellipsoid* (Plate I, Fig. 5). The two poles of the *principal axis* of the ellipsoid, which corresponds to the later longitudinal axis of the larval polyp, are at first not yet differentiated. The cells which form the ellipsoidal larval body also show no change on the fourth day. The smaller, flattened, ciliated cells of the superficial layer or the ectoderm, as well as the larger polyhedral cells of the rest of the body, still possess the same watery vitreous character as the original cells of the blastomeres. Each cell clearly shows a nucleus containing a nucleolus.

On the fifth day, the two poles of the longitudinal axis of the ellipsoidal larvae begin to differentiate. The pole of the longitudinal axis, on which the mouth of the primary polyp is later formed, and which we have designated as an oral pole (Huxley's distal end), remains unchanged. On the opposing pole, on the other hand, which is to be designated as an aboral pole or as a proximal, there arises a visible turbidity, which is soon distinguished, from the rest of the lighter body of the larva, as a distinct circular spot. This spot, from which only the subsequent important changes of the larval body proceed at first, may be designated as an *area germinativa*, chiefly with regard to the analogous spot which forms on the larvae of *Crystallodes* and *Athorybia* (see below). The origin of this *area germinativa* is due to a lively proliferation of the cells of the endoderm (t) at the aboral pole of the main axis. The smaller cells thus formed form two clearly superimposed layers of cells, which, by virtue of their smaller size and their turbid granular pulp (plasma), are sharply defined from the brighter cells of the ectoderm (e), and the large, watery cells underneath of the remainder of the larva. The round *area germinativa* now consists of three layers of cells or *laminæ* lying one above the other, namely: 1°, the external lamina or ectoderm (e); 2°, of the outer layer of the thickened endoderm, the middle layer of the germinal layer, and 3°, of the inner layer of the endoderm, the inner germinal layer.

On the sixth day (Plate I, Fig. 6) a little fluid begins to accumulate between the two layers of the endoderm, which stand out from each other. Thus, at the aboral or proximal pole of the ellipsoidal larva, the small *primary cavity* (z), *the first indication of the gastrovascular system*, or the coelenteric canal system, which mediates the nutritive nature of the siphonophores, as in all other coelenterates. The wall of the cap-like, almost hemispherical prominence, which is formed by the coelenteric primary cavity (z) at the aboral end of the ellipsoidal larva, is composed of two layers of cells namely the ciliated ectoderm (e) and of the underlying external layer of the divided endoderm (i), or the middle lamella of the *area germinativa*.

On the seventh day (Fig. I, Fig. 7), the former ellipsoidal shape of the larva, rounded at both poles of the main axis, merges into a more spindle-shaped, in that the oral as well as the aboral end taper conically. The aboral pole, however, undergoes an even more significant change in that a considerable quantity of a homogeneous hyaline mesogloea is accumulated between the two layers, which form the aboral wall of the cap-shaped protuberant primary cavity (z). This mesogloea, equal in all respects to that which forms the gelatinous umbrella of the craspidote medusa, is an excretion product of the ciliated ectoderm (e), which is thereby increased by the external layer of the endoderm (i). Thus the first appearance of the hood-shaped *bract* (b), which covers the aboral part of the larva of *Physophora*, is produced.

On the eighth day (Fig. I, Fig. 8), the accumulation of the hyaline mesogloea (q) between the ectoderm (e) and the endoderm (i) becomes more considerable, especially towards the oral side, the base of the cap. At the same time, the accumulation of fluid begins to increase in the small primary cavity (z), so that it now forms an I-shaped projection into the solid tissue of the larval body. This projection (ac), which represents a direct extension of the original primary cavity in the oral (or distal) direction, is the *first appearance of the air sac* (a). Thus the primary cavity appears to be composed of two flask-shaped cavities, which are connected by a short and narrow canal. The aboral cavity (bc) becomes the canal of the bract (b); its wall is formed by the middle layer (the external lamina of the divided endoderm) and is surrounded by mesogloea (q). On the other hand, the smaller oral cavity (ac) becomes the cavity of the air sac; its wall (a) is formed by the inner layer (the inner lamina of the split endoderm), and is surrounded on all sides by the large hyaline cells of the solid larval body. At the oral pole of the latter, at this time, the first nematocysts begin to form in the ectoderm, in those cells which later will surround the mouth (o).

On the ninth day (Plate I, Fig. 9, 10), the two parts of the primary cavity become considerably larger in size, especially when their ends expand in a bulky manner (bc and ac). The mesogloea (q) separated between the ectoderm (e) and the wall (i) of the proximal cavity grows even more considerably, especially on the ventral side. At the same time, this jelly rises almost in the shape of a cap or helmet from the aboral end of the body of the larva, with a furrow running obliquely around it. At first, the bract (b), corresponding to the medusan umbrella, is sharply defined by the other larval body. On the latter a distinct cell-layer, as an endoderm, is clearly distinguished from the larger and lighter cells of the solid body of the larva, which is situated inwardly. Between the latter and the endoderm (below the oblique furrow which separates the bract) forms a fluid-filled space (pc) which, in the place where both parts of the primary cavity are connected by a narrow short canal, enters into open communication with them. This space (pc), which is, therefore, to a certain extent a protuberance of the primary cavity, is the *first appearance of the gastric cavity*, or of the body cavity of the polyp.

It is now clear that the main mass of the larva, which is lifted from the helmet-shaped proximal bract, becomes a larval polyp (or gastrozooid), and consists of the following parts: 1°, from the external covering of ciliated ectoderm; 2°, the lower cell layer of the endoderm; 3°, the large celled hyaline mass, which forms the rest of the larval body and which becomes the *yolk* (d); 4°, from the *gastric cavity* (pc), and finally 5°, the *air sac* (a). The latter comes to lie on the dorsal side of its proximal end, where the constriction of the annular furrow is weakest, by the formation of the cavity of the stomach on the ventral side of the polyp. The completely closed coelenteric cavity now consists of three chambers, which meet at one point, from the canal of the bract (bc), from the cavity of the air sac (ac), and from the stomach cavity of the polyp (pc).

On the tenth day (Fig. I, fig. 11, 12), the air sac (a), at the point where its cavity communicates with the other two (bc and pc), tapers away from it, in that the endoderm (or more specifically, the inner cleavage lamella, which formed the inner cortical layer), grows to close its connection with the united gastric and bracteal cavities, and closes this mouth. The gastric cavity (pc1) widens. Independent of this, another cavity (pc2), filled with fluid, forms in the oral or distal (lower) part of the polyp, in which case also the endoderm (i) separates from the large celled remnant of the larval body or the yolk (d). This cavity (pc2), corresponding to the lumen of what will be the proboscis, later flows into the actual (proximal) cavity of the stomach. The mesogloea of the bract now grows almost exclusively on the ventral, almost not at all on the dorsal side. In the latter, a short, often very prominent, formation of small cells (y), which runs from the endoderm of the bracteal canal to the ectoderm on the aboral ventral side of the bract, appears in a small cellular button (x), whose cells contain small nematocysts. This morphologically perhaps very important cell strand is probably the rudiment of a disintegrated nutritive canal.

At the end of the tenth and at the beginning of the eleventh day, therefore, the polyp body contains no less than three closed cavities filled with fluid, namely, 1°, the closed off air sac, 2°, the proximal or upper part of the cavity of the stomach (pc.), which communicates with the bracteal canal (bc), and 3°, the lower or distal part of the cavity of the stomach (pc 2).

On the eleventh day (Plate I, Fig. 13, 14) an air bubble (a), which serves as a hydrostatic apparatus for the larva, usually appears for the first time in the air sac (a) previously filled with liquid. In other cases, however, the development of the air occurs only later in the air sac, and in some individuals, in which the air sac had already constricted itself from the nutrient canal from the eighth day, the air segregation took place on this same day. The air must either be separated from the wall of the *air sac* (a) (formed from the endoderm) or from the liquid contained in its cavity (ac). The formation within the *pneumatocyst* (u) of the structureless thin membrane, which directly encloses the air-bubble, and which appears to communicate by an (oral) orifice with the cavity of the air sac, probably takes place after the secretion of the air bubble. This structureless skin (which is closely related chemically to chitin) is also an excretion which occurs within the closed air sac.

On the twelfth day (Plate I, Fig. 15, 16), the air secretion into the air sac increases, and the initially globular air-bubble usually assumes an ellipsoidal shape according to the shape of the air sac. However, now and in the near future, the air bubble will fill only the more spacious upper or proximal half of the air sac (a), while the narrower lower or distal half remains filled with fluid. A small quantity of a yellowish granular matter (similar to a granular precipitate) is usually visible in this liquid. The expansion of the air sac is partly at the expense of the yolk (d), in the proximal portion of which the air sac is enclosed. The yolk (or large-scale central remnant of the original larva) has decreased significantly by this time. The hitherto separate two cavities of the polyp, the upper actual stomach cavity (pc1) and the lower or proboscis (pc2) enter into communication, so that the yolk now appears detached from the stomach walls, and is freely suspended from the stomach (pc), and is connected with the latter only at the aboral part of the dorsal side of the polyp, where the air sac touches the endoderm of the stomach wall.

Another important change on the twelfth day is the appearance of two *buds* (g), which protrude from the upper (proximal) part of the ventral wall of the polyp (opposite the dorsal insertion of the air sac). One of these two buds becomes the *tentacle* of the polyp (f), the other the first *palpon* (t). Both buds appear now, and in the next few days, as simple tubular protuberances of the stomach wall, the two layers (e and i), as well as the cavity of the polyp, proceed in the same direction. The buds are completely concealed

by the hood-shaped bract (b), which, on the ventral side of the polyp, reaches as far as the middle of it. On the dorsal side, the bract is split up to the (dorsal) insertion point of the air sac, forming a wide open slit, which leads into the canal of the bract (corresponding to the umbrella cavity of the medusa). The edges of this slit are often curved or slightly wavy.

On the thirteenth day (Plate II, Fig. 17) and *on the fourteenth day* (Plate II, Fig. 18), no major changes occur with the larva. The bract (b), the two buds (g) covered by it, and the body of the primary polyp (p) grow at the expense of the nutritive yolk (d) or the remainder of the original larval body, which now, like an inner yolk sac, forms the spacious stomach cavity. The air sac (a) is inserted dorsally, at the upper (aboral) end of the polyp, opposite the anteriorly protruding bud, where it transitions into the helmet-shaped bract (b). The canal of the bract (bc) communicates here with the cavity of the stomach, and the endoderm of the former (i) passes directly into that of the latter. The lower, oral portion of the polyp, what will become the proboscis, begins to differentiate itself from the upper gastric digestion. In the endoderm of the latter large hyaline, flattened elliptical cells are formed with small nuclei, which appear superimposed in several transverse rows. In the proboscis, on the other hand, the cells of the endoderm form a high cylindrical epithelium, and appear layered from below and from the outside inwards, so that the endoderm of the trunk appears feathered in the longitudinal section. In the ectoderm of the mouths of the same, the already present nematocysts are further developed. The breakthrough of the mouth opening (o) usually occurs on the thirteenth or fourteenth day, while was observed in few individuals it was only observed only a few days later.

The larva of *Physophora* now has much resemblance to a simple eudipleuran medusa, for example the medusa of *Hybocodon prolifer*, which Agassiz has depicted (Contributions etc., Vol. IV, PI. XXV). The body there consists of a simple, bilaterally symmetrical or two-layered medusan umbrella, at the bottom of which the stomach is suspended. The single-sided development of the single tentacle and of the buds protruding at the base of the *Hybocodon* is the same as that of the one-sided (ventral) development of the tentacles (f) and the bud (g) with the *Physophora* larva. The rudimentary canal, however, is particularly interesting in *Hybocodon*, as it extends from the insertion of the stomach, and passes through the mass of the umbrella, and terminates in its ectoderm with the formation of a small nematocyst pad (Agassiz, l. c., Fig. 14 d2). This canal, which formerly mediated the feeding of the nascent polyp in connection with the maternal polyp, and interspersed with the pedicle adhering to the medusa, became waste after the detachment of the latter. I can see that a *homologue of this rudimentary canal* is the afore-mentioned vestigial canal (y), which in the *Physophora* larvae, proceeds from the canal of the bract (bc), passes through the mesogloea, and, on its ventral side, ends in the ectoderm with the formation of a nettle pad (x). At times (Fig. 20, Plate II) this vestigial canal (y) proceeds directly from the gastric insertion, as in the medusa of *Hybocodon*. If this comparison is correct, as I believe, we must in this rudimentary canal of the *Physophora* larva, obtain a *morphologically most important* (though physiologically entirely valuable!) *heirloom* from ancient ancestors, from simple medusa ancestors, which like *Hybocodon* were protruded into a polyp. This rudimentary organ seems to us to be a most important fingerprint for the phylogeny of the siphonophores!

If the entire *Physophora* larva at this stage corresponds to a simple medusan body, its bract (b) is homologous to a medusan umbrella, and its polyp (p) to a medusan stomach, the whole larva still appears as one *simple hydromedusan individual* in the ordinary sense (as a "person" in the sense of Haeckel). On the other hand, according to

the widely used interpretation of the siphonophore polymorphism, especially of Leuckart, our larva would now constitute a colony (a real stock, "cormus") of two individuals or persons, since both the stomach (polyp) and the umbrella (bract) should be considered as a self-sufficient individuum. However, then the medusan stock would be composed of a medusan umbrella, without a stomach and from a medusan stomach without an umbrella.

On the fifteenth day (Plate II, Fig. 19) and *on the sixteenth day* (Plate II, Fig. 20), the formation of the bract has reached its climax, while in the succeeding days it recedes again by increased growth of the polyp. The bract (b) is now almost 0.8 mm long and 0.4 mm wide, and encloses as a slender, almost cone-shaped bell two-thirds to three quarters the height of the polyp body (p); from which only the proboscis protrudes freely through the slit. The bract-bell or hood is nearly twice as long as wide; their greatest width lies in the middle of its body length; the summit, which encloses the canal (bc), forms a smaller truncated cone-shaped cap. The edges of the long and narrow dorsal slit are curved in a wavy manner. The individual parts of the polyp are now becoming more and more distinct, especially the endoderm and the ectoderm of the proboscis. Around the mouth (o) large nematocysts accumulate. The yolk (d), which is free from the oral end of the sac (a) into the stomach, is reduced more and more. Of the two first formed buds (fg, Fig. 17) in addition to which one or two new identical buds already protrude from the posterior end of the aboral end of the polyp) one becomes the tentacle of the polyp, and the second (tg) a palpon. The tentacle (fg) is extended rapidly and forms knot-like buds of (three to four) secondary tentilla (Fig. 20).

From the seventeenth the twenty-first day (Plate II, Fig. 21), the yolk (d) or the residue disappears completely from the large celled hyaline central mass of the original larval body so that the distal or oral end of the air sac (a) now projects directly into the uppermost (proximal or aboral) end of the gastric cavity (pc). The two first-placed buds on the ventral side of the proximal end of the polyp are important, and they are forced out at this point by the development of new buds. Thus, the second bud, which widens into a spindle-shaped blind sac, the first palpon (t), is pressed more and more to the left and then to the dorsal side of the polyp, while the first bud, the tentacle of the polyp, to the right and the ventral side. The tentacle protrudes out of the mouth of the bell, and already shows 6-8 secondary tentilla, the ends of which pass into round, piston-shaped cnidobands. The spiral line can already be seen, along which form the buds, which appear successively in a series, at the base of the stomach of the larval polyp, which thus becomes the trunk of the colony. This spiral runs from the ventral side on the left side of the polyp to the dorsal, and is twisted to the left (right twisted in the sense of the technique).

In the *fourth week*, from the 22nd to the 28th day, the larva of *Physophora*, suffers few and comparatively slight changes, except for growth. The most important consists in the full development of the first *palpon* (t), which is half as long and half as wide as the polyp (p), but is later surpassed by the latter in growth. The palpon is pushed completely to the dorsal side of the polyp and is protruded tentatively from the slit of the bract (b). Fig. 22, Plate II, represents a larva of the 23rd, and Fig. 23, Plate II, a larva of the 25th day, the former seen from the right, the latter from the dorsal side. The length of the larva is slightly over 1 mm, the width approximately 0.5 mm. The extended polyp (p) is now nearly twice as long as the bract (b). Between the thinner ectoderm (e) and the thicker endoderm (i) of the polyp, a layer of ring muscles is visible, which has developed from the endoderm. The thin, tapering proboscis is densely packed with large nematocysts at the mouth. A small crystal-like white concretion appears in the blind end of the palpon, and a group of nematocysts develops in the ectoderm of its tip. At the proximal end of the polyp, a greater number of buds emerged between the ventral tentacles (f) and the palpons

(t) placed on the dorsal side, the attachments of new palpons and their palpacles (tf). In addition, a small bud emerges from the base of the first palpon, the attachment of its palpacle (tf). The tentacle (f) of the polyp extends considerably, and develops numerous secondary tentilla, at the ends of which the cnidobands reach full development.

The cnidobands of the larval tentacle (f), as we shall call the filament of the larval polyp [larval gastrozooid], are entirely different from the cnidobands of the tentacles of the adult *Physophora*, and are characterized by a very peculiar structure, as has hitherto been found in no other siphonophore (Plate IV, Fig. 27). The most developed of these larval cnidobands are in the form of a flattened spheroid, like a loaf of bread, so that the broad diameter of the spheroidal button (perpendicular to the stem axis) is about twice as great as the longitudinal diameter (the continuation of the stem axis). But sometimes the ectoderm bulges out on the distal side of the button in the form of two to four convex pellucid vesicles, and then the button appears irregularly round, often almost globular. In addition to these (only occasionally visible) vesicles, there are constantly two different appendages of unknown importance (probable sensing organs), namely, shorter finger-shaped extensions and longer rigid bristles, on the distal side of the stalked cnidoband (opposite to the stalk). The very peculiar *finger-shaped processes*, about 15 to 20 in number, are short glassy cylinders, of the length of the nematocysts enclosed in the button. Each cylinder contains, in the closed and rounded distal end, a vividly orange, greasy ball (oil droplet). These cylindrical extensions are so distributed in a circle around the periphery of the distal end of the cnidoband that their rounded axes would intersect at the base (the proximal pedicle) of the cnidoband. The appendages of the second form, rigid hair-like bristles, probably tactile bristles, are also situated between the finger-shaped cylindrical processes, and independent of them, as it appears, on the distal side of the cnidoband. These fine, very pointed spikes are about twice as long as the finger-shaped processes, and about the same in number. In the interior of the cnidoband lie next to each other 8-10 large ellipsoidal nematocysts, which contain a fine spirally wound thread. The younger cnidobands of the larval tentacle contain a smaller number, the youngest only one (Fig. 27). These cnidobands of the larva are, can be seen to be totally different from the cnidobands of the adult *Physophora* (Plate IV, Fig. 28, 29),

A *Physophora* larva from the fourth week of life has been observed already, and indeed by Gegenbaur, who gave a perfectly accurate description and illustration of it (articles, etc., pp. 55, Plate XVII, Fig. 9, 10). Gegenbaur's specimen began to float freely, but as he did not know its lineage, he could not refer it to *Physophora* because of the bract and the peculiar cnidobands.

The metamorphosis of the larva of *Physophora*, which consists essentially in the dropping of the larval bract, a genuine larval organ, appears to occur at the end of the first month, or at the beginning of the second. Of the numerous (about thirty) larvae of *Physophora*, whose development I could trace at the same time, the majority died after 14 days. Only a few lived until the fourth week, and at the end of that only a single specimen was still alive. On the 27th day this last larval specimen still had its bract, and differed very little from the state shown in Fig. 23 only the buds of the new palpons and their palpacles were larger. On the 28th day, the larval bract had fallen off, and the larva was in the state shown in Plate III, Fig. 24. It died in the evening of that same day. It is, however, possible that the bract fell off accidentally before the normal time, and that the larvae in the free state of nature still live under the protection of the bract for an extended period of time.

The larva of the 28th day, after dropping the bract, now essentially consisted of the polyp (p), which forms the greater part of the body and the foundation of the colony. Its length was about 3 mm; its width was 0.5 mm. Its tentacle was more than twice as long in

an extended condition, and showed ten short secondary tentilla with rounded cnidobands. The uppermost (proximal) portion of the polyp enclosed the elongated sac (a), with its proximal, vividly purple-coloured tip. The bulging, oblong ellipsoidal pneumatocyst (u) filled only a part of the air sac. Immediately under this uppermost part of the polypite, which forms the so-called air chamber (pneumatophore, I), a dense group of very small buds was observed, among which I already recognized the existence of nectophores (n). Immediately under these buds and under the base of the tentacle, three palpons (t1-t3) were present along with their palpacles (tf). The first palpon (t1) exceeded by far the second (t2) and third (t3) in size. The palpacles (tf) represented simple, thin and long, cylindrical protuberances from the upper (proximal) side of the base of the palpon, equally as with the palpons themselves, closed at the tip. The latter, as well as the proboscis of the polyp, were very slowly moving in the water, while its tentacle twitched more vigorously.

To this last observed stage of development of the *Physophora* larvae studied from the eggs, a still somewhat older young stage is added, which I accidentally caught floating in the sea with a cup (Plate III, Fig. 25). It is very close to the individual conditions of the young stages of *Physophora*, which are described by Gegenbaur (l.c. p. 53, Plate XVII, Fig. 7), by Vogt (l.c. p 58, Plate 6, Fig. 24) and have been observed by Huxley (Oceanic Hydrozoa, p. 84, PI, VIII, Fig. 2). As with the latter, a single polyp (originally formed from the larva) was present in the young *Physophora*, which I had captured (Fig. 25), and this was surrounded by four palpons. The top (proximal) end of the polyp, about 6 mm in length, enclosed an oval air sac (a) which exhibited a vivid purple pigment patch at the proximal insertion site and contained a well-filled pneumatocyst. Below this air chamber, the polyp showed a strong constriction. The body shape of the polyp as a whole was spindle-shaped. The four palpons were arranged side by side around the middle of the body, so that the oldest and largest (t1) was placed almost in the middle line of the dorsal side, the youngest and smallest (t4) approximately in the middle line of the ventral side. The palpons, the second (t2), and the third (t3), located between them, were located on the left side of the polyp. The palpons were very mobile, especially at the tip. Between the ectoderm and endoderm, a thin layer of circular muscle fibres (the product of the endoderm) was distinguished in the older palpons. In the ectoderm of the palpon tip, individual nematocysts were found. A small concretion was observed in the tip (the distal end) of the closed palpon cavity. Each palpon, like Huxley's specimen, had a thin *palpacle* (tf) on the upper (proximal) side of its base, a simple cylindrical protuberance of the palpon itself, only slightly longer than the latter. Above the region of the palpon, between the latter and the air-chamber (I), on the proximal portion of the polyp, which was already clearly shown as the basis of the whole stem or coenosarc, 6-8 buds of swimming bells, one after the other in a line (in the middle line of the ventral side). While the uppermost swimming bells were small round knobs, simple protuberances of the stem wall of the polyp, the lower ones were already fairly developed, showing four radial vessels and the abutment of the circular canal (s). But the tissue of the bud was not pierced [by an oral opening]. The insertion of the tentacle, which was in the extended state two or three times as long as the polyp, and carried 15 cnidobands of the afore-described structure (Fig. 27), was opposite the palpon, on the right side of the polyp; the oldest (distal) one of them had a rather long stalk. The ventral wall of the polyp itself was rather thick, and showed a strong layer of annular muscle fibres between the entrapped endoderm and the thin ectoderm. In the vicinity of the mouth, the endoderm was densely packed with large nematocysts. In the middle part of the polyp, the gastric cavity of the stomach, below the palpon ring, several cross-sections of superficial, vesicular cells were found, which contained, besides the nuclei, spherical or ellipsoidal, homogeneous, very

strongly refractive bodies. The endoderm of the proboscis, on the other hand, appeared to be composed of very highly cytogenic cells, which were directed obliquely from the outside and downwards inward and upward.

In conformity with the other cases mentioned above, especially the juvenile states observed by Gegenbaur, the oldest developmental stage of the *Physophora* observed by me shows with full clarity, that the stem of the siphonophore colony or the coenosarc is formed from the larval polyp itself, in that, at its proximal end is the air sac and below it, in the middle of the ventral side, a row of nectophores. The diet of the body is mediated during this whole period of development exclusively by the larval polyp. Even after four palpons have been developed along with their palpacles around the circumference of the stomach cavity, there is still no trace of secondary polyps, or even of their buds. According with only a single polyp, therefore, just one tentacle is present during the whole period of development, which in its construction differs so greatly from those of the adult *Physophora*.

The further changes, which the post-larval form must now pass through (Fig. 25), in order to enter into the form of the fully developed *Physophora* (fig. 26), are essentially the following: The stem or coenosarc is stretched, at the proximal end of the polyp and forms the nectosome. At the same time, this part undergoes a strong spiral rotation, the swimming bells, which originally lay in a row one after the other, then become arranged in two parallel rows. The distal part of the larval polyp extends to form the inflated spiral, which forms the distal stem, which is spheroidal, and on which the numerous palpons sit side by side in a flat spiral. This solid corona, formed by the very strongly developed palpons, which at the same time act in place of the missing bracts, cover from above and from the sides the cavity below where the secondary polyps and the two sexed individuals form on its lower distal surface. At the same time, with the secondary polyps, their tentacles develop, which differ so strikingly from the tentacles of the larval polyp (Fig. 27) in the structure of their cnidobands (Figs. 28, 29).

The air-duct, or *ductus pneumaticus*, by which *Physophora* can allow air to escape from the air-sac, is primarily a product of the later development, and is thus evidently formed only by phylogenetic adaptation. The ability of *Physophora* to expel air voluntarily has hitherto exclusively been observed by Keferstein and Ehlers, who quite correctly describe the orifice which mediates the discharge of air from the stem (Plate I, Fig. 30). This statement is wrongly questioned by Claus and others (Claus, New Observations, etc., p. 13). I myself have observed in *Physophora* the voluntary air release, both spontaneously and chemically and with mechanical irritation of the stem. If, for example, when I poisoned the water with sublimate [Pincette ??], it immediately let a large quantity of air escape from the filled air-sac in individual bubbles (Plate III, Fig. 26), and facilitated thus the escape into the depths by rapidly sinking to the bottom of the container. The outer opening, through which the air escapes from the stem, is located, as Keferstein and Ehlers correctly point, above the newest swimming bells, at the distal end of the air chamber. The short duct, or *ductus pneumaticus*, which was still entirely absent in all the stages of development that I have observed, leads from the distal end of the air sac through the trunk wall. I will describe it in another place. Incidentally, I only note here that I have repeatedly observed the air discharge from the air sac also in *Physalia* and *Rhizophysa*. In the former he was already perceived by Eschscholtz, the latter by Huxley and Gegenbaur. In these two genera, however, the outlet opening is located at the proximal end and not at the distal end of the air sac, as in *Physophora*.

The Atlantic *Physophora*, the development of which I have described above, and which I have depicted at natural size in Fig. 26, Plate III, does not agree with any of the species described so far, especially with the two most closely examined Mediterranean

species (*P. hydrostatica* Forsskål; *P. Philippi* Kölliker). It differs from these and other known species by its greater size, and by the construction of the tentilla (Plate IV, Fig. 28, 29), also by the shape of the swimming bells, and by other subordinate characters, which I will describe in another place. On the very large cnidoband, the stalk of which is considerably widened, the spiral of the cnidoband (K) appears to have a peculiar shape. The central cavity (H), in which the cnidoband is situated, is enclosed by a thick hyaline cartilaginous shell (G). The latter envelope (F), which is composed of very large, hyaline, polyhedral cells, is very strongly developed. The outermost shell (D), especially below, is interspersed with a large number of rod-shaped nematocysts. The distal half of the cnidoband is vividly reddish and yellow; the proximal half carries, on two opposing sides (on the right and left sides of the cnidoband) two characteristic eye-spots, consisting of a round red ring on a yellow base, in the centre of which is a red spot. The palpons of this Atlantic *Physophora* are very large and firm, nearly cartilaginous, and are very often connected with their distal tips (Fig. 26, Fig. 26). Each palpon carries a very long simple palpacle, which extends from the upper (proximal) side of its base. The colour of the palpons is vividly golden yellow on the upper or outer (proximal) surface, on the lower or inner (distal) tender rose-red to purple, particularly intense at the distal tip. The stem is rosy red. The proximal end of the air sac is intensely purple. The lively movement of very long tentacles with their numerous and unusually large tentilla is one of the most beautiful phenomena in the pelagic animal world. I refer to these magnificent siphonophores, whose more precise presentation I reserve, for the time being: *Physophore magnifica*.

p. 38

IV. Description of varieties and monstrosities of the *Physophora* larvae. (See Plate V.)

Darwin's theory of the origin of the species, which we consider indisputably correct in its widest extent, and with all its consequences, has given an extraordinary insight into the study of varieties and monstrosities. Varieties are evolving species, and monstrosities are nothing else but varieties, differing in an exceedingly high degree from the parent form. In my investigations on siphonophores my special attention was, therefore, directed to this point. But even without this particular interest, I would have been led to this point by the unusually numerous, varied, and in some cases highly peculiar aberrations of the normal larval form, which I saw developing among the larvae of siphonophore larvae cultured in great numbers. Very slight changes in the living conditions of the larvae, for instance, higher or lower temperature of the water in which they have developed, the extent and shape of the containers, and the frequency of disturbance, the greater or lesser quantity of light to which they were given access, and other such apparently insignificant influences appear to be capable of greatly influencing the development of the siphonophores, and even of producing unusually monstrous forms. A glance at the monstrous forms of the larvae of *Physophora*, which is given on Plate V, and by *Crystallodes*, which are represented on the two plates XII and XIII, will confirm the correctness of this statement.

The morphological significance of these varieties and monstrosities is probably very different. Some of these are mere *arrested development*, and represent the prolonged lingering of single parts at an early, not surpassed, developmental stage. Others appear to present characters of the older descendants of the siphonophores that, lost by adaptation, suddenly appear again in accordance with the law of interrupted inheritance, and are therefore to be regarded as *atavistic*. Finally, others tend to develop like other

siphonophore genera, and even quite distinct families, and provide us with an indication of their phylogenetic connection. It is also possible to think that not a few of these deviant larval forms, when brought under favourable conditions of development, could develop into very peculiar new forms, and that these, if they preserved their peculiarities by inheritance in several generations, could lead to the formation of new species and even genera.

In general, for the variations in the development of the siphonophores it must first be noted that the duration of the development is very variable. The information given in the preceding section on the changes in the larvae of *Physophora* on the individual days must be regarded as the mean value. In many cases, changes in shape were more rapid, others more slowly. This difference in the duration of time is so important that, In one case the larva, on the seventh day, showed the shape shown in Fig. 15, which usually does not appear until the twelfth day; another larva, which developed conspicuously slowly, came to the same shape only on the sixteenth day. The formation of the primary cavity (z), which usually falls on the sixth day, in other cases on the fourth and even the third day, but in one case on the eighth day. The date for the origin of the air separation in the air sac was also very variable. It usually occurred on the eleventh or twelfth day, it could begin on the ninth day, and in several cases, much later, on the fourteenth, and even on the sixteenth day. Also variable was the duration of the food yolk (d), which in some cases had already disappeared on the ninth, and in others lasted until the twentieth day. Also the time of the appearance of the palpons and the tentacles, as well as for the breakthrough of the mouth opening was very variable.

The most numerous and important varieties and monstrosities were observed in the development of the larvae of *Physophora* concerned the nature of the bract (b). The ordinary series of shapes which this larval organ passes through is shown in Figs. 9-23, plates I and II. But very frequently, however, this object differs more or less from this norm, both as regards the shape itself and the relation of its size to the rest of the body.

Size changes of the bracts (b) occurred both as atrophies (Plate V, Fig. 30, 31), and as hypertrophies (Plate V, Fig. 32, 33, 34). Atrophy was extended in one case to its complete disappearance, the development of the bract being entirely absent, and the larva, until the twentieth day (at which it died), consisted only of polyp, tentacle, and palpon; in this case also the air development in the air sac also was absent, although the pneumatocyst (lying folded in the latter) was present. In other cases (Fig. 30, 31), the atrophied bract formed a dome-shaped attachment on the proximal end of the polyp but did not envelop its proximal half as a hood-shaped mantle. A conspicuous *hypertrophy* of its canal (be) was associated with the atrophy of the distal bract (Fig. 31). This was extended into a large globular bladder, which filled the greater part of the top of the bract. The *hypertrophy of the bract* itself was usually associated with conspicuous changes in its shape. It went so far in one case that the larva took almost the shape of an Oceanid medusa (Fig. 33). The polyp had scarcely half the length of the bract, in whose spacious canopy it was suspended, like the clapper of a bell, or like the stomach of an Oceanid.

Changes in shape of the bract (b), as noted, were very frequently associated with their size abnormalities. The usual hooded form of the bract could change into the shape of a hemisphere, a cone, a cylinder, a bell, a boat, a slipper, etc. (Plate V, Figs. 30-34). But never did the dorsal slit ever fail (as soon as the distal part of the bract was developed), from which the palpon (t) later projected. In one case (Fig. 34) a corresponding and almost equal ventral slit was developed opposite these dorsal slits, so that the bract appeared to be composed of a right and left flap. Each flap had a special canal (bc).

Deviations in the formation of the canals (bc) or of the nutritional vessels of the bract are always connected with the abnormalities of the bractal body itself, and most probably the cause of the latter. The canal (bc) is very variable, as is the rudimentary, vestigial canal (y), which, starting from its ventral side, passes through the thickness of the gelatinous umbrella, and terminates in the ectoderm of the latter with a rudimentary cnidoband. While the vascular canal, from its origin (from the base of the polyp), descends in a flat arc convex to the ventral side, in other cases it ascends only to the proximal end of the bract, and then bends sharply downwards at an acute angle. The spherical expansion of the canal (Fig. 31) has already been mentioned. The length to which it descends in the bract is very different. Most strikingly, however, is the branching of the canal into several (2-4) canals. Two vessels, one right and one left, were present in the two-lobed bract (Fig. 34). To these a third distal vessel (consisting of an extension of the rudimentary umbrella canal) appeared in the bell-shaped hypertrophied bract (Fig. 33). Once four canals were found, and in the tooth-shaped bract (fig. 82). Could these four vessels be related to the original four canals of the Medusa's umbrella?

Abnormalities of the air sac (a) were the next most frequent in our *Physophora* larvae, both as atrophy and as hypertrophy, after the variations of the bract. As an *atrophy of the air sac*, I am particularly concerned with the case depicted in Fig. 82, in which the air sac (a) or the "*Entoderma reflexum*" of Huxley is not used at all for the pinching off from the primitive stem, from the (at the same time hypertrophied) nutrient canal of the bract. Nevertheless, the pneumatocyst (u) was present, but it was folded, without any trace of air in the fluid-filled cavity of the air sac (ac). The latter was also the case with the air sac of the two-lobed larva (Fig. 84) where again the air development was absent, while the pneumatocyst (u) lay in the enclosed air bag. As a *hypertrophy of the air sac*, I consider those cases where, on the contrary, the development of air in the air sac was excessive, and the latter had expanded into a colossal bladder (Figs. 81, 80). The extreme cases of the latter kind, where the ellipsoidal pneumatocyst is half as large as the whole polyp (Fig. 80), are evidently highly suitable for explaining the true formation of *Physalia*.

Of far less interest than these striking monstrosities of the air sac and of the bract, are the other deviations which have been observed during the development of the *Physophora* larvae, and which concern the size and shape of the polyp, its tentacle, and the first palpon. Since this cannot serve to explain morphological conditions, let us pass them over here.

V. Systematic observations on the new Agalmid genus *Crystallodes*.

(See Plate: X.)

The siphonophore genus *Crystallodes*, with its individual history of development given in the following section (VI), I have established for a new Atlantic physonect, which I have illustrated in Pl. X. As I will describe this peculiar genus in detail elsewhere and there also discuss more closely its systematic position, I will limit myself to only a few remarks to justify the establishment of the new genus.

Among all the accurately described siphonophores ours shows, illustrated in Pl. X, that *Crystallodes rigidum* is most closely related to Eschscholtz's *Agalma okenii* (Oken's Isis, XVI, 1825, p. 748, Pl. V; Eschscholtz, System der Acalephen, 1829, p. 150, Pl. XIII, fig. 1). The description and illustration by Eschscholtz, who's admirable "System der Acalephen" was the basis for all subsequent work on hydromedusae, is so precise and so perfect for that time, that I can determine with sufficient certainty the essential characters of the genus *Agalma*.

According to Eschscholtz's description of *Agalma okenii* it can be said that it agrees with my *Crystallodes rigidum* in the following ways; 1st: The stem of the siphonophore, or coenosarc, which forms the axis of the body, is rigid and not capable of lengthening or shortening, as is the case for the other closely related physonects (*Agalmopsis*, *Halistemma*, *Forskalia*). 2nd: This rigidity considerably affects the bracts which are much thickened and wedge-shaped, and firmly joined to each other, just like the nectophores; the prismatic bracteal space, forming the lower (distal) half of the rigid body, is thus as rigid and stiff as the nectosome that forms the upper (proximal) half. 3rd: The nectosome is biserial, formed by two separate longitudinal rows of nectophores. 4^t: The cnidobands are covered by a mantle or involucrum and end in three appendages, two lateral terminal filaments and one central terminal vesicle (as with *Agalmopsis*).

I would now have no concerns with the significant agreement in classifying my new Atlantic physonect in the genus *Agalma* (in the original sense of its founder Eschscholtz), and thus to call it *Agalma rigidum*, if it were not for one character where the two forms differ very strikingly and which seems to be of generic importance.

For my *Agalma rigidum* the appendages (the hydroid individuals), which are attached on the distal half of the stem, the bracts, are regularly distributed at certain fixed intervals so that, as with *Apolemia uvaria*, a series of several (6-9) groups or cormidia are formed. These groups are separated from each other by wide spaces, which are filled only by the thickened bracts. Each group consists of a single polyp [gastrozooid], to the base of which is attached a tentacle, several palpons, and the gonodendra of both species, etc. All of these distinct groups of individuals sit in a row, one behind another, in a single line on the stem, namely the *central line* running along the ventral side of the stem, and extending as a (ventral) row of nectophores. On the opposite (dorsal) side of the bracteal space [siphosome] we find only bracts. Furthermore, the tentacles arising from each cormidium, in respect to their point of attachment to the gastrozooid base is directly to the outside, being almost perpendicular to the stem and makes a path between the crowded bracts. Thus, hang down only from the ventral surface of the bracteal space, protruding almost equidistantly between the serrated edges of the cone-like bracteal space. In all these respects my *Agalma rigidum* behaves in a very similar way to *Stephanomia amphitrites*, which was first observed by Peron, and later by Huxley (Oceanic Hydrozoa, p. 72, Pl. VII). But the cnidobands of the latter end with a simple terminal filament.

In *Agalma okenii*, as is clearly shown by the figures of Eschscholtz (which are as a rule clear and accurate), on the distal half of the stem the hydroid individuals (gastrozooids, tentacles, gonodendra, etc) are not arranged in groups with spaces between, but are scattered all along the stem, and the bracts "are situated very close to each other without leaving any gaps, which serve for the protection and passage of the gastrozooids and tentacles". With regard to the latter, the peculiar behaviour was confirmed, noticed by Eschscholtz for *Stephanomia amphitrites*: "It is this that distinguished the genus *Agalma* (*Okenii*) through the regular connection of the bracts and in that the latter can separate from each other, by which the column is created, through which the tentacles and gastrozooids emerge. *In Agalma the bracts form a solid tube, and only the tentacles can emerge from its lower opening.*" So according to Eschscholtz's judgement our *Agalma rigidum* would rather belong to *Stephanomia* than to *Agalma*. For the former, this differs further by its cnidobands from those of the latter. In contrast *Agalma breve* Huxley (l.c. 75, Pl. VII) has a significant behavioural relationship with *Agalma okenii*, the original type of the genus, and is only specifically distinct from it.

The new Atlantic agalmatid, which I have illustrated in Pl. X, seems therefore to form a distinct new genus, and to me stands between *Agalma* (*Okenii*, *breve*) and *Stephanomia* (*amphitrites*). With the former it differs in the construction of the

nematocysts, with the latter the characteristic linear distribution of the cormidia on the bracteal space. I name this genus, because of the rigid, prismatic, crystal-like body construction: *Crystallodes* and the species: *Crystallodes rigidum*.

The latest systematic analysis of all the known families, genera and species of siphonophore was given by Louis Agassiz in the ninth chapter of the fourth volume of the "Contributions to the Natural History of the United States" (1862). On pp. 363-372 is found in the "tabular overview of hydroids" the siphonophore group which is divided into the following four sub-orders; I. Porpitae (*Vellella*, *Porpita*); II. Physaliae (*Physalia*); III. Physophorae (1. Plethosomaea; 2. Physophoridae, 3. Agalmidae; 4. Apolemiae; 5. Anthophysidae; 6. Rhizophysidae); IV. Diphyae (1. Prayidae; 2. Diphyidae; 3. Abylidiae). Of these groups her we require the Family Agalmidae from the sub-order Physophore, to be considered in more detail since several genera are mentioned within it that could possibly be identical with our *Crystallodes*.

In the *Family of Agalmids* L. Agassiz distinguished the following ten genera: 1, *Agalma* Eschscholtz (*A. Okenii*); 2, *Crystallomia* Dana (*C. polygonata*); 3, *Temnophysa* Agass. (*T. alveolata*); 4, *Sphyrophysa* Agass. (*S. intermedia*, *S. brevis*); 5, *Stephanomia* Peron et Les, (8. *Amphitritis*); 6, *Forskalia* Kölliker (*F. contorta*, *F. Edwardsii*, *F. ophiura*); 7, *Agalmopsis* Sars (*A. elegans*, *A. Sarsii*, *A. clavatum*); 8, *Halistemma* Huxley (*H. rubrum*, *H. punctatum*); 9, *Phyllophysa* Agass., (*P. foliacea*); 10, *Cuneolaria* Eysenhardt (*C. incisa*, *C. triangularis*, *C. heptacantha*, *C. imbricata*).

Of these ten agalmid genera there are only five, so far as is known, whose distinctiveness is possibly justified, namely the genera *Agalma*, *Stephanomia*, *Forskalia*, *Agalmopsis* and *Halistemma*. Of the other five, at least four in any case need to be eliminated, namely *Cuneolaria* Eysenhardt (synonym of *Sarconus* Lesson) and the three of Agassiz's newly established genera *Temnophysa*, *Sphyrophysa* und *Phyllophysa*. How *Sphyrophysa* (*Agalma breve* Huxley) is generically different from *Agalma* (*Okenii*) is not clear as Agassiz did not attach to his tabular list of the characteristics of the group's genera and species. *Temnophysa* is *Stephanomia alveolata* of Quoy & Gaimard; *Phyllophysa* is *Stephanomia foliacea* of Quoy et Gaimard; *Cuneolaria* includes (except *C. incisa* Eysenhardt, merely a detached agalmid nectophore!) three other *Stephanomia* species of Quoy & Gaimard. All these *Stephanomia* species are based, like most of the hydromedusae described by Quoy & Gaimard (and in particular the siphonophore species), on such poor observations and thus unusable illustrations that a critical revision of the species need not consider them. It is, in fact, in those arbitrary illustrations by Quoy & Gaimard, which moreover, usually only concern mutilated individuals or their fragments, quite impossible even to guess to which agalmid genus some could be related. Those illustrations are only the useless ballast of science.

This leaves only a single agalmid genus in question, namely the one briefly described and illustrated by Dana as *Crystallomia polygonata*, which was collected in the Pacific Ocean at 30°N and 179°W (cf "Memoirs of the American Academy of Arts and Science", New Series, Vo, VI, part 1 (1857) p. 459-460, Pl. XII, Figs. A-F). But even this illustration is imperfect, so that it may be inferred with certainty that the generic identity of Dana's *Crystallomia* is the same as our *Crystallodes*. It is possible that *Crystallomia polygonata* belongs to *Agalma*, or that it represents a particular genus. The cnidobands are similar to those of *Agalma* and of *Crystallodes*.

In my view only the following six genera should be distinguished according to our present knowledge of the Family Agalmidae, which can be grouped according to the different natures of their cnidobands into the Sub-families Halistemaceen and Crustallopodaceen.

OVERVIEW OF THE GENERA IN THE SIPHONOPHORAN FAMILIY AGALMIDAE.

Family: AGALMIDAE, Brandt. *Synonym: STEPHANOMIADA*. Huxley).

I. Subfamily: HALISTEMMACEA. Terminal filament of the cnidoband simple

1. GENUS: *Forskalia* Kölliker. Nectosome multiserial; cnidobands naked

Species: 1, *F. contorta* Leuck.; 2. *F. ophiura* Leuck.; 3. *F. Edwardsii* Kölliker; 4, *F. formosa* Keferstein & Ehlers.

2. GENUS: *Halistemma* Huxley. Nectosome biserial. Cnidobands naked.

Species: 1, *H. rubrum* Huxley; 2, *H. punctatum* Agass. (*Agalmopsis punctata* Koll.); 3, *H. carum* (*Nanomia cara* Agass.).

3. GENUS: *Stephanomia* Peron et Les. Nectosome unknown. Cnidoband surrounded by a sheath (involutrum).

Species: 1, *S. Amphitrites* Per. et Les.

II. Subfamily: CRYSTALLODACEA. Terminal filaments of the cnidoband doubled; with a median vesicle between them. Cnidoband surrounded by a jacket (involutrum).

4. GENUS: *Agalmopsis* Sars. Stem highly contracted and shortened, with leaf-like thin bracts separated by wise gaps. Individuals (polyps, etc.) scattered along the trunk on all sides of the stem

Species: 1, *A. elegans* Sars; 2, *A. Sarsii* Kölliker; 3, *A. clavatum* Leuckart.

5. GENUS: *Agalma* Eschscholtz. Stem rigid but not significantly shortened, with wedge-shaped, thick bracts lying close together. Individuals (Polyps, etc.) scattered on all sides (spirally) of the stem.

Species: 1, *A. Okenii* Eschscholtz; 2, *A. breve* Huxley.

6. GENUS: *Crystallodes* nov. gen. Stem rigid and not significantly shortened, with wedge-shaped, thick bracts, lying close together. Groups of individuals (Polyps, etc.) at intervals in one line on the ventral side of the stem. Tentacles extend between the bracts on the ventral side.

Species: 1, *C. rigidum*, nov. spec.

CHARACTERISTICS OF *CRYSTALLODES RIGIDUM*, NOV. SPEC.

Taf. X, Fig. 65-71.

The length of the whole body (of the largest specimens, with 12 mature nectophores and 9 cormidia) is 50 mm. The length of the nectosome (with 12 adult nectophores) is 20 mm, the width between their dorsal and ventral sides (Fig. 65) 8 mm and the thickness (dorso-ventral axis) between the right and left sides (Fig. 66) is 12 mm. The biserial nectosome forms a six-sided prism (Fig. 67). The siphosome, however, has an almost cylindrical appearance, only the protruding teeth of the bracts make it look rough and scaly.

The stem or coenosarc (s) is colourless, almost straight, but slightly sinuous tube 50 mm in length and $\frac{1}{2}$ - 1 mm in diameter. Its oral (distal or lower) end is formed by the

oldest cormidium, its aboral (proximal or upper) is terminated by the pneumatophore. The aboral end of the pneumatophores' enclosed chamber is a deep purple colour. The biserially arranged nectophores are divided on their aboral (proximal) side by a deep incision forming two wedge-shaped processes. The pointed ends of these wings lay one above the other in such a way that the two wings enclose a round space (Fig. 67). These spaces form a straight column within which the stem is located. A nutrient canal passes through the cavity to each nectophore, which passes through the mesogloea in the aboral swelling to the muscular nectosac (subumbrella) where it splits into four parts (radial canals). Two of these canals (dorsal and ventral) are almost straight and run directly through the wall of the nectosac to the mouth below. However, the other two canals (right and left) are approximately three times as long as they pass out to the lateral wings of the nectosac, where they form a double loop and then travel down to the mouth of the nectosac where they are united with the other two canals by means of a ring canal (Fig. 67).

The siphosome consisted mainly of six cormidia, whereas the largest individuals to be observed had nine (Figs. 65, 66), all equidistant apart, and the spaces between them were almost completely filled by thick, wedge-shaped, prismatic bracts (Figs. 68-71). Each cormidium consisted of a colourless polyp, with a very long tentacle arising from its ventral base, two or three palpons, a male and several female gonodendra (sexual medusae). The tentacle bears numerous very long tentilla, each of which as a cnidoband at its end. The cnidoband (Fig. 72) has 2-3 (rarely 4) spiral turns, and is purple-red in colour, and has a bell-shaped mantle (involucrum) covering it. It ends in two fine terminal filaments between which is a long sac filled with fluid.

p. 51

VI. Individual development history of *Crystallodes*. (See Plate VI-IX)

The mature eggs of *Crystallodes rigidum* are spherical and have a diameter of 0.6 mm (Plate VI, Fig. 35). As with the remainder of the siphonophores, the ovum is completely naked, and the wrap-free protoplasm (yolk) is watery and dull. The nucleus of the eggs, the germ-block, is spherical, strongly refractive, of 0.8 mm diameter. The nucleolus or macula contained in it is also spherical, about 0.2 mm, and encloses an innermost spherical body, the germinative spot, of 0.005 mm.

The digestion process of the eggs of *Crystallodes* is not essentially different from that of the *Physophora* eggs, which we have already described above (p.18). As in the case of the latter, the globular cluster of cells (Plate VI, Fig. 36), formed at first, form a mulberry-shaped, irregularly bumpy mass, the surface of which is smoothed and rounded spherically only in the course of the second day. During this time, the superficially situated blastomeres perform peculiar amoeba-like movements.

These *amoeboid motions of the blastomeres* that I observed in *Physophora* and *Athorybia* appear to be particularly vivid in *Crystallodes* (Plate VI, Fig. 36, Plate XI, Figs. 75, 76). I never noticed such on all the cells of the surface at the same time on all the cells of the surface, but as a rule only on the third or fourth part of them. The number of superficial cleavage cells may be about 40-60, of which, as a rule, 10-20 extended the amoeba-like processes. If they were covered over, the neighbouring cells began to play. The shape of the round cell, polyhedral flattened by the pressure of the neighbouring cells, appeared to change only on the side lying naked on the surface of the cell cluster.

Usually, in the middle of this surface, 4-8 finger-shaped extensions of approximately the same size, which have their rounded (less conical) tips against a common centre. At times it seemed as if a small depression between and below them was overlapping. The longer their elevation lasted, the higher and sharper were these tentacle-like protoplasmic protuberances. At last they rounded off, and flowed back into the common plasma mass of the cell.

After completion of the segmentation, the large polyhedral cells, which now form the globular body, have an average diameter of 0.1 mm. They are also now completely naked and coverless. The protoplasm is completely water-white and hyaline, so that the fine peripheral lines of the polygonal interfaces sharply protrude. A very clear, spherical body of 0.01 mm, in which a small, dark nucleolus is visible, is clearly visible through the cell substance of the nucleus.

After the spherical surface of the cluster of cells has smoothed in the course of the second day, when it is usually covered with a dense and fine ciliated epithelium, without, however, the cells of the surface, as in *Physophora*, being differentiated from the underlying ones. Rather, on the much greater part of the surface, such a separation occurs in ectoderm and endoderm only very late, when the yolk is nearly consumed. The ciliated epithelium also covers the whole surface of the body during the whole larval life, as long as it could be followed. With this ciliated covering, the larva slowly rotates in the water.

On the third day a series of important changes take place in the larvae of *Crystallodes*. From this time development proceeds much more rapidly than in *Physophora* and the considerable gulf that separates the developmental processes of the two genera is already apparent. The entire shape of the *Crystallodes* larva remains spherical, and does not pass into the ellipsoid stage, as in *Physophora*. Moreover, the differentiation of the superficial layer of cells in ectoderm and endoderm does not occur over the whole surface, as in the case of the latter, but only in a single place. On the other hand, at the beginning of the third day, a globular ciliated larva of *Crystallodes*, composed of nothing but similar, water-clear, polyhedral cells, there appears a circular darker spot on that part of the surface that corresponds to the later aboral or proximal pole of the longitudinal axis equivalent. This spot, which can be called the Fruchthof (*area germinativa*), is formed by a rapid multiplication of the cells at this point of the surface.

As early as the beginning of the third day, the *area germinativa* usually shows a composition consisting of three superimposed layers of cells, which are clearly distinct from the water-clear yolk cells below. These three layers or laminae of the *area germinativa* are: 1°, the outer germ layer or ectoderm; 2°, the middle germ layer or the external layer of the endoderm; 3°, the inner germ layer or the inner lamina of the endoderm.

The two layers of the endoderm are soon distinguished from each other by the accumulation of a little fluid between them (Plate VI, Fig. 37). This results in the small lenticular biconvex primary cavity (z), in the first appearance of the gastrovascular system, at the proximal pole of the globular larva. The outer (proximal) wall of this cavity is formed by the mimicking ectoderm or the external germinal layer (e) and the middle germinal layer, the inner (distal) wall of the inner germinal layer, which directly lies against the globular yolk.

The two layers that form the outer wall of the *primary cavity* are usually distinguishable from each other in the course of the third day by the accumulation of a homogeneous mesogloea, distinct from the ectoderm, appears between them (Plate VI, Fig. 38 q). This results in an almost hemispherical projection over the proximal pole, the abutment of the first (or aboral) *bract* (b1). The lens-shaped primary cavity changes into a spherical and then almost cylindrical shape. Soon it appears to be placed in the middle but

expanding both upwards and downwards in a sac-like manner. The upper or proximal projection of the primary cavity (Fig. 38 bc), which projects into the mesogloea of the bract, is the appearance of the *nutritive canal* of the latter. The lower or distal extension, on the other hand, is the first appearance of the *air sac*. In the cells of the endoderm, which form the wall of the two-chambered primary cavity as a perfectly enclosed sac, a turbid pigment is deposited, which with incident light appears green.

The formation of the *area germinativa* and the primary cavity showed, in many of the *Crystallodes* larvae observed, striking deviations from the shape thus described, which seems to represent the normal development. The *area germinativa* did not show a round circle, but an elliptical or oval or biscuit-shaped, figure, quite similar to the *area germinativa* of a vertebrate. The bract did not take on a hemispherical shape, but a long, almost semi-cylindrical one. The primary cavity, which forms in the *area germinativa*, at once acquired a more or less elongated, tubular shape, and several times they appeared curved into a S-shape by the proximal chamber forming a convexly curved projection into the bract (toward the ventral side), the distal chamber forming a convexly curved projection into the yolk (toward the dorsal side). A very conspicuous deviation showed up in several larvae in the fact that the primary cavity immediately branched after its first appearance, and several (3-4) protuberances, which, as young buds, between the base of the bracteal bud and the adjoining yolk (d), pushed outwards (towards the ventral side). In some instances it seemed to me as if several (3-4) buds arose, independent of each other, from the part of the yolk which was covered by the bract, and as if each of these buds was self-supporting in their interior, so that there were several independent primary cavities which would later coalesce. But the observation of these conditions was so difficult that I cannot say anything definite about it.

On the fourth day (Plate VI, Fig. 39, 40), the first bud, which branches off from the primary cavity, usually appears. This is a small blind sac (pc), which is advanced towards the ventral side, between the two portions of the primary cavity, the gastrovascular canal of the bract (be), and the cavity of the posterior air sac (ac), and here from the ventral end of which is directly adjacent to the yolk. The wall of this small rounded caecum is formed from the two developing layers, the ciliated ectoderm (e), and the pigmented endoderm (z). This bud is the origin of the *larval polyp* (p).

With this formation of the first polyp as a bud of the primary cavity, the peculiar direction of development is already taken, which separates the developmental process of the *Crystallodes* from that of *Physophora*. While in *Physophora* (and also probably in *Physalia*) the whole cleavage yolk (the globular cluster of cells which emerges from the cell mass) becomes the body of the polyp and its bract, these two primary body parts are formed by *Crystallodes* (and also by *Athorybia*) only from a small part the *area germinativa* of the cleavage yolk, while the greater part of the latter is simply used as a food for the developing larva, and is gradually used up by it. We may here, as well as in vertebrates, distinguish between a smaller formative or *lecithus formativa*, from which first the *area germinativa*, later the parts of the larvae, form, and a larger nutritive yolk or *lecithus nutritiva*, which is unchanged from the blastomeres, and the more the larval body develops the greater the expenditure. We shall, henceforth, refer to this latter, the food yolk, as *yolk* (d).

If we try to determine topographically the *Crystallodes* larva from the fourth day (Plate VI, Fig. 39, 40) and use the solid indications obtained from the *Physophora* larva, we must, as in the latter case, have the longitudinal axes of the larval polyp as the main axis of the entire larval body, its mouth at the oral or distal pole, the insertion site at the primary cavity as an aboral or proximal pole. Further, we denote the side on which are the more distant buds, as the ventral side, for the reasons explained in the second section, and

the opposite, budless part as the dorsal side. The air sac (a) is then situated in the dorsum of the polyp, and the yolk (d) must also be called dorsal, as the later stages of development clearly show.

The changes which the *Crystallodes* larva undergoes on the fourth day, apart from the formation of the larval polyp, consist chiefly in a considerable enlargement of the bract (b), the canal of which, at first ascending, advances towards the front, toward the ventral side, and extends considerably in that direction. The gastrovascular system now consists of three canals, joined at one point, the dorsal cavity of the air sac (ac), the ventral cavity of the polyp (pe), and the aboral cavity of the bract (be). If we compare the view of the dorsal side (Fig. 39) and the view of the right side of the larva (Fig. 40), the air sac (a) in the yolk mass is not quite on the dorsal side, but at the same time somewhat on the left side of the polyp.

On the fifth day (Plate VI, Fig. 41, 42), the bract (b) is considerably enlarged, in that its ectoderm precipitates a new mesogloea. At the same time, the dome rises above the yolk, and runs round its surface, so that an annular fold is produced, from the furrow on the ventral side of the polyp (p). The latter is enlarged, as is the canal of the bract (bc), which is convexly curved toward the aboral side. From the centre of the primary cavity, where the three canals of the bract (bc), the air sac (ac), and the polyp (pc) unite, a new bud is produced (g), which is located on the ventral side of the polyp, between it and the bract, and also somewhat toward the right side of the polyp, as the comparison of the dorsal view (Fig. 42) and the right side right side view (Fig. 41) shows. This bud, as well as the one that follow, are simple enclosed sacs, consisting of a side-branch of the coelenteric canal system, and of the two layers, endoderm (i) and ectoderm (e), enclosing the cavity. The point from which these and the following buds are situated lies on the ventral side of the base of the polyp, where it bends into the bract; this starting point of bud formation can be indicated as the *vegetation point* in the siphonophore larvae.

The bud, which first appears after the polyp bud, usually appears to be the attachment of the tentacle (f); in other cases it appears to be the occurrence of the first palpon (t). This is difficult to establish, since these two buds appear rapidly one after the other, and sometimes even almost at the same time, and because their mutual storage relations seem to change quite often. Their insertion points lie close together. Later, the palpon moves more to the right side of the polyp base, while the tentacle remains on the ventral side.

On the sixth day (Fig. VI, Fig. 43), both buds of the tentacle (f) and of the palpon (t) are usually clearly visible, and sometimes a third bud is already present, that of the second or ventral bract (b2). The first or aboral bract is considerably larger in size (b1), and its canal (bc) usually has reached its final shape (Fig. 43, 47). From the base of the polyp, it is first inclined obliquely to the rear, and then forms an acute-angled knee by advancing towards the ventral side (convex or curved upward). The most important change, however, which occurs on the sixth day, is the complete constriction of the air sac from the central space of the primary cavity. The endoderm, which forms the wall of the air sac (a), and which at the point of its entry into the central cavity, passes directly into the endoderm of the bracteal canal, forward into the endoderm of the polyp, now grows together completely at this point. The larvae now contain two completely separate and closed caves filled with fluid: the simple round or oblong round air sac cavity (ac), and the central cavity (ce), which branches into four canals, into the canals of the two buds, the bract and the polyp. The endoderm lining all these cavities is a single layer of ciliated epithelium. It appears brownish-yellow in a bright light, and is spongy-tinted in striking light. The air-sac itself (a) is surrounded by the bright cells of the food-yolk, and is only

in contact with the wall of the polyplates at its proximal end (the junction), which passes into the bract.

On the seventh day (Plate VII, Fig. 44, 45, 46), the air separation begins in the constricting air sac (a). The upper (proximal) part of its cavity is expanded by a spherical air bubble, while the lower (distal) part is filled with fluid. In this, like a granular precipitate, is usually a yellowish, crumbly mass on the bottom of the air bag. Whether the precipitation of the structureless chitinous layer, which immediately surrounds the air bubble, precedes or follows the secretion of the air itself, is here distinguished as little as in *Physophora*. But the former is also more probable here.

The first or proximal (aboral) bract (b1), which hitherto was the only one, reaches the height of its development on the seventh day, now forming the larger half of the whole body, and in addition to the other organs, also the upper (proximal) half of the yolk, so that only its lower half protrudes freely from the umbrella cavity of the bract (Fig. 44, the larva from the right side, Fig. 45 from above, from the aboral side, Fig. 46 from behind, from the dorsal side). The *Crystallodes* larva is already at a stage that the larva of *Physophora* reaches only on the 15th-16th day (Plate II, Fig. 19, 20). In the course of time, the aboral bract also grows, but to a lesser degree than the rest of the body, which surpasses it. The shape of the bract is now helmet- or hat-shaped, the right and left sides slightly protrude below the summit, as well as the lower lateral margins, the ventral and dorsal extremities are almost uniformly thickened and rounded. The canal of the bract (bc 1) lies in the mesogloea of the umbrella, but very close to the lower (oral) surface under which the other parts directly lie.

From underneath the ventral side of the aboral or first bract (b 1), the second bract (b 2), which covers the other parts on the ventral side, begins to develop on the seventh day, and which we will call ventral. It appears as an egg-shaped or almost rhombic lobe, formed from the two forms of the tissue, ectoderm and endoderm, the latter enclosing a spacious canal. At first the mesogloea is not to be seen between ectoderm and endoderm. The bud, which will become the ventral bract, grows again from the vegetation point, on the ventral side of the polyp base. To the right of this is, now clearly visible, are the palpon (t), the tentacle (f). In addition, all the base of the polyp (p), but particularly on its ventral side and more in the air sac, usually produce one or two new roundish buds (g) on the seventeenth day.

On the eighth day, the second or ventral bract (b2) has already reached its full development, in which a considerable quantity of mesogloea separates the ectoderm and the endoderm. This bract (further developed in Fig. 51) consists of two plates, which are connected at right angles. The aboral plate forms the smaller, upper half, which is horizontally hidden in the ventral part of the cavity of the aboral bract (b1), and strongly convex in its arch. The oral plate forms the larger lower half, which has a rhombic outline, and descending vertically down the entire ventral side of the larva. This vertical plate is folded in the middle like a plant leaf, so that its convex keel (corresponding to the leaf rib) protrudes sharply forward in the middle line of the ventral side, while the right and left margins project outwards and backwards. At the keel the mesogloea is the thickest, and tapers down toward the sides. As the margins of the sides are generally distended, in both the keel and the depression between each of the two teeth is a cell in the ectoderm, which contains a glistening corpuscle (a rudimentary nematocyst?) (cf. Fig. 49 b3). However, as is the case with the following (lateral) bracts, the elegant serrations frequently are missing, just like the rudimentary tentacular knobs (r) to be mentioned later. Of the latter, the ventral bract usually has one, more rarely 2-3, and frequently missing altogether. The canal of the ventral bract (bc2) originates from the central cavity (ce), or more precisely from the vegetation point, which lies in the middle of the ventral

side of the primary cavity. It enters into the horizontal plate of the bract, and runs forward in this plane, or convexly, to the front (towards the ventral side), where it bends downward (often at a right angle) into the vertical plate, and in the mid-line of the latter to its lower point. The vessel lies directly under the inner (dorsal) surface of the thickened keel, in its mesogloea.

Among the remaining changes of the eighth day, the first and second palpons ("Hydrocyst" of Huxley) are the most important. In contrast to the first palpon (t1), which is situated on the right side of the larval body, between the polyp (p) and the air sac (a), a second palpon (t2) develops rapidly from one of the previously mentioned dorsal buds, which rapidly reaches the size of the first, and on the left side of the body, at the same time but a little higher up. Both palpons represent pear-shaped sacs, pointed at the closed end, the cavity of which is surrounded by the two membranes. The tentacle (f) appears on the eighth day usually as a short blind sac on the ventral side of the polyp base. The air bubble in the air sac (u) has increased. The original (first) bract (b1) appears significantly flattened.

On the ninth day the larva is little changed. The most important progress consists in the extension of the tentacle, and in the enlargement of two buds, which had been formed on the preceding day, and which protrude far back, behind the dorsal side of the polypite, from the central primary cavity. These two buds, which protrude symmetrically on each other, to the right and left in front of the ventral side of the air sac (and above), are the attachments of the two lateral bract (b 3 and b 4) which will be formed the following day.

On the tenth day (Plate VII, Fig. 49), the larvae of *Crystallodes* have attained a considerably altered shape in that the *two lateral bracts* (b3 and b4) have already reached their full development. The entire form of the larva is now almost cubic, and its diameter is about one millimetre. Although the two lateral covers are originally symmetrical, they are quite unequal, and the hitherto eudipleuric form of the larva ("bilaterally symmetrical," in the fourth meaning of this word) is transformed into the dysdipleuric ("pleuronectic form"). The *right bract* (Fig. 49 b1, Fig. 52) remains smaller and assumes an almost rhombic shape. The *left bract* (Fig. 49 b4, Fig. 53) becomes larger and approaches a square shape. Both lateral bracts are initially thin leaves, which, however, are soon thickened by excretion of a greater quantity of jelly, especially at the aboral (upper) margin and in the middle. The latter then forms a sharp longitudinal keel, which divides the bract into a ventral (anterior) and dorsal (posterior) half. Both the keel and the margins of the two lateral bracts show usually the same distension as the anterior bract; but sometimes it is missing. Along the serrated margins lies a series of the cells mentioned above, each of which contains a glistening round corpuscle (rudimentary nematocyst). The upper (proximal) border is always imperforated, which is attached to the larval body by a broad triangular base. The site itself is narrow. Towards the front, toward the ventral side, the two lateral bracts converge, so that their ventral edges come to lie in the hollow of the ventral bract, and are concealed from the outward and rearward side edges of the vertical plate of the latter from the outside. The dorsal margins of the two lateral bracts, on the other hand, diverge gently, so that the yolk (d) projects openly and freely.

The canal of the right bract (bc3), and also the canal of the left bract (bc4), usually have a straight course or are slightly sinuous that lies in the mesogloea of the bract's keel, close to its inner surface, and terminates close to its lower (distal) tip. As with all the bracts, the ciliated epithelium, which forms the wall of the vessel, and lies directly in the gelatinous umbrella, is the simple ciliated cell layer of the endoderm (i). There are found very remarkable and strange button-like formations, which occur almost every time in the

two lateral bracts, usually two, more rarely three, or even four (Fig. 52, 53). These buttons (r) are located in the ectoderm of the outer surface, usually on a small projection. Each button consists of a group of 5-20, usually 10-15 bulbous, large, shimmering cells, which, with their lower, conically pointed ends tightly compressed, sit almost on one point, while their upper rounded ends press against one another. A round nucleus is visible in the hyaline, strongly refractive content of these cells. From the base of each cell a fine thread-like, shorter or longer cellular cord passes through the mesogloea of the bract to its canal, where it passes into its endoderm. At times, however, this solid cellular cord is wholly or partly hollow, and represents a side-branch of the nutritive canal, even as far as the knob (Plate. XIII, Fig. 90). In some cases, there are four such canals (!). Physiologically, these rudimentary canals and the buttons in which they end are certainly meaningless, but morphologically of great importance. If the bracts of the siphonophores, as we rightly suppose, are rudimentary medusan umbrellas, so those vestigial vessels can be regarded as remnants of the four radial canals, and the cell knobs at their extremity as residues of the four marginal tubercles. I, therefore, do not believe that I am mistaken if I refer to these as tentacle rudiments or rudimentary tentacle buttons.

By the formation of the two lateral bracts (b3, b4), the larva has gained an almost cubic form by the tenth day, and reminds us of certain diphyid forms (*Cuboïdes*). Of the six sides of the cube two are open (oral and dorsal sides), but covered by the yolk (d) to some extent; four sides, on the other hand, are protected by the four bracts, the aboral, ventral, right, and left sides.

Of the other changes of the tenth day, the most important is the formation of the tentacle (f), which stretch out and contract constantly. Above its end, a series of nematocysts cells in a thickened part of the ectoderm, 4-8 larger, sabre-shaped nematocyst at the proximal end, 10-20 smaller rod-shaped nematocysts at the distal end of the knob-shaped thickening. Thus the first cnidoband (k) with the simplest of forms is established on the tentacle. The distal end of the tentacle below the cnidoband below remains as a simple terminal thread.

On the eleventh day, the *Crystallodes* larvae change little. The yolk is reduced, while the polyp, the tentacles and the palpons are growing at its expense. In the (still closed) mouth-tip of the polyp there appear in the ectoderm firstly two and then four nematocysts, the number of which increases on the following days. In the aboral part of the air sac brown pigment often begins to deposit. Above the palpons, on the ventral side of the air sac, a few new round buds appear. Finally, the yolk cavity (dc) begins to appear. The hitherto similar cell-size of the nutritional yolk, which is already greatly reduced in size, shows on the surface a differentiation of two layers of smaller cells (ectoderm and endoderm). Between this double wall cell layer and the inner residues of the yolk, liquid accumulates, producing a cup-shaped, concave-convex cavity (dc) on the aboral side of the yolk.

On the twelfth day (Fig. 50-54), the dorsal cavity (which, however, often appears only later), not infrequently shows a considerable extent (Fig. 54 dc). The air sac (a) rises above the proximal yolk part, and, formed by the ectoderm and endoderm of the latter, forms the cone-shaped protruding *air chamber* (1), the proximal part of the later *stem*. The attachments of the larva do not show a significant change, just like the four bracts, which still retain the same shape as on the two preceding days (Figs. 50-53, the four bracts, Fig. 50 the aboral, Fig. 51 the ventral, 52 the right, 53 the left bract).

On the thirteenth day, the opening of the orifice at the oral tip of the polyp appears to occur, which was a closed blind sac, like the two palpons. At the same time, the tip of the mouth, which is covered with nematocysts, begins to move more vigorously. In some cases, however, the opening of the mouth took place one or two days earlier, in several

other cases a few days later. The proximal part of the air sac appears at this time by the deposition of a brownish-red pigment, both when the secretion of air had taken place normally, and when it was absent.

On the fourteenth day striking changes of shape of the bracts begin, which on the following day have already acquired the final form (Plate VIII, Fig. 55). The yolk diminishes as its cavity grows larger. One or two small knobs (blind-sac-like protuberances) appear on the tentacle, the origins of the tentilla.

On the fifth day (Plate VIII, Fig. 55), the shape of the four bracts seems strikingly altered, and remains so during the third week, and probably beyond. (See Figs. 55, 56, 57, 60). It is very difficult to see the new shape of the bracts, which seems to be produced by several bends, folds, and kinks, but also by considerable thickening of the mesogloea, at different points, and perhaps even by division of some parts. Since the diameter of the entire larva, whose total circumference is now nearer to a spherical shape, is only 1.5 mm, it is much too small to allow the detail of the shape of the bracts to be seen with incident light. Under the microscope, however, the reflecting surfaces and the prismatic edges of the crystal-like bracts reflect the light so differently that no reliable insight is gained. In the case of the transmitted light, only certain limiting lines, but not the curved surfaces, are recognizable. In spite of many and persistent attempts to recognize the actual shape of the very different bracts in a number of larvae, but I have succeeded only to a very unsatisfactory extent, and I must therefore content myself with referring to the following: Figures 55-57 (Fig. 56), a larva of the fifteenth day, seen from the dorsal side, Fig. 56 a larva of the eighteenth day from the ventral side, Fig. 57 a larva of the twenty-first day, from the dorsal side.

The first or *primitive* bract (b1) appears almost folded in the manner of a collapsible hat or a three-master. The entrance into its umbrella cavity on the dorsal side forms a triangular column, shielded by two lobular protrusions, on the tip of which a rudimentary tentacle knob sits. At an earlier time, the bract seems very widened and flattened, especially in the lateral parts. Above the middle of its convex spine, a keen, sharply protruding keel is drawn.

The second or ventral bract (b2) appears to be smaller than the other three. While, at the same time, these grow considerably in size, the former appears to grow little. The horizontal plate, which is hidden in the umbrella of the aboral bract, retains its original form, as does the vertical descending rhombic plate, which conceals the stem from the ventral side with polyp, palpons, etc.. Often, the ventral cover seems to be dropped during the third week.

The two *lateral bracts*, the right (b3) and the left (b4), undergo the most significant shape changes. They also appear to be put together in the manner of a three-dimensional or folding hat, but more intricately than the aboral bract. From the dorsal side, a narrow slit leads into its umbrella cavity. This gap appears on the right side as a quadrilateral, on the left side as triangular, in which only two triangular projections are formed on the left side, which protrude inwards and backwards from the outside, and each carries a rudimentary tentacle knob. The upper triangular insertion base of the two lateral bracts is greatly widened, so that it protrudes widely to the right and left. The lower (distal) tips of the two bracts, on the other hand, converge, owing to the considerable thickening of the upper lateral parts. The whole dorsal margins of them are now so closely together that only a small gap between them leads to the pole.

While the ventral bract often appears to be dropped in the course of the third, and probably always by the beginning of the fourth week, two new bracts, the fifth and the sixth (Fig. 57 b5, b6), develop at the end of the third week. We may denote them as ventro-lateral, as they develop on both sides of the ventral surface forward and inward

from the two lateral bracts (and initially covered by them). The right ventral bract or the dextro-ventral (b5) does not appear to be essentially different in shape or size from the left or sinistro-ventral (b6) one. Both appear later to assume a prismatic-wedge-shaped form, which is much closer to the average shape of the permanent later bracts of the trunk, than the shape of the four first bracts of the larva. The initial bud form of these two ventro-lateral bracts is that of a leaf whose edges are often folded. (Figures 57, 58, 59; b5, b6).

Among the other changes that are also observed in the larvae of *Crystallodes* during the *third week of life*, are the development of the tentacle, the length of which sometimes exceeds that of the larva, and which carries numerous tentilla with cnidobands. On the eighteenth day I counted six of them, and fifteen on the twenty-first day. The pedicles of the cnidobands or the tentilla are long and thin. The construction of the cnidobands is still very simple on this larval tentacle inasmuch as there is no sign of either the coiled spiralling of the cnidoband, nor of the mantle or involucrum, which later grows from the end of the pedicle over the cnidoband, and surrounds it in a bell-shaped process (cf. Plate X, Fig. 72). On the oldest (distal) cnidobands of the tentacle, the cnidoband appears to be crescent-shaped, but not rolled up to in a complete spiral. In addition, on the older cnidobands, on the other side of the simple terminal filament, two new, thin filaments, filled with round small nematocysts, begin to appear. The original filament thus becomes the ampulla, which is seated in the middle between the two other filaments (cf Figs. 57 and 72). The definite form of the cnidobands, with involucrum and spiralling of the cnidoband, seems to appear only at the tentacles developed later.

The considerable growth of the larva, and of all its parts in the third week, occurs chiefly at the expense of the food-yolk, which is now rapidly consumed while at the same time its cavity (dc) expands. At the end of the third week, at which the diameter of the larva has already increased to almost two millimetres (Fig. 57), the yolk scarcely has the size of a palpon, and appears on the distal part of the air-chamber as a small, purse-shaped appendage, which is probably the beginning of the actual stem or coenosarc. But the latter also possibly arises from the larval polyp. In the former case, the closed yolk cavity (dc) would have additionally be communication with the polyp cavity.

The polyp, which during the third week has grown considerably in size, shows at the end of the already thickened walls, a strong layer of circular muscles that has developed between ectoderm and endoderm. There is frequently also a differentiation of the distal or stem part from the proximal or actual portion of the stomach, inasmuch as the thickened epithelium of the latter is raised into villous projections containing one to three oil-glossy homogeneous granules. The two palpons, the right (t1) and the left (t2), change only slightly during this time. But a small crystalline concretion often already occurs in their distal, tapering cavities. At the end of the third week, above the palpons, a whole bundle of crowded round buds appear, they are probably the beginnings of the nectophores (Fig. 57, 58, 59).

The *metamorphosis* of the larvae of *Crystallodes*, the transformation of the larvae form shown in Fig. 57 (from the 20th day) into the developed form (Plate X, Fig. 65, 66), probably begins in the fourth week of life, and will be initiated by the dropping of the aboral bract; after its removal the buds of the nectophores gain space to develop into the nectosome. Unfortunately, I cannot say anything definite about these and the other changes associated with them, since only one larva (Fig. IX, Fig. 60) lived until the end of the fourth week. Of the large number (about sixty) larvae of *Crystallodes* that I bred at the same time, the majority had already died by the beginning of the second week, and most of the others towards the end of that week, so that only five or six could be followed until the end of the third week, several of which were apparently monstrosities. These, too,

died at the beginning of the fourth week (on the 20th-24th day), without being substantially removed from the form shown in Fig. 57. But, with the exception of one large larva, the second or ventral bract (b3) had been lost.

A single larva lived until the twentieth day, and it may give at least a few indications as to the further course of the development, although, in the extreme variability in the development of the siphonophore larvae, it is very daring to value a single observation.

This last larva of *Crystallodes*, on the 20th day (Plate IX, Fig. 60), belonged to those surviving larvae that had already dropped the second or ventral bract at the end of the third week. On the twenty-first day, the first or aboral bract, which covered the whole aboral or proximal surface of the larval body as a broad flat screen, also dropped. The larvae (Fig. 60) now exhibited a nearly spherical outline with a diameter of 2 mm, and was surrounded by four surfaces, the two lateral (b3 b4) and the two ventro-laterals (b 5, b 6). The latter had attained the same size and also a similar shape as the former; but they appeared to be more thickened, and to approach a wedge-shaped or three-sided prismatic shape which characterizes the bracts of the adult *Crystallodes* (Plate X, Fig. 68-71). The gaining of the knowledge of the shape and combination of these four bracts was so difficult that I could not see them exactly, and therefore I will not describe them further here. In addition to these four mature bracts, the buds of two new bracts, right and left of the centre of the trunk below the row of nectophores, were already visible.

The larva itself showed itself to be particularly altered by the fact that the proximal (aboral) stem, after the loss of the aboral bract, had stretched and lifted, so that the tip of the air-chamber protruded above the level of the tops of the topmost nectophores and formed the uppermost part of the larva. The nectophore buds, which had previously been sitting together in a dense cluster on the ventral side of the air chamber, were now arranged in a longitudinal series one after the other, below the air chamber (I), on the elongated proximal stem, in the mid-line of the ventral side. The youngest nectophore buds were situated directly under the air-chamber, the oldest above the base of the palpons, opposite the remains of the yolk, which enclosed a concavo-convex yolk cavity (dc). The buds of the nectophores were still simple protuberances of the stem, and did not yet show the further differentiation which was to be observed in the nectophores of the Physophore larvae (Fig. 25).

The polyp (p, Fig. 60) showed a higher degree of differentiation than in the third week, and the three sections of the mature polypus could clearly be distinguished; a conical, proximal basal part, with a slightly differentiated wall; a middle, spacious part, the actual stomach cavity, where the ectoderm is thin, the endoderm is thickened, and is covered with many villi; and a slender, distal trunk, whose endoderm consists of high narrow cylindrical cells, and which finally shows the mouth surrounded by many nematocysts. The tentacle (f), which originate from the ventral base of the polyp, had accumulated in this specimen in its development, by having only a single cnidoband, with a simple terminal filament, and no tentilla. The two pear-shaped palpons (t1 and t2) showed no change.

If, from this single larva, which was followed up to the end of the fourth week, but which, however, might not have developed normally, one may come to a conclusion on the metamorphosis of *Crystallodes*, it would be at the end of the first month with the loss of the two (b1 and b2), in the place of which two new ones, the ventro-laterals, and soon two others (probably dorso-lateral) bracts develop. The group of the buccal buds, which had hitherto been constricted under the aboral cover, attains a free development, and is arranged in a (ventral) row, below the air-chamber, the latter removed by stretching the

proximal trunk from the (previously immediately adjacent) yolk residues and the basal parts of the polyp.

From what the to be developed stem or the actual *coenosarc* of the *Crystallodes Cormus* develops, remains for the present uncertain. The uppermost (proximal) part, the air chamber (l), and the underlying axis of the nectosome, are evidently formed from the proximal part of the yolk, and it is most probable that the lower (distal) half of the to be developed stem (or the axis of the siphosome) from the (distal) residues of the yolk. The inner small residue of unaltered yolk cells should then be consumed, and the yolk cavity (dc), which is thus extended, should enter into direct communication with the upper stem canal. It is also possible that the larval polyp itself becomes the lower part of the to be developed stem, as in *Physophora*. The small closed sac, which is filled with liquid, and which is formed from the yolk residue, would in this case disappear as an insignificant appendix, whereas in the former case it would acquire great significance as the basis of the stem. Subsequent investigations must decide this doubtful point.

As with *Physophora*, the first formed polyp in *Crystallodes* is, for a long time, the only nutritive organ of the whole colony, and no trace of new polyps has yet been seen on the oldest larva observed by me. A considerable difference between the two larvae consists in the fact that the air chamber (l) and the air sac (a) enclosed in it is, in the case of *Physophora*, composed of the proximal part of the polyp itself, while in the case of *Crystallodes*, on the other hand, it is derived from the proximal part of the yolk, independent of the polyp, which is only later to be found. Besides, the air sac (a) the proximal, upper, pigmented end of the air sac (a) is attached to the endoderm of the proximal end of the stem (the air chamber), whose two germ layers completely cover it in its upper part.

If we consider the bracts of the siphonophores as a (hydroid or medusoid) individual (equal to the nectophores), the oldest larva observed by us (Fig. 60, from the 27th day), and also the larvae from the end of the third week (Fig. 57, of the 21st day) is already a colony or stock (Cormus), composed of 15-18 individuals, namely 1°, the polyp, together with a tentacle; 2°, two palpons; 3°, six bracts (four developed and two undeveloped); 4°, six to eight nectophores (buds). For this purpose, (as we shall show in the last section), the yolk and the air chamber may also be counted as a particular individual, since the true stem probably forms from the remnant of the hollowed out yolk.

In order to take the form of the adult colony (Fig. 65, 66), our larvae (Fig. 57, 60) would have to stretch their stems considerably and twist spirally so that the one-row row of the nectophores turns into a two-line column. Then, at the distal end of the pool column (that is, at the proximal end of the siphosome), new groups of individuals [cormidia], equal to the first already existing, would have to consist of a tentacle with polyps, 2-3 palpons and 4-8 bracts. The two (medusoid) sexes would develop in these groups only later. It is probable that all these changes take place in the course of the second month.

VII. Experiments on the multiplication of the *Crystallodes* larvae by artificial division. (See, Plate XI.)

The peculiar amoebic motions described above (p. 51), which by segmentation of the cells form the larval body of *Crystallodes*, manifestly show that there is a high degree of physiological independence and relative individuality in these cells. It might be thought that the whole body of the siphonophoran larva, on the second day, which is merely a spherical aggregate of these large, hyaline, amoeboid cells resembled an amoeba colony. Perhaps this comparison leads us to the ancient traces of the oldest palaeontological development of these organisms. When I followed this wonderful amoeboid movement, as shown in Fig. 36, Plate. VI, for a long time, and perceived the great independence of the amoeboid cells, I came to the idea of dividing the same cell aggregates of the larval body, to see whether each individual part could not turn into a new individual. These attempts were crowned by an unexpected, surprising success (Plate XI). It was found that one can artificially divide the body of a *Crystallodes* larva from the second day into two, three, even four pieces, and that each of these parts, though not a complete one, may develop into a rudimentary siphonophore stock.

The experiments were simply done in such a way as to bring a second-day *Crystallodes* lava (Fig. VI, Fig. 36), which showed the amoeboidal movements vigorously, into a watch-glass with a little sea-water under a simple microscope and here by means of a needle in two, three or four pieces, which was successful in the majority of the experiments.

As soon as the *Crystallodes* larva (Plate VI, Fig. 36) is touched with a needle, the amoeboid extensions of the superficial cells are slowly drawn in, and the surface of the globular body is smoothed. Immediately after the bisection has taken place, the parts curl up in the shape of a sickle or a sausage (Plate XI, Fig. 73, 74), in such a way that the bisection forms a deep concavity, such that the former surface has a corresponding convexity. The curvature of the concavo-convex sausage-shaped cell-body is soon so strong that the two ends touch each other, and the hollow of the recessed surface disappears, the walls of which are joined together and fused. As a result, a solid cell body is again produced, which soon becomes spherical. Shortly after the rounding has been completed, the amoeboid movements begins on the cells which form the surface of the new sphere. Apart from the smaller size, each part resembles the complete larvae of the second day. Figures 75 and 76 represent two such halves of a larva which have emerged from the sections (Figs. 73 and 74).

In the same way as the uninjured larvae of the second day (Fig. 36), these spherical rounded parts, after their surface has smoothed, are covered with a flickering clothing, by which they slowly move about in the water. The other changes are the same as those of the uninjured larvae, in which first a *area germinativa*, then a primitive cavity (Fig. 37) etc.. forms. Only all these changes take place more slowly than in the uninjured larva, the slower the smaller the part is, the smaller the number of the similarly formed cells that comprise it. I do not stop myself with the details of further changes, but will at once give the final result which the parts showed on the day on which I last examined them.

Of the ten experiments, in which the artificial division of the *Crystallodes* larvae succeeded, in six cases development continued beyond the third day, in one case to the fifth, in three cases to the eighth, and in two cases to the tenth day. Of these six cases, three were subdivisions, two divided into three, and one into four.

First experiment: Division of the larva into two. Development until the fifth day. The two sections were very unequal in this case. On the fifth day, the smaller part moved about in the water as a small, whirring ball composed of homogeneous cells, which in one place had a round dark spot, composed of numerous small cells (the *area germinativa?*), very similar to the one in Fig. 80, Plate XI. On the other hand, the larger section (about three times as large) had assumed a form very similar to that depicted in Figs. 41 and 42 on Plate VI. The anterior surface of the ventral side was formed in the ordinary form, and the ventral side of the air sac (a) and of the polyp (p), the three cavities of the bract, the air sac, and the polyp were still in open communication.

Second experiment: Division of the larva into two. Development to the eighth day. Here, too, the two parts were very unequal. On the eighth day, the smaller piece moved about in the water as a small, ciliated ball composed of homogeneous cells. An *area germinativa* (as in Fig. 80) was not to be observed. On the other hand, the larger (about four times as large) part had assumed a form very similar to the larva shown in Fig. 83. It resembled a normal larva of the sixth day, and consisted of an aboral cap-shaped bract (b1), which was almost half as large as the nutritive yolk dome (cl). In the aboral yolkly part, the air sac (a) had developed well and completely constricted off from the primary cavity. Its upper part contained a large air-bubble. On the ventral side, a large polyp (p) had developed, and on the dorsal side a different bud (probably the first palpon (t)) developed. Other buds were not yet visible.

Third experiment: Division of the larva into two. Development until the tenth day. The two parts were of the same size, and on the tenth day they had assumed the same form. They were like a normal larva of the eighth day (Figs. 47 and 48, Plate VII), but were somewhat more irregular. Both larvae had developed two bracts, the aboral (b1) and the ventral (b2), the latter only being about half as large as the former. The air sac was closed off from both of the other primary cavities, but had only developed air in one larva. In the other, the pneumatocyst was folded in the liquid of the air sac (as in Fig. 61, Plate IX). Under the aboral cover, between the air sac, the yolk, and the ventral bract, there was a rather small polyp in each of the two larvae, as well as a group of 3-4 buds.

Fourth experiment: three-part larvae. Development until the eighth day. The three parts were very unequal; their diameter, after spherical rounding, was = 2: 3: 4. After eight days the three parts had assumed the forms shown in Figs. 77, 78, and 79 on Plate XI. The smallest part (Fig. 77) showed an ellipsoidal body composed of unchanged hyaline cells. On one pole of its longitudinal axis, an air sac (a) had developed, but differing from the normal way in which fluid had accumulated between the ectoderm and the endoderm, and a pneumatocyst (u) had formed in it. The reflected endoderm seemed to grow together again over this cavity, and thus, by surrounding it, the air sac [was formed?]. Air was not developed in the cavity. The middle part (Fig. 78) had assumed a very irregular shape. The egg-shaped body, composed for the most part from unchanged yolk-cells, exhibited a considerable cavity on both poles of its longitudinal axis, the internal wall of which flickered. Ciliary movement also appeared at a small pigmentation between the two cavities. The distal cavity (dc) probably corresponded to the ordinary yolk cavity. In the proximal cavity hung the air sac, which was only attached to the wall at one point. The air sac seemed normal and enclosed a large air bubble in its proximal half. He was completely cut off from the endoderm of the wall that was growing with it. A long, undeveloped bud, which had developed a second bud at its end, proceeded from the cavity surrounding the air sac. The largest part (Fig. 83) was little different from a normal larva of the eighth day. There were two well-developed bracts, an aboral (b1) and an ventral (b2). Between these and the yolk (d) there was a well-developed polyp (p), surrounded by several buds, one of which is the filament (f), another of the palpon (t).

Also the air sac (a), in the aboral end of the yolk, was as usual and contained a large air-bubble.

Fifth experiment: three-part larvae. Development until the tenth day. Of the three subjects, two were of equal size, the third of which was about three times smaller. On the tenth day, this last piece was a small spherical, ciliated larva, the entire body of which consisted of homogeneous unchanged cells. Only in one place did a dark spot of the surface appear, formed from an accumulation of small, turbid cells (*area germinativa?*). Of the two remaining, quite equal size, the first had only an aboral, the second had developed both an aboral and an ventral bract. In both, a polyp, a group of three or four small buds, and on ventral side thereof, enclosed in the distal yolk, an air sac was present. In the larva provided with a bract, it had developed an air-bubble. In the case of the one with two bracts, on the other hand, the air sac contained only liquid, and an pneumatocyst floating in it.

Sixth experiment: Larva divided into four parts. Development until the eighth day (Plate XI, Fig. 80-88). The four parts were very unequal. After they had rounded off to spherical ciliated larvae, the diameters of the four parts were 1: 2: 3: 5. On the eighth day, the smallest one (Fig. 80) was still a simple ciliated ball composed of similar cells. Only at one point on the surface, as in the case of the aforementioned smallest larvae, was a dark spot noticeable, formed from a cluster of small, turbid cells (*area germinativa?*). *The second specimen* (Fig. 81) also formed a small, ciliated ball, composed of similar hyaline cells, which, however, enclosed two cavities at the two poles of one axis (the main axis). The greater cavity, at the distal pole, was the yolk cavity (dc); the smaller cavity, at the proximal pole, was the air sac cavity (ac). The air sac itself (a) sprung out with its proximal portion conical, which contained a large air-bubble (uv), and was surrounded by a double covering, ectoderm (e), and endoderm (i), of which the latter immediately enveloped the air sac wall or the *Entoderma reflexum* (a). *The third specimen* (Fig. 82) was very similar to the second, but somewhat larger. It also consisted of a large ciliated ball, which on the two poles of the longitudinal axis enclosed a ciliated cavity filled with fluid. The spheroidal distal cavity was again the yolk cavity (dc); the opposing, elongated, proximal cavity, on the other hand, is the cavity of the air sac (ac). This latter, however, contained no air bubble, but only a folded pneumatocyst (u) floating in the liquid. Nor was the air bag completely constricted from the outer bract, the ectoderm (e). On the contrary, it seemed as if fluid had accumulated between the endoderm and the ectoderm, and as if a real "*Entoderma reflexum*" was formed, which afterwards (by adhesion to the attachment site of the air sac) wall of the air sac. The *fourth specimen*, which was about half the size of the original larval body, had developed on the eighth day into a larva which was very similar to a normal larva of the sixth or seventh day. It possessed a single large aboral bract (b1) approximately equal to the yolk (d); in the proximal yolk part there was a normally developed air sac (a), which also contained a large air bubble. There was a polyp (p) in the bracteal cavity, and a bud (probably a palpon, t) between this and the air bag.

From these division experiments the following conclusions can be drawn: The development of the divided part proceeds more slowly, the smaller it is the slower. The larva, which is formed from the division, is the more incomplete, and tends all the more to be a monstrosity, the smaller it is. The art, which develops almost always on the specimens, is the air sac, together with the pneumatocyst, which also usually developed when neither bract, nor polyp, nor other attachments were formed.

VIII. Description of varieties and monstrosities of the Crystallodes larvae.
(See, Plates XII and XIII.)

p. 88

IX. Individual development history of Athorybia.
(See Plate XIV.)

p. 91

X. Reflections on the individual developmental history of the siphonophores and their significance for their palaeontological developmental history.

p. 104

Explanation of the tables.

NB. The meaning of the letters is the same in all the figures.

a Pneumatosaccus. Air sac.

ac Cavum pneumatosacci. Cavity of the air sac.

c Bractea. Hydrophyllum, bract

b1 First, aboral or proximal bract.

b2 Second, ventral bract.

b3 Right lateral bract.

b4 Left lateral bract.

b5 Right ventro-lateral bract.

b6 Left ventro-lateral bract.

bc Canalis bractealis. Canal of bract

bc1 Canal of the aboral bract.

bc2 Canal of the ventral bract

bc3 Canal of the right lateral bract.

bc4 Canal of the left lateral bract.

bc5 Canal of the right ventro-lateral bract.

bc6 Canal of the left ventro-lateral bract.

c Canalis. Coelenteric canal.

cc Cavum centrale. Central cavity.

d Lecithus. Yolk

dc Cavum lecithi. Yolk cavity.

e Ectoderm.

f Tentacle of gastrozooid.

g Gemma Bud.

gc Cavity of the bud.

h Hepar, Villi kepatici. Hepatic villi of the gastrozooid.

i Entoderma. Endoderm.

k Onidium. Cnidoband

kf Filum cnidii. Terminal filaments of the cnidoband.

l Pneumatophorus. Pneumatophore

- m *Androphorum*. Male gonophore.
 n *Nectocalyx*. Nectophore.
 o Os. Mouth (of polyp/gastrozoid)
 p *Polypites*. Polyp or gastrozoid
 pc *Cavum polypitia*. Cavity of the polyp
 q *Gelatina umbellae*. Jelly of the umbrella. ? mesogloea.
 r *Rudimentum tentaculi*. Rudimentary tentacle bud
 s *Truncus*. Stem. Coenosarc.
 sc *Cavum coenosarci*. Stem cavity. Gastrovascular canal.
 t *Palpo*. Palpon, *Hydrocyst*.
 tc *Cavum palponia*. Palpon cavity.
 tf *Filum palponia*. Palpacle.
 u *Pneumatocystis*. Pneumatocyst.
 uv *Vesicula hydrostatica*. Air bubble in air sac
 v *Punctum vegetationia*. Growth point of the buds
 w *Gynophorum*. Female gonophore.
 x *Rudimeutum pedunculi*. Rudimentary cnidoband at end of the stem canals y.
 y *Rudimeutum canalis*. Rudimentary stem canal or umbrella canal running to the surface of the bract.
 z *Cavum primitivum*. Primary cavity.

p.106

Plate 1..
PHYSOPH0RA.

Larva from the first to the twelfth days.

- Fig. 1. A mature fertilized egg. The germ-spot is visible in the large germ-vesicle, and the germ-point is visible in the latter.
 Fig. 2. Beginning of segmentation. The ovum has divided into two cells, after a previous division of the germ-vesicle.
 Fig. 3. Larva after completing segmentation. The globular larva, which emerges from the segmentation, consists of large aqueous polyhedral cells.
 Fig. 4. Larvae from the third day. The superficial cell layer of the globular larva is covered with cilia and differentiated, as ectoderm, from the one below.
 Fig. 5. Larva of the fifth day. The spherical form has become ellipsoidal, and on the upper (proximal) pole of the longitudinal axis, the *area germinativa* is formed of three lamina (layers of smaller and darker cells).
 Fig. 6. Larvae of the sixth day. The primary cavity (z) between the two layers of the cleaved endoderm (i) has formed in the *area germinativa* at the proximal end of the larva.
 Fig. 7. Larvae of the seventh day. Mesogloea (g) was excreted between the ectoderm (e) and the endoderm (i), which formed the roof of the primary cavity (z).
 Fig. 8. Larva of the eighth day. The primary cavity is separated into a proximal cavity, bc (the canal of the bract), and into a distal cavity, ac (cavity of the air sac, a).
 Fig. 9. Larvae of the ninth day. The larval body is differentiated by constriction of the proximal bract (b) from the distal polyp (p), the stomach cavity (pc) of which begins to develop between the endoderm (i) and the yolk (d).

Fig 10. Proximal part of a larva of the ninth day. The canal (bc) of the bract continues directly into the abutment of the stomach cavity (pc) and into the cavity of the air sac (ac).

Fig. 11. Larva from the tenth day, half from the right, half from the dorsal side. The cavity of the air bag (ac) has constricted itself from the canal of the bract (bc). At the oral end of the polyp, the gastric cavity (pc1) is formed

Fig. 12. Bract of a larva from the tenth day, seen from the dorsal side, (y) the rudimentary umbrella canal, which terminates in the ectoderm with a cnidoband (z).

Fig. 13. Larvae of the eleventh day, seen from the right side (and somewhat from the dorsal side). The first air bubble is visible in the air sac (a).

Fig. 14. Proximal part of a larva of the eleventh day, seen from the ventral side. In the air sac (ac) is the air bubble (uv).

Fig. 15. Larva of the twelfth day, half seen from the right side, half from the dorsal side. The yolk (d) descends freely from the air sac (a) into the stomach cavity (pe); on the ventral side of the proximal end of the polyp, two buds (g) appear.

Fig. 16. Cover of a larva of the twelfth day; seen from the back.

Plate II PHYSOPHORA.

Larva from the thirteenth to the twenty-fifth day.

Fig. 17. Larva of thirteen days, seen from the right side. We see the rudimentary umbrella canal of the canal (y), which terminates in the ectoderm with a nettle button (x).

Fig. 18. Larva of the fourteenth day, seen from the dorsal side. The large bright cells of the inner stomach wall are visible.

Fig. 19. Larva of the fifteenth day, seen from the dorsal side.

Fig. 20. Larva of the sixteenth day, seen from the right side. The terminal filaments (f) are quite developed.

Fig. 21. Larva of the twenty-first day, seen from the ventral side. New buds (g) form on the ventral side between the tentacle (f) and the palpon (t).

Fig. 22. Larva of the twenty-third day, seen from the right side. While the tentacle (f) remain on the ventral side, the palpon (t) is pushed onto the dorsal side.

Fig. 23. Larva of the twenty-fifth day. half from the right. half as seen from the dorsal side. Polyp (p), tentacle (f), palpon (t) and bract (b) are fully developed.

Plate III. PHYSOPHORA.

Young and mature specimens of *Physophora magnifica*.

Fig. 24. Young *Physophora magnifica*, from the twenty-eighth day, from the left side. The primary bract of the larva is discarded. The young siphonophores consist of the polyp (p), which forms the trunk of the colony, and whose proximal end encloses the air sac (a), of its associated tentacle (f), of three palpons (tl-t3), together with their palpacles (tf), and of the buds of nectophores (n).

Fig. 25. A somewhat older *Physophora magnifica*, floating in the sea, from the left side. The young siphonophores consist of the polyp (p), which forms the trunk of the whole colony, and whose proximal end is already distinctly deposited as an air-chamber, of its associated tentacle (f), of four palpons (t1-t4) together with their associated palpacles (tf), and a single row of the nectophores (n).

Fig. 26. Fully developed and sexually mature animal of *Physophora magnifica* at natural size. The animal has let three air bubbles escape through the *ductus pneumaticus* at the base of the air chamber in order to sink into the depths, while the crown of the rose red and gold-yellow coloured palpons forms a corona. Three polyps and parts of the gonodendra appear between the lid-like palpons. From the base of each palpon a simple palpacle arises, from the base of each polyp a very long tentacle, which is occupied by very numerous tentilla. Each of the latter bears, at its end, a very large, partly red-coloured cnidoband. The double row of nectophores is seen from the dorsal side. The red stem glimmers between them. The corona of palpacles move above the cluster of the tentacles.

Plate IV.
PHYSOPHORA.

Cnidobands of the larvae and the mature animal.

Fig. 27. The (single) tentacle of the larva of *Physophora magnifica* (from the twenty-fifth day). Its tentilla bear very peculiar, cushion-shaped cnidobands, which enclose 1-10 large ellipsoidal nematocysts, from the surface of which there are two processes: finger-shaped appendages containing an orange-speckled spot in the blunt tip, and very delicate stiff bristles.

Fig. 28. Tentilla, together with the cnidobands, from an adult *Physophora magnifica* (Fig. 26). A. A piece of the primary tentacle. B. The thin proximal half of the tentillum. C. The inflated distal half of this, on which the position of the circular is very distinct between the endoderm and the ectoderm. The characteristic pigmentation of the species is to be observed on the cnidoband. The distal tip is dark red-pigmented, and on the proximal part of the cnidoband there is a dark red-coloured eye spot on both sides (right and left). The meaning of the letters is the same as in Fig. 29.

Fig. 29. Cnidoband of an adult *Physophora magnifica*. C. Distal part of the tentillum. D. The outermost covering of the cnidoband. E. External cavity (between the outermost envelope and the large-celled envelope). F. Large-celled envelope composed of very large, hyaline, polyhedral cells (very similar to those of the yolk); these cells do not form a simple epithelium-like layer, but a solid mass which fills the entire space between E and G. G. Thick hyaline cartilaginous sheath. H. Central cavity enclosing the string of nematocysts. I. Solid strand (obliterated canal), which runs from the distal end of the central cavity to the proximal end of the tethered cord. K. String of nematocysts, put together in four spiral turns. L. Strong elastic bands, running along the inner surface of the cnidoband. M. Proximal end of the string of nematocysts, with two rows of very large nematocyst. N. Distal end of the string, where it comes out of the involucral envelope.

Plate V.
PHYSOPHORA.
Varieties and monstrosities of the larvae.

Fig. 30. Monstrous *Physophora* Larva of the twenty-second day, from the dorsal side; Bract (b) rudimentary; Polyp well developed with tentacle; Air sac (a)

hypertrophied, filled with an excessively large air-bubble, and dilated to the half-circumference of the polyp.

Fig. 31. Monstrous *Physophora* larva, from the twenty-fourth day, from the dorsal side. Bract (b) degenerated into dome-shaped form, with atrophied ventral part, and with hypertrophic canal. Polyp well developed with a tentacle, as well as the palpon (t). Air sac (a) hypertrophied, excessively dilated by a colossal air bubbler (u). At the oral pole of the air sac there is still the remainder of the nutritive yolk (d).

Fig. 32. Monstrous *Physophora* larva from the fifteenth day, from the left side. Bract (b) is degenerated, almost two-lobed; its canal is abnormally dilated and divided into four branches (radial canals of the rudimentary medusa?). Air sac (a) atrophied, not constricted from the primary cavity, and in open communication with the gastrovascular apparatus, and to the fluid of the air bag a fully pneumatocyst (u).

Fig. 33. Monstrous *Physophora* larva of the twentieth day. Bract (b) slender bell-shaped, hypertrophied, with two canals. Polyp (p) is completely hidden in the canopy of the bract. Whole larva is very medusa-like.

Fig. 34. Monstrous *Physophora* larva of the twenty-first day. Bract (b) hypertrophied, two-lobed, with dorsal and ventral median slit, and with two canals. Air sac (a) constrict, but without air development. A collapsed pneumatocyst (u) in the fluid of the air sac cavity. Polyp (p) together with the tentacle (f) and the palpons (t) are hidden in the canopy of the bract.

Plate VI.
CRYSTALL0DES.

Larva from the first to the sixth day.

.ig. 35. A mature fertilized egg. The macula is visible in the large germ-vesicle, and the germ-point is visible in the macula.

Fig. 36. Larva of the second day, after completion of segmentation. The aqueous polyhedral cells, which have emerged from the segmentation, perform amoeboid movements.

Fig. 37. Larva from the beginning of the third day. The globular larva have been covered with cilia, and a threefold layer of cells has formed at one part of the surface (on the *area germinativa*). The primary cavity (z) has formed between the two inner layers (lamellae of the endoderm) by the accumulation of fluid.

Fig. 38. Larva from the end of the third day. The primary cavity is separated into a distal cavity (ac) and a proximal bracteal cavity (bc). Between the ectoderm (e) and the endoderm (i) the mesogloea of the aboral bract is secreted (g).

Fig. 39. Larva from the beginning of the fourth day, seen from the dorsal side. The aboral bract (b) rises off the yolk (d) in a cap-shaped manner. From the rest of the primary cavity, between the cavity of the bract (bc) and the air sac (ac), the polyp emerges as a blind sac (pc), which is covered by the endoderm (i) and ectoderm (e).

Fig. 40. Larva from the end of the fourth day. from the right side. The nutritional cavity of the bract (bc), the polyp (pc) and the air sac (ac) open into the central cavity (cc).

Fig. 41. Larva of the fifth day. from the right side. From the ventral side of the polyp base, between this and the bract, a new bud (g) emerges.

Fig. 42. Larva of the fifth day, seen from the dorsal side. The air sac (a) is to the left, the bud (g) to the right of the polyp (p).

Fig. 43. Larva of the sixth day, from the right side. The air sac (*a*) is completely constricted from the primitive cavity. A second bud emerges from the polyp base next to the first.

Plate VII.
CRYSTALLODES.
Larva from the seventh to twelfth day.

Fig. 44. Larva of the seventh day, from the right side. The second or ventral bract (*b2*) begins to advance on the ventral side. The first air bubble has been developed in the air sac (*a*).

Fig. 45. Larvae of the seventh day seen from the aboral or proximal side (from above). The polyp (*p*) and palpon (*t*) lie more on the right, the tentacle (*f*) on the left side.

Fig. 46. Larvae of the seventh day, from the dorsal side, and somewhat from the right side. The ventral bract (*b2*) shimmers through the yolk.

Fig. 47. Larvae of the eighth day, from the right side. The second bract (*b2*) is fully developed.

Fig. 48. Larva of the eighth day, from the dorsal side. On the left the second palpon (*t2*) protrudes.

Fig. 49. Larva from the tenth day, from the right side. The two lateral bracts, the right (*b3*) and the left (*b4*) are developed. The tentacle (*f*) has formed the cnidoband.

Fig. 50. Aboral (first) bract of a larva of the twelfth day (Fig. 54) from the right side.

Fig. 51. Ventral (second) bract of the same larva on the twelfth day, from the right side.

Fig. 52. Right (third) bract of the same larva on the twelfth day, from the right side, with two rudimentary tentacle buds (*r*).

Fig. 53. Left (fourth) bract of the same larva on the twelfth day, from the right side, also with two tentacle rudiments (*r*).

Fig. 54. The same larva of the twelfth day, of which the four bracts are shown isolated in Fig. 50-53. The yolk cavity (*dc*) has been formed.

Plate VIII.
CRYSTALLODES.
Larva from the fifteenth, eighteenth, and twenty-first days.

Fig. 55. Larva of the fifteenth day, seen from the dorsal side. The larva consists of four bracts (*b1-b4*), the polyp (*p*) and the tentacle (*f*), two palpons (*t1, t2*) and the yolk (*d*) together with the air sac (*a*). The tentacle has three cnidobands.

Fig. 56. Larva of the eighteenth day, seen from the ventral side, consisting of the same parts. The tentacle (*f*) has cnidobands.

Fig. 57. Larva of the fifty-first day, seen from the dorsal side, composed of the same parts. In addition, the buds of the two ventro-lateral bracts (*b3, b4*) and the nectophores (*n*) are visible on the ventral side of the air sac (*a*). The tentacle (*f*) has fourteen cnidobands.

Plate IX.
CRYSTALLODES.
Larvae and larval parts.

Fig. 58. The body of a larva on the twentieth day, after the removal of the four enclosing bracts, from the right side (and at the same time those from the dorsal side). The tentacle (*f*) has been torn off. In addition to the air chamber, the two palpons (*t1*, *t2*) and the buds of the two ventro-lateral bracts (*b5*, *b6*) are visible.

Fig. 59. The body of a larva on the twenty-second day, after removal of the four bracts, seen from the aboral side (from above). The cross-sectional views of the polyp (*p*) and the two palpons (*t1*, *t2*) appear almost circular. On the ventral side of the air chamber the bud group (*g*) of the nectophores is visible.

Fig. 60. Larva on the twenty-seventh day, seen from the left side. (Oldest observed larva). The larva consist of the air chamber (*l*), below, on the ventral side, the row of nectophores (*n*), the yolk residue (*d*), the larval polyp (*p*) with its tentacle (*f*), the two palpons (*t1*, *t2*) and four developed wedge-shaped bracts (the two lateral and the two ventro-lateral). The aboral and anterior covers have fallen off, but two new covers are visible.

Fig. 61. Air sac (*a*) of a larva on the twentieth day, without air development. The collapsed pneumatocyst (*u*) lies in the fluid-filled cavity (*ac*) of the air sac.

Fig. 62. Air sac (*a*) of a larva on the sixteenth day. The pneumatocyst, which contains the air-bubble (*uc*) in its upper, proximal part, shows very clearly an opening in its lower distal part, which opens into the air sac (*ac*). filled with liquid

Fig. 63. The collapsed pneumatocyst of an isolated larva, similar to the collapsed taffeta-wall of an air balloon.

Fig. 64. Bud of a ventro-lateral bract (*b5*) of a larva on the eighteenth day. The canal (*b5*) sends two vestigial branches to two rudimentary tentacle knobs (*r*).

Plate X.
CRYSTALLODES.

Completely developed animal (largest specimen) of *Crystallodes rigidum*, and parts thereof.

65. *Crystallodes rigidum*, at twice natural size, seen from the dorsal side. The nectosome (the upper, proximal trunk half) shows the six dorsal nectophores, in the middle of each of which the circular mouth of its nectosac is visible. The pneumatophore (red-coloured at the top) is drawn in and conceals the uppermost (ventral) nectophore buds. The nine individual cormidia are only slightly visible on the siphosome (the lower, distal trunk), since they are situated on the trunk side, which is on the opposite side from the observer. The red dots are the cnidobands. The nine tentacles hang down at rest.

Fig. 66. *Crystallodes rigidum*, seen at twice natural size, as seen from the right side. The nectosome is visible in its entire width and shows both the dorsal and the ventral nectophore rows. The air chamber is stretched out above the nectosome and its air sac contains two air bubbles, one on top of the other. The nine cormidal groups are situated one after the other in a (ventral) row on the siphosome. Each group shows a polyp, with its tentacle, and two palpons, as well as the two sexual bells.

Fig. 67. Two perfectly formed nectophores of *Crystallodes rigidum*, an anterior and a dorsal. Both show a deep incision on the aboral side and intersect with the two wedge-shaped axial wings, so as to form a hollow between them [hydroecium!!], through which the canal of the stem passes. From the latter a canal is sent out to each nectophore that, in the depth of the incision, penetrates the mesogloea and divides into four canals (radial canals) at the base of the nectosac. While the

dorsal and ventral canals run straight to the mouth of the nectophores, the right and left canals form a double loop on each side. All four canals are united by a circular canal at the mouth of the nectosac.

Fig. 68. A wedge-shaped bract with a canal and with four facets on the thickened peripheral surface.

Fig. 69. A wedge-shaped cover piece with a nutrient canal and with four cut-outs on the thickened peripheral surface.

Fig. 70. A prismatic bract without a canal, with six facets.

Fig. 71. A prismatic bract without a nutrient canal, with eight facets.

Fig. 72. A mature cnidoband of *Crystallodes rigidum*. The strand of nematocysts, covered with purple pigment patches, is surrounded by a bell-shaped mantle (involutrum), and within it produces three spiral windings. Between the two terminal filaments, a sac full of fluid.

Plate XI.

CRYSTALL0DES.

Larvae of *Crystallodes*, augmented by artificial division.

Figs. 73 and 74. The two halves of a bisected *Crystallodes* larva, from the second day, immediately after the division. The concave side of the curved larval halves corresponds to the cut surface.

Figs. 75 and 76. The same larval halves, after a few hours, spherically contracted. Fig. 75 is the smaller half, shown in Fig. 73. Fig. 76 is the larger, shown in Fig. 74. The polyhedral hyaline cells exhibit the same amoeboid motions on the surface of the globular larvae as on injured larvae (Fig. 36, Plate VI).

Figs. 77, 78, 79. Three parts, which have been produced by artificially splitting into three of a larva from the second day, on the eighth day after the division. The smallest part (Fig. 77) has merely developed an air sac. The middle part (Fig. 78) has developed an air sac, two yolk-sacs, and two buds. The largest part (Fig. 79) has developed a fairly normal larva with an air sac (*a*), polyp (*p*), several buds (*g*), and two bracts (the aboral, *b1*, and the ventral, *b2*).

Figs. 80, 81, 82, 88. Four parts, produced by artificial division of a larva from the second day, on the eighth day after the division. The first (smallest) part (Fig. 80) forms a ciliated sphere, composed of similar cells, which only shows a kind of *area germinativa* in one place. The second part (Fig. 81) has an air sac (*a*) with air bubble (*uv*) and a yolk cavity (*dc*) developed. The third part (Fig. 82) shows an incomplete air sac (*a*), with its cavity containing a pneumatocyst (*u*), but no air bubbles. The fourth (largest) part (Fig. 88) has developed a fairly normal larva, with an (aboral) bract (*b1*), an air sc (*a*) with an air bubble, a palpon (*t*) and a polyp (*p*).

Plate XIL

CRYSTALL0DES.

Varieties and monstrosities of *Crystallodes* larvae.

Fig. 84. Monstrous larva of the eighth day, seen from the right side; with a hypertrophied aboral bract (*b1*), whose nutrient canal (*bc*) sends out a ventral and a dorsal branch. Air sac (*a*) with two air bubbles.

Fig. 85. Monstrous larva of the eleventh day, seen from the dorsal side. The air sac (*a*) is hypertrophically expanded by a colossal ellipsoid air bubble. Only a dome-shaped

(aboral) bract (*b1*) has been developed. The yolk (*d*) shows a conical yolk cavity (*dc*) on the lateral side and is formed here similar to the stalk of a polyp.

Fig. 86. Monstrous larva of the ninth day, viewed from the dorsal side, with hypertrophic air sac (*a*), extended by a colossal air-bubble. On the ventral side of the latter are a number of buds (*g*), a palpon (*t*) and a polyp (*p*). Both the aboral (*b1*) and the ventral (*b2*) bracts are developed, but both are somewhat monstrous.

Fig. 87. Monstrosity, from the tenth day, seen from the right side. The aboral bract (*b1*) is hypertrophically dome-shaped. The ventral cover is missing. The yolk (*d*) shows a large yolk cavity (*dc*).

88. Monstrous larva of the twelfth day, seen from the right side. The ventral cover (*b2*) is hypertrophied, especially in its upper horizontal plate. The aboral nectophore (*b1*) is thereby pushed to the dorsal side, and the canal (*bc1*), instead of running toward the ventral side, runs in the reverse direction towards the dorsal side. In addition to the two, four more bracts are developed, the two lateral (*b3, b4*) and the two ventro-laterals (*b5, b6*)

Plate XIII.
CRYSTALLODES.
Varieties and Monstrosities of *Crystallodes* Larvae.

Fig. 89. Monstrous larva of the seventeenth day, seen from the dorsal side, and at the same time somewhat from the left side. Only two bract, aboral (*b1*) and ventral (*b2*) have been developed. The monstrous ventral canopy has four rudimentary tentacular knobs [presumably the group of nematocysts] (*x*). The atrophied air bag (*a*) contains no air bubble, but the folded pneumatocyst (*u*) is present. The polyp (*p*) is very much developed, with gastric villi. The yolk (*d*) is still quite large and solid, and carries a tuft of buds (*g*).

Fig. 90. Monstrous larva of the twenty-second day, depicted in Fig. 89 very similar, also seen from the dorsal and the left side. Only the two first bracts are formed, aboral (*b1*) and ventral ones (*b2*), Both of which bear two rudimentary tentacular knobs. The yolk has disappeared (to the proximal stem or stem of the air chamber?). At the base of the highly developed polyp (*p*), the tentacle (*f*), the palpon (*t*) and a bud group (*g*) are located

Fig. 91. Monstrous larva from the eleventh day, seen from the right side. The aboral (*b1*) and the two lateral bracts (*b3, b4*) are present; the ventral is missing. The atrophied air bag contains a collapsed pneumatocyst (*u*). The polyp (*p*) and the palpon (*t*) are quite rudimentary. Instead, the yolk (*d*) is developed similar to polyp, in that its distal (lower) end has the same shape as a polyp proboscis, and its yolk cavity (*dc*) opens through a mouth (?).

Fig. 92. Monstrous larva from the tenth day, seen from the left side. There are only four completely monstrous bracts (2 lateral and 2 ventro-laterals?). The air sac (*a*) is large, but filled with liquid. At its distal end, the solid small remainder of the yolk (*d*), the polyp (*p*) and the tentacle (*f*), the palpon (*t*), and a bud group (*g*).

Plate XIV.
ATHORYBJA.

Larvae from second to seventh day.

93. Larva of the second day, pallid, composed of homogeneous, membranous, hyaline, nucleus-containing cells (the blastomeres) showing amoeboid movements.

Fig. 94. Larva from the third day. The primitive cavity (z) is constituted by the endoderm (i) and the ectoderm (e).

Fig. 95. Larvae of the fourth day, from the dorsal side. The central cavity (ce), the remainder of the primary cavity, sends off the three canals to the aboral bract (b1), the air sac (ac), and the polyp cavity (pc). The yolk (d) is strongly laterally compressed.

Fig. 96. The same larvae from the fourth day, from the right side. The polyp (p) appears between the bract (b1) and the yolk (d).

Fig. 97. Larva of the sixth day, from the dorsal side. The air sac (a) is constricted off, three new buds are formed.

Fig. 98. The same larva on the sixth day, from the right side. The three buds of the ventral bract (b2); of the palpon (t) and of the tentacle (f) are clearly visible.

Fig. 99. Larva of the seventh day, from the dorsal side. The air sac (a) has developed an air bubble (uv). The larva now consist of the polyp (p), its tentacle (f), the palpon (t), two buds (g), the yolk (d) with the air sac (a) and two bracts, the aboral (b1) and the ventral (b2).

Fig. 100. The same larva on the seventh day, from the right side.