

**Zeitschrift  
für  
WISSENSCHAFTLICHE ZOOLOGIE**

herausgegeben

von

**Carl Theodor v. Siebold,**

Professor an der Universität zu München,

und

**Albert Kölliker,**

Professor an der Universität zu Würzburg.



**Zwölfter Band.**

Mit 48 Kupfertafeln.

---

**LEIPZIG.**

Verlag von Wilhelm Engelmann.

1863.

# Neue Beobachtungen über die Structur und Entwicklung der Siphonophoren.

Von

Prof. Dr. C. Claus in Würzburg.

## Hierzu Taf. XLVI—XLVIII.

Die contractilen, schwimmenden Stöcke polypoider und medusoider Coelenteraten, welche als Siphonophoren, Röhrenquallen oder Schwimmpolypen bekannt sind und von Leuckart zu einer selbstständigen Ordnung den Hydroiden und Acalephen gegenüber erhoben wurden, sind in neuerer Zeit so vielfach zum Gegenstand genauer und sorgfältiger Untersuchungen gemacht worden, dass man fast das Thema für erschöpft halten sollte. Allerdings fehlt auf diesem Gebiete die Aussicht zu grössern Entdeckungen, indess sind unsere Kenntnisse doch keineswegs so vollständig abgeschlossen, dass wir nicht nach einzelnen Richtungen hin, z. B. der Structur und der Entwicklung, noch neue und wesentliche Bereicherungen zu erwarten hätten.

Leider kann ich nicht sagen, dass mir ein reiches Beobachtungsmaterial während der Monate October, November und December (1861) in Messina zu Gebote stand. So sehr auch die Meerenge von Faro und der Hafen von Messina von fast allen Zoologen wegen ihres Reichthums an Schwimmpolypen gepriesen worden sind, fand ich zu jener Zeit doch nur Stephanomien und Diphyiden in grösserer Menge, während andere Siphonophoren, wie Vogtia, Praya, Agalma, Apolemia, selten und vereinzelt auftraten, die schönsten Formen aber, wie Physophora und die zur Untersuchung so sehr ersehnten Rhizophysa und Athorybia vollständig vermisst wurden. Indess darf man nicht vergessen, dass das Erscheinen dieser zarten Seethiere an der Oberfläche des Meeres ein periodisches ist, geknüpft nicht nur an die vollständige Ruhe des Meeres und der Atmosphäre, sondern noch an Bedingungen unbekannter Natur, deren Grund wir in der Tiefe des Meeres zu suchen haben, sodass selbst bei spiegelglattem See, beim Mangel auch des leisesten Luftzuges die Oberfläche todt und verlassen bleibt. Zu jener Zeit waren eben nicht

nur die Siphonophoren, sondern alle grössern glashellen Meeresthiere wie ausgestorben, man wird es mir kaum glauben wollen, dass ich weder einen grössern Heteropoden, noch eine der schönen grossen Salpenarten, die mir von Nizza her und aus den einheimischen Sammlungen wohlbekannt waren, trotz täglicher oft mehrstündiger Ausfahrten antreffen konnte.

### 1. *Apolemia uvaria* Les.

*Stephanomia uvaria* *Lesueur*. (Journal phys. 1813.)

*Apolemia uvaria* *Eschscholtz*. (System der Acalephen. 1829.)

*Physophora ulophylla* *Costa*. (Fauna del Regno di Napoli. 1835.)

*Apolemia uvaria* *Kölliker*. (Die Schwimmpolypen von Messina. 1853.)

*Apolemia uvaria* *Leuckart*. (Zoologische Untersuchungen. 1. Heft. 1853.)

*Apolemia uvaria* *Gegenbaur*. (Beiträge zur näheren Kenntniss der Siphonophoren. 1854.)

*Apolemia uvaria* *Leuckart*. (Zur näheren Kenntniss der Siphonophoren von Nizza. 1854.)

*Agalma punctata* *Vogt*. (Recherches sur les animaux inférieures de la Méditerranée I. mém. 1854.)

Gattungscharaktere: Physophoride mit sehr langer Leibesachse, zweizeiliger Schwimmsäule und Tastern zwischen den grossen Schwimmstücken. Unterhalb der Schwimmsäule bilden die Anhänge gleichartige, federbuschähnliche Individuengruppen, welche in weiten Zwischenräumen unmittelbar der Leibesachse aufsitzen. Die Taster sind dick und keulenförmig gekrümmmt, die Geschlechtsknospen wie bei den Diphyiden diöcisch vertheilt. Die Individuengruppen lösen sich einzeln, ähnlich den Eudoxien, oder in grösserer Anzahl als Bruchstücke des Stammes vom Stocke los und können einige Zeit selbstständig existiren.

Nur wenige Beobachter haben bisher unversehrte Apolemienstücke angetroffen, noch Niemand aber scheint dieselben im ausgebildeten, mit Geschlechtsknospen<sup>1)</sup> versehenen Zustande näher untersucht zu haben. *Lesueur*, der erste Beobachter, gab eine und wie es scheint gute Abbildung des ganzen Stockes. *Eschscholtz* fand auf der Fahrt von den Azoren nach der englischen Küste nur Bruchstücke des Stammes, *Kölliker* dagegen in Messina nur die abgerissene Schwimmsäule, während *Vogt* und *Leuckart* in Nizza jeder nur ein einziges unversehrtes Exemplar erhielten, an dem sie keine Geschlechtsorgane wahrnehmen konnten. Endlich beobachtete *Gegenbaur* in Messina zwar mehrere ziemlich vollständige Colonien, aber alle ohne Spuren von Geschlechtsorganen. Nur *Leuckart*<sup>2)</sup>

1) *Keferstein* und *Ehlers* scheinen die Apolemia bei Neapel und Messina in Stücken von 5—7 Fuss Grösse ziemlich häufig beobachtet, aber nicht näher, namentlich auf die Geschlechtsverhältnisse, untersucht zu haben.

2) Die wahrscheinlich *Lesueur* entlehnte Bemerkung *Kölliker's*, »die Eierstücke scheinen traubig zu sein, die Hoden einfach blasig«, lassen mich die Vermuthung schöpfen, dass *Lesueur*, dessen Arbeit mir leider nicht zugängig ist, die Geschlechtsorgane beobachtet hat.

wies an einigen isolirt aufgefischten Bruchstücken wohl ausgebildete weibliche Geschlechtsknospen nach und schloss daraus, dass die Geschlechtsverhältnisse bei Apolemia im Wesentlichen dieselben sind, als bei den übrigen Physophoriden. Wir werden uns später davon überzeugen, dass diese Behauptung nicht gerechtfertigt ist, dass sich vielmehr die Apolemia uvaria allen bekannten Physophoriden gegenüber als diöcisch den Diphyiden anschliesst, mit denen sie auch in der Vertheilung der Individuengruppen am Stamm, ferner in der Trennung von Bruchstücken des Stammes zur selbstständigen Locomotion und Ernährung übereinstimmt.

Unsere Apolemia gehört unstreitig zu den grössten bisher bekannten Physophoriden und erreicht im geschlechtsreifen Zustande bei Streckung der engen rechtsgewundenen Spirale des Stammes mindestens eine Länge von 7—8 Fuss. Von diesem Umfange wenigstens schätze ich die drei Apolemien, welche ich in zwei weiblichen und einem männlichen Exemplare dicht vor dem Hafen von Messina kurz nacheinander zu beobachten Gelegenheit hatte. Uebertrifft die Apolemia an Umfang und Grösse alle ihre verwandten Physophoriden, so steht sie hinter ihnen an Schönheit und Pracht der Färbung bedeutend zurück, da durch die blassen gelbliche Grundfarbe des Stammes und der Anhänge weder die rothen Pigmente der Leberzellen, noch die rothbraunen Tentakeln wesentlich hervortreten. Die intensiven Pigmente der Nesselknöpfe, welchen die Siphonophoren vorzugsweise ihre specifische Färbung verdanken, fallen hier im Zusammenhang mit der einfachen Form der Fangfäden aus, an denen secundäre Seitensäden mit Nesselknöpfen vollständig fehlen. Wenn C. Vogt jedem Individuenbüschel einen besonders langen Fangfaden zuschreibt und diesen mit zahlreichen rothen Nesselknöpfen ausstattet, so giebt er offenbar einen Zusatz, der zwar zur Hebung und Verschönerung des Bildes nützt, aber die Natur des Objectes entstellt. Die genaueste Beschreibung unserer Siphonophoren findet sich bei Leuckart und in Gegenbaur's Abhandlung, auf welche ich bezüglich der gesammten Gestalt des Stockes und der Vertheilung der Individuen verweise, nur das möchte ich an der letztern aussetzen, dass die Schwimmäule einerseits zu kurz und breit, andererseits zu unvollzählig dargestellt wird. Dagegen scheint mir Kölliker's Abbildung die allgemeine Form dieses Abschnittes besser wiederzugeben. Was ich im Nachfolgenden noch zum Gegenstand näherer Mittheilungen zu machen mir erlaube, bezieht sich vorzugsweise auf den feineren Bau des Stammes und die Histologie der einzelnen Anhänge.

Unter allen Theilen der Colonie zeichnet sich der Stamm, welcher ebenso wie bei Physophora, Forskalia etc. eine rechtsgewundene (im Sinne der Technik) Spirale bildet, durch den hohen Grad der Contractilität und dieser entsprechend durch die reiche Entwicklung von Muskelfasern aus. Indess ist es keine ganz leichte Aufgabe, von der Verthei-

lung und dem Verlaufe derselben, überhaupt von der genauern Structur des Stammes eine richtige Vorstellung zu erhalten, und ich muss Einiges an meiner früheren Darstellung von dem histologischen Baue der Physophora berichtigen. Wir unterscheiden zunächst eine oberflächliche Epithelialschicht, deren Zellen häufig glänzende Körper, unausgebildete Nesselkapseln, zur Entwicklung bringen und durch zarte und lange Ausläufer zugleich ein regelmässiges Stratum von schmalen Ringfasern entstehen lassen. Auf diese wahrscheinlich muskulöse äussere Faser- schicht folgt eine bei weitem umfangreichere Gewebslage, welcher der Stamm vorzugsweise seine Contractilität und spiralige Drehung verdankt. Dieselbe besteht aus dünnen langen Platten, welche, ähnlich wie die Scheidewände im Gastrovascularapparate der Anthozoen, strahlenartig von der äussern Peripherie nach dem Centrum verlaufen. Auf dem Längsschnitte, durch welchen die schmale Kante der Platten in ihrer gesamten Länge sichtbar wird, erhält man das Bild von longitudinalen Bändern, auf dem Querschnitte des Stammes dagegen kommen die Durchschnitte der Platten senkrecht zu ihrer Längsachse als radiäre, dicht gestellte Bänder von derselben Breite zur Anschauung (Taf. XLVI, Fig. 1). Auf dem letzten überzeugt man sich, dass die Platten nach dem Centralcanale zu in eine hyaline streifige Substanz von ziemlich ansehnlicher Dicke übergehn, welche gleichsam das innere Rohr des cylindrischen Stammes bildet; dieselbe strahlt zugleich durch peripherische Ausläufer in die einzelnen Platten hinein, welche zu beiden Seiten ihres hyalinen Achsentheiles zahlreiche longitudinale Fasern und Faserzellen entwickeln. Bei genauerer und sorgfältiger Untersuchung des Querschnittes bieten die strahligen Durchschnitte der Platten ein federförmig gereiftes Ge- füge, indem von ihrer hyalinen Innenlage nach beiden Seiten Fasern mit zellähnlichen Verdickungen, ähnlich wie vom Schafte der Feder die seitlichen Strahlen sich erheben. Diese Fasern, welche in schiefem und longitudinalem Verlaufe fast die ganze Dicke des Stammes durchziehen, sind die Muskeln, das hyaline Achsenrohr und seine Ausläufer, welche septumähnlich zwischen die Längsfasern drängen und diesen die Insertion möglich machen, das Skelet des Stammes. Auf das hyaline Achsenrohr folgt endlich eine Schicht breiter Ringfasern und die innere epithiale Auskleidung des Centralcanals.

Indess sind diese Schichten nicht ganz gleichmässig radiär an der Röhre des Stammes vertheilt, sie zeigen vielmehr symmetrische Unterbrechungen, welche uns berechtigen, neben dem Oben und Unten des Stammes eine vordere und hintere Seite zu unterscheiden.

Ich habe schon früher bei Physophora darauf hingewiesen, dass die Schwimmglocken der Siphonophoren alle an derselben Seite der Schwimmsäule knospen und dass es nur Drehungen des Achsentheiles sind, welche die zwei- oder vielzeilige Gruppierung der Locomotion verursacht. Das- selbe gilt auch von den Individuengruppen des Stammes unterhalb der

Schwimmsäule, welche bei Apolemia auf kurzen Aussackungen entspringen, von denen man sich an dem entblätterten Stämme überzeugt, dass sie in eine longitudinale Linie hineinfallen. Bei der Spirdrehung bleibt dieselbe auf der convexen Seite, welche wir deshalb als die vordere oder ventrale bezeichnen können. Untersucht man diese Seite etwas sorgfältiger unter scharfer Lupenvergrösserung, so beobachtet man an den Internodien, wie man nicht unpassend die nackten zollgrossen Stücke des Stammes bezeichnen kann, welche zwischen den knotenförmigen Ursprungsflächen der Individuengruppen liegen, einen von doppelten Contouren umgrenzten, hellen Längsstreifen, welcher sich nur unterbrochen durch die Insertionen der Anhänge über die ganze Länge des Stammes verfolgen lässt. Der vordern, wenn wir wollen ventralen Linie gegenüber verläuft über die concaven Biegungen des Stammes eine weniger in die Augen springende hintere (*dorsale*) Linie, welche sich auf einen einfachen Einschnitt der muskulösen Platten reducirt (Taf. XLVI, Fig. 1 β). Während die Natur der letztern als Längsspalte schon bei einfacher Präparation deutlich hervortritt, wird die der ventralen Linie erst auf Querschnitten mit Sicherheit nachgewiesen; man sieht dann, dass die muskulösen Faserplatten auseinander weichen und einen ansehnlichen, weit vorspringenden Fortsatz der hyalinen streifigen Lage zwischen sich einreten lassen (Taf. XLVI, Fig. 2), welcher die breiten und hellen Streifen der Linie bildet. Die beiden dunkeln Contouren aber, durch welche der letztere umgrenzt wird, sind der Ausdruck von zwei Falten und Verdickungen der Epithelialschicht. Wahrscheinlich sind es vorzugsweise diese Wucherungen der äussern Lage, sowie Theile des hyalinen streifigen Zapfens, welche an den Knoten bei der Sprossung von Anhangsgruppen verwendet werden. Auch bei den übrigen Physophoriden sprossen alle Individuen, an der Schwimmsäule sowohl, wie an dem eigentlichen Stämme einseitig an einer longitudinalen Kante, die sich bei *Physophora* und *Agalma* durch krausenartig gefaltete Erhebungen der äussern Wandung markirt. Bei *Forskalia* sind es zwei umfangreiche Längskrausen mit einer medianen Furche, die jedenfalls *Huxley* im Auge hat, wenn er die Bemerkung macht: »The transverse section of the filiform and tree-like coenosares is usually nearly circular, but in some Physophoridae (*Forskalia*) it is said to be reniform, from the presence of a deep longitudinal groove on one side.«

Was den feinen Bau der Taster anbelangt, welche als auffallend dünne und lange Fäden in grosser Anzahl an jeder Individuengruppe auftreten, so wiederholen sie im Allgemeinen die Structur, welche ich für *Physophora* beschrieben habe. Das äussere polygonale Epithel häuft sich an der Spitze zu einer knopfförmigen Verdickung an, die in reicher Menge Nesselkapseln einschliesst und dem vordern geschlossenen Ende des Tasters eine weissliche Färbung verleiht. Das Epithel der Taster ist

aber keineswegs eine Lage vollkommen gleichmässiger Zellen, die hier und da Nesselkapseln in sich zur Entwicklung bringen; man unterscheidet vielmehr kleinere dunklere Zellen mit anastomosirenden Fortsätzen und Ausläufern (Taf. XLVI, Fig. 4), und grössere von den erstern umschlossene polygonale Zellen, deren heller Inhalt nur durch sehr kleine braune Körnchen getrübt wird. In den erstern sieht man auf Zusatz von Essigsäure ovale Kerne auftreten, sie scheinen auch vorzugsweise die Träger der Flimmercilia zu sein. Nach innen folgt dann eine Schicht von Längsfasern, durch eine sehr dünne homogene Lage vom Epithel getrennt, hierauf eine Lage von Ringfasern und endlich das Innenparenchym, welches aus einem grossblasigen Zellgewebe besteht. In diesen grossen mit heller Flüssigkeit gefüllten Zellen, welche den untern Abschnitt des Tasters continuirlich auskleiden, liegen die Kerne, die man durch Essigsäure sehr deutlich machen kann, der starken und dicken Zellwandung unmittelbar an (Taf. XLVI, Fig. 5). Erst gegen die Mitte des Tasters beginnen die blasigen Zellen sich zu verändern, indem in ihrem hellen Inhalte je eine fettglänzende, kleine Concretion auftritt. Von hier aus aber nach der Spitze zu wird auch die Vertheilung der Zellen eine ungleichmässige, dieselben ziehen sich auf drei Längsstränge zusammen, von denen jeder unweit der Tasterspitze in einem ansehnlichen rothbraun pigmentirten Wulste endet. In dem äussersten blindgeschlossenen Ende des Tasters bildet das grossblasige Parenchym wiederum eine continuirliche Auskleidung. Auch die Zellen der Längsstränge besitzen ihre Eigenthümlichkeiten, sie sind mit Flimmerhaaren ausgestattet, unter welchen der zähe körnige, mit dem Zellkerne versehene Inhalt, von der hellen Zellflüssigkeit gesondert, der Wandung dicht anliegt (Taf. XLVI, Fig. 6). Nicht weit von der Spitze nehmen sie röthliche und braune Körnchen auf, die in noch reicherer Menge in den Zellen der drei Anschwellungen auftreten (Taf. XLVI, Fig. 7) und der Spitze des Tasters die schwache, röthlichbraune Pigmentirung verleihen. Diese Zellen aber sind auch fähig, in sich Nesselorgane zu erzeugen, ähnlich wie die Zellen der Leberwülste an den Saugröhren oder Polypen, mit denen die Taster nicht nur morphologisch, sondern auch in der Gestaltung des Innenparenchyms eine unverkennbare Aehnlichkeit haben. *Leuckart* bemerkt vielleicht nicht mit Unrecht, dass die blutroth gefärbten Enden der Taster von *Stephanomia* morphologisch dem eigentlichen Magenabschnitt der sogenannten Saugröhren entsprechen. Möglich, dass unsere Anhänge, deren Leistungen sich sicherlich nicht auf die des Tasters oder der Füllung ihrer Fangfäden beschränken, auch Hülfsorgane der Verdauung sind und eben in ihrer Spitze, in der man häufig gefärbte Körnchenballen unter den Schwingungen der Flimmerhaare rotiren sieht, diese Function ausüben.

An einer zweiten Form von Tastern, auf welche ebenfalls schon *Leuckart* aufmerksam gemacht hat, scheint es vorzugsweise die äussere

Epithelialbekleidung zu sein, welche die Function modifizirt. Diese Taster finden sich nur in zwei- oder dreifacher Zahl an jedem Büschel und unterscheiden sich von den ersteren durch ihre dunkel braunrothe Farbe, welche sie dem pigmentirten Zellinhalt des äussern Epithels verdanken. Das letztere aber zeichnet sich vorzugsweise durch den Reichthum von glänzenden Kugeln und runden Nesselkapseln aus, von denen die gesamte Oberfläche dicht besät ist. Bei einer solchen Structur kann es wohl kaum zweifelhaft sein, dass den braunrothen Tastern zugleich die Bedeutung von Nesselbatterien zugeschrieben werden muss, zumal die eigenthümlichen Nesselknöpfe vollkommen fehlen; auch die reiche Anhäufung von Nesselkapseln auf der Oberfläche der Schwimm-glocken und Deckstücke, welche die punktirte, weisslich gefleckte Zeichnung dieser Anhänge bedingt, scheint auf einen Ersatz für die einfachere Bewaffnung der Fangfäden hinzudeuten.

Die Polypen oder Magensäcke treten in weit geringerer Zahl als die Taster an jedem Individuenbüschel auf, gewöhnlich sind es nur zwei bis drei ausgebildete Polypen, unter denen sich einer meist durch seine bedeutendere Grösse auszeichnet und einige wenige sehr kleine, noch in der Entwicklung begriffene Anhänge dieser Art. In ihrer Structur schliessen sich dieselben den Tastern an, indem sie ein äusseres bewimpertes Epithel, eine zarte homogene Zwischenlage, die beiden Muskel-schichten und das innere grosszellige Parenchym besitzen. Eigenthümlich erscheint die Kürze ihres Basalstückes, dessen helle, grossblasige Zellen an die untere Hälfte der Taster erinnert. Auch der mittlere aufgetriebene Abschnitt mit seinen, gefärbten Leberwülsten bleibt kurz, während der Rüssel bei weitem den grössten Umfang erreicht und an seiner Mündung, ähnlich der Tasterspitze, durch eine reiche Entwicklung von Nesselkap-seln des Epithels eine weissliche Färbung erhält. Wie Gegenbaur schon hervorgehoben hat, laufen an der Aussenseite des Polypen sechs Längs-kanten herab, oder richtiger die Form namentlich des langgestreckten Rüssels ist nicht die eines einfachen Cylinders, sondern einer sechsseiti-gen Säule mit allerdings stark abgerundeten Kanten. Auch die Verthei-lung der innern grossblasigen Zellen entspricht der äussern Form, indem an jeder Fläche zwei weit in das Innere vorspringende Längsstreifen nach den gefärbten Leberwülsten verlaufen, welche ebenso wie die ge-färbten Wülste an der Tasterspitze Nesselkapseln oft in beträchtlicher Menge in sich einschliessen. An den Längsstreifen, deren Zahl wenigstens an den ausgebildeten Polypen nicht 6, sondern 12 beträgt, erscheinen die Zellen radiär um eine gemeinsame Längsachse wie um eine Rhachis gruppiert.

Die Nesselorgane sind übrigens noch weit zahlreicher und manich-fältiger, als aus den Beobachtungen Gegenbaur's, der nur zwei verschie-dene Formen, eine runde und eine ovale näher beschrieben hat, hervor-geht. Ich unterscheide mindestens folgende fünf verschiedene Arten,

welche nicht etwa beliebig von der Oberfläche eines jeden Anhanges producirt werden, sondern ihre ganz bestimmte charakteristische Vertheilung haben. 1) Die kleine kuglige Kapsel (Taf. XLVI, Fig. 8 b) mit glockenförmigem Aufsatz und sehr kurzer nadelförmiger Spitze von circa  $0,007-0,008\text{ mm}$  Durchmesser findet sich an der Oberfläche der kleinen Taster und an der Mundöffnung der Polypen. 2) Die grosse kuglige Kapsel von circa  $0,042-0,044\text{ mm}$  Durchmesser setzt sich unmittelbar ohne Zwischenstück in einen langen, spiraling umwickelten Faden fort, welcher im Innern der Kapsel spiraling zusammengerollt liegt (Taf. XLVI, Fig. 8 a). Diese Nesselorgane besetzen in kleinen Häufchen die Oberfläche der Schwimmlocken und Deckstücke und erzeugen die weisslichen Flecken dieser Anhänge, ferner bilden sie die dichte Bewaffnung der rothbraunen Taster. 3) Die ovale Nesselkapsel mit zwiefach geknöpftem einfachen Nesselfaden. Diese erreicht ungefähr eine Breite von  $0,012\text{ mm}$  bei einer Länge von  $0,02\text{ mm}$  und verbreitet sich über die Oberfläche der Fangfäden (Taf. XLVI, Fig. 8 c). 4) Die länglich elliptische Kapsel von circa  $0,044\text{ mm}$  Breite und  $0,023\text{ mm}$  Länge. Ihr Nesselkaden ist einfach, wird aber von einem cylindrischen, mit Spiralwindungen umzogenen Stiel getragen. Diese bildet vorzugsweise die Bewaffnung der Tasterspitze und scheint von Gegenbaur mit der unter 3) betrachteten für identisch gehalten zu sein, da er die Bemerkung macht, dass Taster und Fangfaden gleichartige Nesselorgane besässen. 5) Die birnförmige grosse Kapsel, deren Querdurchmesser  $0,048-0,02\text{ mm}$  gross ist, während der Längsdurchmesser ungefähr  $0,022\text{ mm}$  erreicht, entwickelt einen einfachen Nesselkaden auf einem langen zapfenförmigen Stiele, der mit langen quergestellten Spitzen besetzt ist, unter einem Deckel hervorspringt. Dieselbe gehört wiederum der Tasterspitze an. (Taf. XLIV, Fig. 8 e.)

Was für die Sprengung der Kapsel von Bedeutung erscheinen möchte, ist das häufige Auftreten eines spitzen Fortsatzes an der Nesselzelle, welcher über die Oberfläche des Epithels hervorragt. Diese kurzen nadelförmigen Ausläufer finden sich constant an den Nesselzellen des Angelbandes (Taf. XLVI, Fig. 9) in ganz ähnlicher Form, wie man sie täglich an dem gemeinen Süßwasserpolypen beobachten kann. Von viel bedeutenderer fadenartiger Länge sind dieselben an den Nesselknöpfen junger Physophoriden, worauf ich später zurückkommen werde.

Ueber die Geschlechtsorgane der Apolemia haben wir bisher nur von Leuckart Mittheilungen erhalten, welcher an isolirt schwimmenden Bruchstücken des Stammes weibliche Anhänge beobachtete. Wie Leuckart sehr richtig beschreibt, sind diese zwischen den Tastern in Träubchen gruppirt, jedoch nicht zum Theil, sondern durchweg an der Basis besonderer verkümmter Taster befestigt. Die einzelnen Knospen, welche kurz gestielten Beeren ähnlich einem gemeinsamen Achsentheile aufsitzen, enthalten nur ein einziges mit Keimbläschen und Keimfleck versehenes Ei (Taf. XLVI, Fig. 14) und in den Wandungen einen vielfach

ramificirten Gefässapparat des Mantels (Taf. XLVI, Fig. 15). Ganz ebenso finden sich auch die männlichen Geschlechtsknospen als Träubchen an der Basis besonderer kleiner Taster zwischen den Deckstücken und grössern Tentakeln, aber keineswegs mit den weiblichen Anhängen alternirend, sondern, wie ich mich an zahlreichen Bruchstücken und an vollständigen geschlechtsreifen Ketten überzeugen konnte, an besondern, der weiblichen Geschlechtsorgane entbehrenden Ketten. Nicht nur an einem jeden Individuenbüschel, sondern an allen Individuenbüscheln derselben Kette entwickeln sich gleichartige Geschlechtsknospen mit gleichartigem Inhalte. Die Apolemia uvaria ist also eine diöcische Physophoride.

Die morphologische Uebereinstimmung der Geschlechtsknospen und Schwimmglocken habe ich schon früher nicht nur durch die gleichmässige Art der Sprossung am Stämme, sondern auch durch die Analogie der Gewebsschichten nachzuweisen versucht, *Keferstein* und *Ehlers* haben inzwischen für die Geschlechtsknospen eine Entwicklung behauptet, welche von meinen früheren Angaben wesentlich abweicht. Nach ihnen soll, ähnlich wie bei Medusenknospen von *Cytaeis pusilla*, der centrale, mit Geschlechtsstoffen gefüllte Knöpfel erst nach vollständiger Verflüssigung des Knospenkernes im Grunde des Schwimmsackes hervorsprossen; ich muss indess wenigstens diese Angaben für die Siphonophoren als irrthümlich zurückweisen. Der Knöpfel kommt nicht etwa erst hervor, wenn der Knospenkern zu Grunde gegangen ist, sondern er ist ein integrirender Theil dieses letzteren selbst und findet sich schon in den jüngsten Stadien der Knospe. Der Unterschied von der Schwimmglocke, natürlich abgesehen von der morphologischen Entwicklung des Mantels und Schwimmsackes, ist vielmehr der, dass in den Geschlechtsknospen der Knospenkern zur Bildung der Geschlechtsstoffe verwendet wird, während er dort durch Verflüssigung den Hohlraum des Schwimmsackes entstehen lässt. Nicht aus den Zellen des inneren Stratum, welche, ähnlich der Zellschicht im Umkreis der Radiärgefässe, als continuirliche Lage (Taf. XLVI, Fig. 41, 42, 43 e) das centrale Gefäss des Knöpfels umkleiden, sondern aus den Zellen des Knospenkernes gehen Samenkörper und Eier hervor. Um über dies Verhältniss in keiner Täuschung zu bleiben, habe ich die jungen Geschlechtsknospen von Hippopodius und Abyla, von denen die letzteren wenigstens zugleich Schwimmglocken werden, nochmals einer speciellen Prüfung unterworfen. Man sieht in beiden Fällen (Taf. XLVI, Fig. 41 u. 43), dass die Aushöhlung des Knospenkernes zu einer Zeit beginnt, in welcher der aus beiden Lagen zusammengesetzte Knöpfel schon vollständig entwickelt ist. Bei Abyla, wo wir aus den peripherischen Theilen der Knospe eine vollkommene Specialschwimmglocke sich entwickeln sehen, ist der sich verflüssigende Theil des Knospenkernes (f) sehr umfangreich, derselbe hat auch dem grossen Hohlraume des Schwimmsackes seine Entstehung

zu geben, bei Hippopodius (Taf. XLVI, Fig. 43) dagegen weit kleiner und beschränkter; fast verschwindend aber wird er (Taf. XLVI, Fig. 42) bei Apolemia und überall da, wo der Knöpfel der Wandung fast unmittelbar anliegt.

## 2. Ueber die Structur und die Bedeutung des Luftsackes.

Zu den Auszeichnungen der Physophoriden vor den Calycophoriden gehört der Besitz eines Luftbehälters in dem obern Ende des Stammes, welchem man die Bedeutung eines hydrostatischen Apparates zuzuschreiben pflegt. Ein Aufsatz der Schwimmsäule von langgestreckter kolbiger oder flaschenförmiger Gestalt ragt am obern Pol der Achse frei über die Schwimmglocken vor, an der äussersten Spitze in der Regel intensiv pigmentirt, in seinem Lumen aber, welches mit dem Centralcanal communicirt, mehr oder minder prall mit Luft gefüllt. So einfach die Einrichtung und ihr Werth für die Bewegung des schwimmenden Polypenstockes auf den ersten Blick zu sein scheint, so schwierig ist es, auf Grund des specielleren Baues und der Eigenthümlichkeiten der Structur ein vollkommenes Verständniss der Bedeutung zu gewinnen. Da wir über die genauern Verhältnisse des Baues noch immer nicht zu einem sichern Abschluss gelangt sind und manche Widersprüche der Beobachter eine gewisse Unklarheit zurücklassen, habe ich die obren Achsenpole lebender und in Conservativlösung wohl aufbewahrter Physophoriden, vorzugsweise die Gattungen *Forskalia*<sup>1)</sup> und *Agalma* einer erneuerten Prüfung unterworfen.

1) In Messina beobachtete ich zwei Arten von *Forskalia*, von denen die eine bei weitem häufigste der *F. Edwardsii Kölliker's* entspricht. Die zweite ist wahrscheinlich dieselbe, welche *Keferstein* und *Ehlers* als *F. formosa* unterscheiden, von der sie aber keine eingehende Beschreibung gegeben haben. Ich kann auch keineswegs mit allem, was sie über diese Art mittheilen, vollständig übereinstimmen und erlaube mir folgende Zusätze, von deren Richtigkeit sich jeder an einigen von mir aufbewahrten Resten überzeugen kann. Der gesammte Habitus des Stockes weicht durch die kräftigere Entwicklung und Kürze des Stammes, ferner durch die Kürze der Seitenäste (Stiele), auf denen die Individuengruppen aufsitzen, von dem der *F. Edwardsii* ab und hinterlässt bei der Grösse und brillanter Färbung der Nesselknöpfe fast den Eindruck eines *Agalma*. Die gesammte Form erscheint daher massiger, die der *F. Edwardsii* dagegen weit zarter und zierlicher. Die Schwimmstücke sitzen einer breiten conischen Schwimmsäule auf (Taf. XLVII, Fig. 21) und verlängern sich asymmetrisch in einen langgestreckten Zipfel (Taf. XLVII, Fig. 22). Ferner besitzen sie wie die der *F. contorta*, mit der die Art möglicherweise zusammenfällt, einen ziegelrothen Pigmentfleck oberhalb des Stielgefäßes, etwas über seiner Einmündung in die Gefässe des Schwimmsackes. Die Pigmentirung am obern Pole der Luftpammer ist unbedeutend, dort sind es grosse polygonale bräunliche Pigmentflecken, hier nur kleine runde Häufchen von Pigmentkörnchen an der äussersten Spitze. Der Stamm der *F. Edwardsii* erscheint deutlich segmentirt, so dass jeder Seitenfortsatz mit seiner Individuengruppe einem Segmente angehört, bei unserer Art fallen die transversalen Furchen am Stamme vollständig hinweg, der Stamm ist

Für die Art und Weise, wie die Luft in dem Aufsatz des Stammes eingelagert ist, kann ich zunächst meine früheren Angaben für *Physophora*<sup>1)</sup>, mit denen die Beobachtungen *Huxley's*<sup>2)</sup> übereinstimmen, vollständig festhalten. Der mit Luft gefüllte Sack, welcher von der obren pigmentirten Spitze in das Lumen herabhängt, ist, wie auch von *Kölliker* behauptet wird, durchaus geschlossen und communicirt weder durch einen apicalen Porus mit dem äussern Medium, noch durch eine untere Oeffnung mit dem Reproductionscanal des Stammes. Wenn demnach für *Physophora* neuerdings von *Keferstein*<sup>3)</sup> und *Ehlers* das Entweichen oder gar der willkürliche Austritt von Luft aus dem obern Stammesabschnitt angegeben wird, so vermuthe ich fast, dass jene Beobachtungen an einem nicht ganz unversehrten Exemplare gemacht worden sind, zumal mir die Oeffnung am Stämme an der Abbildung mehr den Charakter eines zufälligen Spaltes zu besitzen scheint.

Die Structur der Luftpammer (*Pneumatophore Huxley*), wie wir mit *Leuckart* den flaschenförmigen Aufsatz des Stammes bezeichnen, weicht übrigens in einigen Punkten von der des letztern ab. Vor Allem erscheint die Wandung beträchtlich verdünnt und zwar auf Kosten des umfangreichen, von radiären Septen und schießen Faserzellen durchsetzten Stratums mit der breiten hyalinen Grenzschicht. An der halsförmigen Einschnürung der Luftpammer kann man leicht direct beobachten, dass diese mächtige Lage, welche grossentheils die Dicke der Stammewandung bildet, in eine einfache, immerhin noch beträchtlich dicke Membran des flaschenförmigen Aufsatzes übergeht. (Taf. XLVII, Fig. 16a.) Es war ein Irrthum von mir, wenn ich früher (vergl. meine Arbeit über *Physophora* p. 8, Taf. XXV, Fig. 10) von Längsmuskeln der Luftpammer sprach, die als 0,03<sup>mm</sup> breite Bänder in dem den Luftsack bergenden Endabschnitt verlaufen sollten. Allerdings beobachtet man an demselben die breiten, bandartigen Längsstreifen, allein diese sind keineswegs selbstständige muskulöse Bänder, sondern verdanken ihren Ursprung regelmässigen Faltungen der hyalinen Membran, welche ebenso für die Luftpammer das skeletbildende Gewebe darstellt, wie ein Theil ihrer untern Fortsetzung für die Schwimmsäule und den Stamm. Ueber der

weit gedrungener, massiger und von gelblicher Färbung, ebenso die kürzern Seitenäste, die aber kaum die Länge der Polypen übertreffen. Die Leberwülste sind brennend roth, ebenso die Nesselknöpfe, welche eine viel ansehnlichere Grösse als bei der andern Art erlangen. Hier bilden sie 3½—4 Spiralwindungen, während die braunrothen Nesselknöpfe der *F. Edwardsii* nur 2½ Spiralzüge besitzen. Wahrscheinlich ist diese zweite Form von *Messina* nichts anderes, als *F. contorta*, jedenfalls aber fallen *F. Edwardsii* und *F. ophiura* als identische Art des Mittelmeeres zusammen.

1) Vergl. *Claus*, Ueber *Physophora hydrostatica* nebst Bemerkungen über andere Siphonophoren; in Zeitschrift f. wissenschaftl. Zoologie. 1860. p. 8 u. 9.

2) *Huxley*, The Oceanic Hydrozoa. 1859. p. 5 u. 6.

3) *Keferstein* und *Ehlers*, Zoologische Beiträge. 1861. p. 3 u. 4.

beschriebenen Membran liegt das äussere Epithel mit seiner zarten Faserschicht, deren Elemente indess eine longitudinale Richtung einhalten und keineswegs wie an der gleichwerthigen Schicht des Stammes transversal verlaufen. Hiervon überzeugt man sich am besten an der Luftpammer von *Rhizophysa filiformis*<sup>1)</sup>. Nach innen folgt dagegen eine Lage von Ringmuskelfasern mit eingelagerten spindelförmigen Kernen, entsprechend den circulären Fasern und der innern Zellauskleidung des Stammes (Taf. XLVII, Fig. 16 b).

Man sieht allgemein den von der Spitze der Luftpammer in ihr Lumen herabhängenden, mit Luft gefüllten Behälter, den Luftsack, als durch eine Einstülpung der Stammeswandungen vom äussersten Pole aus entstanden an. Aber über seinen nähern Bau haben sich verschiedene Ansichten geltend gemacht. *Gegenbaur* stellt denselben bei *Rhizophysa* als einen nach unten vollkommen geschlossenen Sack dar, während *Leuckart* die obere Duplicatur gewissermaassen als ein Suspensorium der nach unten geöffneten Luftflasche<sup>2)</sup> betrachtet, wie ich, um Verwechselungen zu vermeiden, die innere glashelle Kapsel des Luftsackes bezeichnen will. Daher auch die Anschauung *Leuckart's* von der Communication des Luftsackes mit dem Reproductionscanal des Stammes, in welcher ihm *Keferstein*<sup>2)</sup> und *Ehlers* gefolgt sind. Die Luftflasche ist jedoch eine ganz besondere Bildung, welche nichts mit einer der beiden Bildungshäute des Endoderm's oder des Ektoderm's zu thun hat und ihrer spröden homogenen (nach *Leuckart* chitinartigen) Beschaffenheit nach als Ausscheidungsproduct entstanden sein muss. Auch *Huxley* lässt den Luftsack, welchen er ebenso wie *Gegenbaur* vollkommen richtig als unten geschlossen beschreibt, aus einer Duplicatur der Pneumatophorenwandung, aber nur des Endoderm's hervorgehn, während ich selbst mit Rücksicht auf die histologische Beschaffenheit seinen Ursprung auf beide Schichten der Stammeswandung zurückführte.

Indess ist es mir nach erneueten Untersuchungen und nach der Beobachtung der frühesten Jugendformen mehr als zweifelhaft geworden, ob der geschlossene Luftsack genetisch eine Einstülpung der äussern Wandungen zu nennen ist, denn wenn derselbe auch in der Regel an der Spitze dem Endoderm unmittelbar anliegt oder gar mit ihm zusam-

1) Die Gelegenheit, diese interessante Physophoride wenn auch nur in Bruchstücken zu untersuchen, verdanke ich der Güte des Herrn Prof. H. Müller, der mir mit zuvorkommender Bereitwilligkeit das Material der vergl. anatomischen Sammlung überliess.

2) Diese beiden Beobachter haben indess die glashelle flaschenförmige Kapsel, die Luftflasche, entweder ganz übersehen oder irrthümlich für die Fortsetzung der äussern Bildungshaut gehalten; sie äussern wenigstens: »der Luftsack besteht aus jenen beiden Bildungshäuten, jedoch so, dass die äussere Haut der Einstülpung wegen der Luftblase zunächst anliegt und fast stets nicht soweit hinabreicht, als die innere Haut.«

menhängt, so scheint er doch in den jüngsten Entwicklungsstadien durch ein selbstständiges Substrat von Zellen in dem kurzen noch nicht deutlich ausgehöhlten Achsentheile seinen Ursprung zu nehmen. (Taf. XLVII, Fig. 17.) Histologisch unterscheide ich mit Sicherheit an der Wandung des Luftsackes eine innere Schicht von Ringfasern, welche die mit Luft gefüllte Flasche unmittelbar umlagert und von besonderer Stärke an dem halsförmigen geöffneten Endtheil derselben hervortritt. Hier bildet sie eine Art Sphincter (Taf. XLVII, Fig. 18*f*), bei dessen Contraction ein Theil der Luft aus der Oeffnung der Flasche in den untern geschlossenen Raum des Luftsackes eingetrieben und als untere Blase anfangs von geringer, bei andauernder Zusammenziehung der Ringmuskeln und des Sphincters aber von bedeutender Grösse aus der Luftflasche hervorhängt. (Taf. XLVII, Fig. 18*d*.) Ich habe öfter das allmähliche Austreten und Anwachsen der Luftblase unter dem Mikroskope direct beobachten können und mich davon überzeugt, dass ausser der Luft in dem Luftsacke eine kleine Menge Flüssigkeit und eine zellig körnige Masse (Taf. XLVII, Fig. 19 *d'*) eingeschlossen ist. Ist die offene Flasche prall ausgedehnt, so nimmt sie nicht nur die gesammte Lust, sondern auch einen Theil der Körnchenmasse auf, während der andere Theil der letzteren in dem untern nur wenig vorstehenden Abschnitte des äussern Sackes sichtbar ist. Contrahirt sich die Ringfaserschicht der Wandung, so treibt zunächst die körnige Masse und dann eine mehr und mehr ansehwellende Luftblase hervor, und bewirkt, die körnige Masse an die Wandung drängend, die kuglige Erweiterung der unteren Partie des Luftsackes (Taf. XLVII, Fig. 19). Umgekehrt verfolgte ich wiederum die Luftblase auf ihrem Wege in das Innere der Flasche zurück und konnte hierbei die allmähliche Reduction der untern Auftriebung bis zur normalen Grösse verfolgen.

Während die Muskellage des obern Abschnittes das Lumen desselben verengt, muss sich die untere Partie entsprechend erweitern und wegen der besondern Wirkung des Sphincter blasenförmig abschnüren, andererseits aber kann die Luftflasche, deren Membran von den Ringmuskeln des Luftsackes in Falten gelegt wird, unmöglich die frühere Luftmenge umfassen, daher tritt ein Theil aus dem Halse derselben hervor. Niemals aber sah ich ein Luftbläschen aus dem Sacke in den Centralcanal eintreten, das Spiel der Veränderungen beschränkt sich also auf die Bewegungen eines geschlossenen, durch die Füllung in einem bestimmten Grade der Spannung befindlichen Behälters.

Indess ist die Muskelschicht nicht der einzige Bestandtheil des Luftsackes. Wir finden ausser derselben eine obere Zellenlage welche an der Achsen spitze die körnigen Pigmente erzeugt, durch die der obere Pol des Stammes seine specifische Färbung erhält, während sie an der mittleren und unteren Partie eine andere eigenthümliche Beschaffenheit besitzt. Grosse spindelförmige Zellen mit sehr deutlichen Kernen und einem feinkörnigen glänzenden Inhalte, oft mit langen bandförmigen Ausläufern,

bilden eine zusammenhängende Gewebslage mit longitudinalem Verlaufe ihrer Elemente (Taf. XLVII, Fig. 20 *a, b*). Oft sind die Inhaltskörnchen so angeordnet, dass sie eine deutliche Querstreifung bedingen und an quergestreifte Muskelzellen erinnern. Vorzugsweise aber erlangen diese Zellen, deren Oberfläche zugleich Flimmerhaare trägt, an dem untern Theile des Luftsackes, welcher sich beim Austritt der Luftblase aus der Flasche kolbig erweitert, eine mächtige Entwicklung, sodass die Wandung des entsprechenden Abschnittes eine ansehnliche Stärke besitzt und dem Drucke der Luft einen bedeutenden Widerstand entgegenzusetzen im Stande ist. Ob der beschriebenen Zellenschicht die Fähigkeit der Contractilität und der Werth einer selbstständigen Muskellage zu kommt, wage ich nicht mit Bestimmtheit zu entscheiden. An dem untern Abschnitte des Luftsackes kommt aber noch eine Einrichtung hinzu, die von den meisten früheren Beobachtern übersehen wurde. Es spannen sich nämlich, wie schon *M. Edwards*<sup>4)</sup> sehr richtig für *Forskalia contorta* (*Stephanomia*) hervorgehoben und *Huxley* auch an *Agalma* beobachtet konnte, häutige Suspensorien in radiärer, den Septen des Gastrovascularapparates vergleichbarer Anordnung von den Wandungen des Stammes zu dem untern Theile des Luftsackes und erhalten denselben in seiner centralen Lage. Bei *Forskalia Edwardsii* fand ich die Suspensorien in sechsfacher Zahl vor und erkannte an ihnen eine ähnliche Structur, als in der obern Lage der Luftsackwandung. (Taf. XLVII, Fig. 20 *c.*) Spindelförmige Zellen mit feinkörnigem Inhalte verbinden sich zu einer membranösen Scheidewand, deren peripherische Partien durch die Verlängerung der Zellen zu breiten Fasern und Bändern ein längsstreifiges Ansehen erhalten. Nach dem Luftsacke zu, aus dessen Wandungen die centralen Kanten der Ligamente hervorgehen, besitzen die Zellen einen Flimmerbesatz, durch welchen die aus dem Reproductionscanale eintretenden Körnchenhaufen in wirbelnder Bewegung in dem Raume zwischen Luftkammer und Luftsack herumgeführt werden. In der Peripherie verlängern sich die Suspensorien bandartig, ihre Elemente werden zu langen, wahrscheinlich contractilen Fasern, deren Structur eine grosse Aehnlichkeit mit quergestreiften Muskeln zeigt. Wenn *Leuckart* mittheilt, dass zwischen dem Luftsack und der Muskelwand seiner Kammer eine dünne Zellenschicht liegt, die unterhalb des Luftsackes weit in den Hohlräum der Kammer vorspringt und hier mit deutlichen Flimmercilien versehen ist, so hat er wohl diese Suspensorien und die untere Wandung des Luftsackes im Auge gehabt.

Für die Physophoriden mit wohl entwickelter Schwimmsäule (*Forskalia*, *Agalma*, *Physophora*) möchte es wohl aus diesen Beobachtungen, die namentlich durch die Angaben *Huxley's* eine kräftige Unterstützung erhalten, mit Sicherheit hervorgehen, dass der Luftraum in der Spitze

<sup>4)</sup> Annal. des scienc. natur. 1844. Taf. XVI.

des Stammes keine willkürliche Verringerung seines Inhaltes erleidet und daher nicht direct zur Erhöhung des specifischen Gewichtes benutzt werden kann. Immerhin aber bleibt es denkbar, dass, wie bei den geschlossenen Schwimmblasen zahlreicher Fische, die Dichtigkeit der eingeschlossenen Luft nicht nur von dem Druck der äussern Atmosphäre und von der Tiefe, in welcher das Thier unter der Meeresoberfläche schwimmt, abhängig ist, sondern auch zugleich unter der Spannungswirkung der muskulösen Wandung bleibt. Ist die letztere so eingerichtet, dass sie für eine bestimmte Wassertiefe die Luftpumpe stets in einer etwas grössern Compression erhält, als der entsprechende Luftdruck, so wird sie durch ein geringes Nachlassen der Spannung einen Impuls zum Emporsteigen, umgekehrt durch eine geringe Erhöhung zum Niedersteigen geben. Am grössten aber scheint die Muskelwirkung und somit die Dichtigkeit der Luftpumpe beim Hervortreten einer untern Blase aus der Oeffnung der Flasche zu sein, die zweite Form des Luftsackes (Taf. XLVII, Fig. 18) also würde möglicherweise der Bewegung in die Tiefe entsprechen. Indess ist die Grösse des Luftraumes im Verhältnisse zum Umfange der gesammten Colonie so unbedeutend, dass der Hauptwerth des hydrostatischen Apparates bei unsren Physophoriden wahrscheinlich darin besteht, der Achse des Stockes eine bestimmte Richtung nach der Meeresoberfläche zu geben und die Schwimmsäule vorn und oben zu erhalten; man wird mir aber andererseits keine Ueberschätzung ihrer Function vorwerfen können, wenn ich wenigstens an die Möglichkeit denke, einen Impuls zum Steigen oder Sinken ihr zuzuschreiben. Denn wozu würden sonst die circulären Fasern und der Sphincter in der Wandung des Luftsackes nöthig sein? Die Nothwendigkeit einer Oeffnung an der innern Luftflasche ist schon aus mechanischen Gründen, namentlich wenn wir eine ansehnliche Luftansfüllung haben, sehr begreiflich, da die Wandung derselben eine äusserst spröde Beschaffenheit besitzt, also der eingeschlossenen, bei geringem Atmosphärendrucke sich ausdehnenden Luftpumpe nicht nachgeben kann; ebenso begreiflich ist die nachgiebige und elastische Beschaffenheit der Wandungen des äussern Luftsackes, der das überschüssige Luftquantum, welches die spröde Wand einer geschlossenen Luftflasche zum Platzen bringen würde, in seinem untern Theile aufnehmen kann. Indess möchte die eingeschlossene Luft auch an der Meeresoberfläche kaum beträchtlich über das Volum der innern Flasche anschwellen, wenngleich es immerhin zugegeben werden muss, dass das Auftreten der untern Blase bei beträchtlicher Füllung ebensogut eine Folge des Emporsteigens an die Oberfläche sein kann, als sie durch die Contraction der Muskelschicht und Faltung der Flaschenwandung erzeugt wird.

Einen viel höhern Werth auf die Veränderung des specifischen Gewichtes und die gesammte Bewegung besitzt der Luftbehälter in der Stammesspitze der Gattung *Rhizophysa*, einer Physophoride, welche

sich durch den gänzlichen Mangel der Schwimmsäule vor allen übrigen auszeichnet. Hier erlangt der Luftsack nicht nur einen viel bedeutenderen Umfang, sondern auch, ähnlich wie der Luftraum von *Physalia*, an dem oberen Pole eine besondere Oeffnung, durch welche wahrscheinlich schon *Forskål*, mit Sicherheit *Huxley* und *Gegenbaur* (letzterer an einem conservirten Exemplare von *Rh. Eysenhardtii*) auf leichten Druck unter Wasser Luftbläschen hervortreten sahen. Auch ich habe mich von einer breiten ringförmigen Contour und einem Porus in ihrer Mitte an der Spitze der Luftkammer überzeugen können und stimme *Gegenbaur* vollständig bei, wenn er in der grössern Entwicklung der hydrostatischen Blase ein den Mangel der locomotorischen Sprösslinge einigermassen compensirendes Verhältniss erkennt. Namentlich wird durch das Vorhandensein eines apicalen Porus eine höhere Stufe für die Leistung des Luftbehälters vorbereitet, welche zu den umfangreichen und complicirten hydrastischen Einrichtungen von *Porpita*, *Velella*, *Physalia* näherführt, an deren Körperstamme Schwimmglocken ebenso wie bei *Rhizophysa* vollständig fehlen. Der Grundplan des Baues bleibt indess im letzteren Falle ganz der nämliche, als bei den mit Schwimmsäule versehenen *Physophoriden*, und wird ebensowenig durch den apicalen Porus, als durch die verästelten Anhänge alterirt, in welche sich bei *Rh. filiformis* die Wandung des Luftsackes unterhalb der Luftflasche ausstülppt. Möglicherweise haben die Zellen dieses Abschnittes überhaupt die Bedeutung, durch ihren Stoffwechsel Gase zu secerniren, durch welche die Luftflasche gefüllt wird; und da in unserem Falle bei dem Austritt von Luft eine viel reichere Menge ausgeschieden werden muss, beschränken sie sich nicht auf eine einfache Fläche, sondern bilden, ähnlich den Ramificationen einer Drüse, secundäre Ausläufer und schlachtförmige Fortsätze.

### 3. Bemerkungen über *Hippopodius gleba* Forsk. und *pentacanthus* Köll.

Die Gattung *Hippopodius*, welche ihren Namen der Form ihrer Schwimmglocken verdankt, stimmt bekanntlich in dem Mangel einer apicalen Luftsäule mit den Diphyiden überein, den sie deshalb von einigen Autoren, aber mit Unrecht, zugezählt worden ist. Denn die Abweichungen von jener Familie in der Bildung der umfangreichen Schwimmsäule, und in der einfachern Natur der Individuengruppen, welche nicht nur der Taster, sondern auch der Deckstücke entbehren, und niemals zu einer selbstständigen Existenz gelangen, erscheinen so wesentlich und eigenthümlich, dass die Gattung, wie zuerst *Kölliker*<sup>1)</sup> richtig erkannte und *Gegenbaur*<sup>2)</sup> bestätigte, zu einer besondern Familie erhoben zu werden verdient. *Kölliker* unterschied ausser *Hippopodius*

<sup>1)</sup> *Kölliker* l. c. p. 28.

<sup>2)</sup> *Gegenbaur*, Neue Beiträge etc. p. 88.

noch die zweite nahe verwandte *Vogtia*, ich kann indess der Bemerkung *Gegenbaur's* und *Leuckart's* vollkommen beistimmen, wenn sie die letztere ihrer gesammten Bildung nach als eine *Hippopodius*-Art ansehen und die Echtheit der Gattung bezweifeln. Leider kam mir nur ein einziges Exemplar dieser Species zur Beobachtung, indess war die Untersuchung desselben ausreichend, um mich zu überzeugen, dass sie in der gesammten Anordnung ihrer Individuen mit *Hippopodius* übereinstimmt und durch Modificationen in der Form der Schwimmglocken und in der Grösse der Nesselknöpfe nur als selbstständige Art verschieden ist.

Die Abbildung (Taf. XLVII, Fig. 23), welche ich von meinem im unversehrten Zustande beobachteten Exemplar mittheile, stellt unsere Form in einer eigenthümlichen Haltung dar, in welcher ich dieselbe in dem Pokale stundenlang sich bewegen sah. Die Spitze der Schwimmäule ist keineswegs nach oben, sondern schräg nach unten gekehrt und ebenso die Achse nicht vertical, sondern schief horizontal gerichtet, während die eine Reihe der Schwimmglocken eine obere, die andere eine untere Lage einnimmt. Ferner kommen die Fangfäden des kurzen Stammes nicht aus der untern (Taf. XLVII, Fig. 23 u) Oeffnung des Schwimmkegels zwischen den beiden untersten grössten Schwimmglocken hervor, sondern werden in Zwischenräumen zwischen den ineinander gefügten Schwimmglocken ausgestreckt und wieder eingezogen. Ich zweifle allerdings nicht daran, dass die Haltung eine zufällige und abnorme ist, obwohl sich die Colonie leicht und in ihren Functionen ungestört Stunden lang bewegen konnte, indess hielt ich schon desshalb die Abbildung nicht für überflüssig, weil man an ihr über das Verhältniss der gegenseitigen Lage und Einfügung der Schwimmglocken eine richtigere Vorstellung gewinnt, als an den bisher gegebenen Zeichnungen. Diese hat eine grosse Aehnlichkeit mit der Einfügung der entsprechenden Anhänge bei *Hip. gleba*, doch scheinen die Lücken und Zwischenräume grösser und die Wirksamkeit der Schwimmstücke freier. Ebenso stimmen die Schwimmglocken in ihrer Grundform mit den pferdehufartigen Schwimmglocken von *H. gleba* überein, von denen uns *Leuckart* eine sehr genaue und zuverlässige Beschreibung gemacht hat. Ebenso wie an diesen beschränkt sich die runde Oeffnung des flachen Schwimmsackes auf den untern Theil des Schwimmstückes, dessen hintere (der Achse des Schwimmkegels zugekehrte) Fläche die nämlichen starken Firsten in der Umgebung einer Längsrinne besitzen und nach unten in zwei gezackte Fortsätze auslaufen (Taf. XLVII, Fig. 24 c). Der vordere Rand aber setzt sich in drei umfangreiche pyramidale zackige Zipfel fort, einen obern medianen und zwei seitliche (Taf. XLVII, Fig. 25 b), welche an der Oberfläche des Schwimmkegels als Ecken hervorragen. Auch die Vertheilung der Gefässe ist eine ähnliche, anstatt des zungenförmigen Sinus aber, in den sich nach *Leuckart* das hintere Gefäss des

Schwimmsackes von *H. gleba* erweitert, treffen wir hier einen breiten fledermausähnlichen Fleck, dessen Zellen von eigenthümlichen Ramificationen des Gefäßes umgeben werden. Neben der Form der Schwimmstücke sind es namentlich die Nesselknöpfe, durch welche sich beide *Hippopodiusspecies* scharf unterscheiden. Die Nesselknöpfe unserer Art (Taf. XLVII, Fig. 26) besitzen zwar dieselbe gedrungene, fast kuglige Form, aber mindestens den doppelten Umfang in Länge, Breite und Dicke, und zeichnen sich durch ein intensives gelbes Pigment aus. Einen entsprechenden Umfang haben auch die grossen säbelförmigen Nesselkapseln, von denen sechs bis sieben an jedem Nesselknopf zur Entwicklung kommen. Diese sind mit ihrer Spitze, aus welcher der Angelfaden hervorschneilt, durch einen zarten Faden in den Nesselstrang eingefügt.

Während sich die Gattung *Hippopodius* durch die Form und Bildung der Nesselknöpfe den Diphyiden anschliesst, nähert sie sich durch den Besitz einer besondern Schwimmsäule mit zahlreichen Schwimmstücken den Physophoriden. Der Bau des Schwimmkegels bietet einige interessante Eigenthümlichkeiten, auf die abermals *Leuckart*<sup>1)</sup> zuerst aufmerksam gemacht hat. Hier sehen wir im Centrum desselben einen Raum entwickelt, in welchen der Stamm mit seinen Individuengruppen zurückgezogen wird, und den oberen Stammabschnitt, an welchem sich die Schwimmstücke befestigen, zur Herstellung des Achsenraumes entsprechend modifizirt. Der Achsentheil der Schwimmsäule erscheint gewissermassen als ein Seitenzweig des Hauptkörperstamms, um welchen er sich in spiralingem Verlaufe nach unten herabwindet, um den Hohlräum des Schwimmkegels zu umschliessen. Wie *Leuckart* richtig hervorgeht, zeichnen sich die Schwimmsäulen (Taf. XLVII, Fig. 27 c) durch die ansehnlichen Längsmuskeln ihrer Wandungen aus, von denen weite und kurze Ausläufer nach den einzelnen Schwimmglocken abgehen, welche das Mantelgefäß (*e*) und das Stielgefäß (*f*) absenden. Unrichtig aber ist die Angabe, dass die Schwimmkegelachse mit dem Vorderende des Körperstamms ohne alle Grenzen verschmelze, sodass man die kleinsten Schwimmstücke mit gleichem Rechte als Anhänge des Körperstamms, denn als solche der eben beschriebenen Achse betrachten könne: Es liegen vielmehr die Vegetationspunkte für die Knospen der Schwimmglocken und der Individuengruppen von einander gesondert, der erstere an der Achse des Schwimmkegels (Taf. XLVII, Fig. 27 a), der letztere eine Strecke unterhalb desselben, da wo die spirale Achse in den dickeren Körperstamm übergeht (Taf. XLVII, Fig. 27 b). Schwimmglocken und Polypen mit ihren Fangfäden und Geschlechtsknospen wachsen also nicht, wenigstens an den grösseren Stöcken, neben einander an derselben Stelle des Stammes hervor, sondern ebenso wie die entsprechenden Gruppen der Physo-

<sup>1)</sup> *Leuckart*, Zur näheren Kenntniss etc. p. 55 ff.

phoriden an getrennten Vegetationspunkten. Der obere (a) entspricht dem Ende, der untere (b) der Basis der Schwimmsäule, an welcher auch bei den Physophoriden der Hauptstamm seine jüngsten Ernährungsthiere hervorsprossen lässt. In gewissen Jugendstadien mögen natürlich beide Knospengruppen am Stämme zusammenfallen, wie ja auch bei jungen Physophoriden die ersten Schwimmglocken vor der Existenz einer Schwimmsäule aus der gemeinsamen Knospengruppe ihren Ursprung nehmen.

#### 4. Ueber Entwicklungsstadien.

Die Entwicklungsgeschichte bleibt immer noch der am wenigsten erforschte und dunkelste Theil unseres Wissens von den Siphonophoren. Wir sind allerdings durch die vortrefflichen Untersuchungen *Gegenbaur's*<sup>1)</sup> mit den Veränderungen bekannt geworden, welche das Ei bis zur Bildung des Embryo's erleidet, und wissen, dass der gesamte Thierstock aus einem einzigen Embryo hervorgeht, ferner, dass der Modus der Entwicklung für die Diphyiden und Physophoriden wesentlich verschieden ist, indem bei jenen die erste Embryonalknospe zur Schwimmlocke wird, bei diesen dagegen das Ernährungstier, der Polyp mit seinem Fangfaden zuerst zur Ausbildung gelangt. Die allmählichen Stufen der Veränderung, durch welche der frei gewordene Embryo zur Form und Individuenvertheilung der geschlechtsreifen Siphonophore aufsteigt, sind uns indess gänzlich unbekannt. Ob diese auf einer continuirlichen Entwicklung beruhen oder nach Art der Metamorphose zu Altersstufen führen, welche in ihrem gesamten Habitus und in der Form ihrer wirksamen Organe, z. B. der Nesselknöpfe etc., von den ausgebildeten Colonien abweichen, ist nach den bisher beobachteten Jugendstadien nicht mit Sicherheit zu entscheiden. Die Erforschung der freien Entwicklung erscheint aber auch ausserordentlich schwierig, weil man sich das Material nicht in reicher Menge durch künstliche Züchtung aus dem Eie verschaffen kann, sondern mit vereinzelten aufgefischten Formen sich begnügen muss, für deren Arbestimmung zuverlässige Anhaltspunkte mehr oder minder fehlen. Ich glaubte auf diesem Wege, indem ich eine möglichst grosse Anzahl kleiner Jugendformen untersuchte, ein vollständiges Bild von den Vorgängen der freien Entwicklung gewinnen zu können, bin aber leider nach den spärlichen Resultaten kaum zu der Hoffnung berechtigt, einige Lücken in unserer Kenntniss dieser Vorgänge auszufüllen.

Von Jugendformen aus der Familie der Diphyiden glückte es mir nur eine einzige (Taf. XLVII, Fig. 28) zu beobachten. Dieselbe schloss sich dem ältesten von *Gegenbaur* beschriebenen Entwicklungsstadium an, war aber jedenfalls einige Tage älter als dieses, indem nicht nur die Schwimm-

<sup>1)</sup> *Gegenbaur* l. c. pag. 48.

glocke eine bedeutendere Grösse und Höhe besass, sondern auch der Rest des Larvenleibes eine weitere Differenzirung zeigte. Anstatt eines grosszelligen gestreckten Zapfens mit glatter Oberfläche fand ich einen breiten umfangreichen Anhang mit zahlreichen knospenähnlichen Aufreibungen, unter denen eine, vielleicht die zweite Schwimmglocke (?) (b) durch ihre Grösse hervortrat. Der Rest des Larvenleibes scheint hier-nach keineswegs den grosszelligen Saftbehälter herzustellen, sondern den Stamm mit seinen Individuengruppen zu entwickeln, während der Saftbehälter (c) als grosszelliger Anhang am Schwimmglockenstiele sicht-bar wird. Die zuerst gebildete Schwimmglocke ist daher auch nicht die hintere, sondern die vordere und obere, in welcher der Saftbehälter und die Spitze des Stammes liegt. Allerdings scheint das Verhältniss der Gefässvertheilung für *Gegenbaur's* Deutung zu sprechen, welcher aus der centralen Mündung des Stielgefäßes im Grunde des Schwimmsackes die Identität mit dem hintern Schwimmstücke folgert, indess müssen wir berücksichtigen, dass unser Anhang noch einer bedeutenden Vergrösse-rung entgegengeht und während des Wachsthums eine Formverände-rung des Schwimmsackes und somit der Lage des Stielgefäßes erleiden<sup>1)</sup> lkann.

Die jüngsten Physophoriden, welche mir zur Beobachtung kamen, lassen sich ebenfalls auf zwei Abschnitte des Embryonalleibes zurück-führen, einen untern, in seiner Lage der Schwimmglockenknope der Diphyiden analogen Polypen und einen obern Theil, den eigentlichen Stamm mit den Luftbehältern und zahlreichen seitlichen Aufreibungen, von denen die untern sehr kleine Nesselknöpfchen mit fertigen Angel-organen darstellen (Taf. XLVIII, Fig. 29). Der Luftbehälter (Taf. XLVII, Fig. 17) dieser kleinen, ein Bruchtheil eines Millimeters langen Jugendfor-men, ist vollständig geschlossen und nimmt fast den gesamten Innen-raum des Stammes ein. Im Wesentlichen erkennt man schon alle Theile des ausgebildeten Luftraumes wieder, indess erscheint die Füllung sehr unvollständig und auf die obere Hälfte beschränkt, in deren Um-gbung Pigmente auftreten. Stamm und Polyp gehen unmittelbar in einander über, die Verdauungshöhle des letztern ist vorzugsweise der Behälter der Nahrungsflüssigkeit. Die bohnenförmigen Nesselknöpfchen sitzen nicht an einem gemeinsamen Fangfaden, sondern jedes nach dem Grade seiner Entwicklung auf einem kürzern oder längern contracti-len Stielchen an dem Siphonophorenleibe befestigt. Dieselben besitzen schon jetzt drei verschiedene Formen von Nesselkapseln, in ihrer obern Aufreibung liegen einige wenige grosse länglich ovale Angelorgane, welche den grossen seitlichen Kapseln des Nesselstranges entsprechen, die Hauptmasse des Knöpfchens aber ist von den kleinen und langen

1) Da sich meine Beobachtungen nur auf ein einziges Individuum stützen, hat man selbstverständlich die auf sie gegründeten Deutungen mit einer gewissen Vor-sicht aufzunehmen.

Kapseln des Stranges erfüllt, auf welche an der Spitze grössere birnförmige Kapseln, denen des Endfadens analog folgen (Taf. XLVIII, Fig. 33). Von den Nesselknöpfen des entwickelten Stockes sind dieselben nicht nur durch ihre geringe Grösse, sondern auch durch die einfachere Bildung ganz und gar verschieden, erscheinen aber nichts destoweniger leistungsfähig und dem jugendlichen Altersstadium angepasst. Ob sich die verschiedenen Physophoridengattungen schon auf dieser Entwicklungsstufe erkennen lassen, wage ich nach den mir vorliegenden Anhaltspunkten nicht zu entscheiden, von *Physalia* aber, deren entsprechende Jugendform *Huxley*<sup>1)</sup> beschreibt, mögen sie alle vorzugsweise durch die viel geringere Ausdehnung des Luftsackes differiren, während sie in dem Vorhandensein gleichartiger Theile auch mit dieser übereinstimmen.

Die Veränderungen, welche diese jüngsten mir bekannt gewordenen Stadien mit dem weiteren Wachsthum und der Vergrösserung der Körpermasse erleiden, führen zunächst zu einer schärfern Abgrenzung des Ernährungsthieres und des obern Theils des Stammes, welcher sich als länglich ovale Luftkammer aus dem Zwischentheil und dessen Knospen und Anhängen hervorhebt (Fig. XLVIII, Fig. 30). Die Nesselknöpfe werden grösser, ihre Stiele länger, am Polypen sondern sich Rüssel und Magenabschnitt schärfer, die gefärbten Leberwülste treten deutlich hervor, während der Basaltheil des Ernährungsthieres nicht streng von dem Stämme des jungen Thieres zu sondern ist.

Allmählich bilden sich einzelne Knospen zu Tentakeln und Deckstücken heran, wir erhalten unter der Luftkammer eine einfache polymorphe Individuengruppe, welcher nur die Geschlechtsknospe und Schwimmglocke fehlt, um alle wesentlichen Anhänge der Siphonophore vertreten zu finden. Einzelne Gattungen werden sich auf dieser Stufe wahrscheinlich leicht erkennen lassen, z. B. *Physophora* an dem Mangel der Deckstücke, *Rhizophysa* an dem Mangel der Tentakeln und Deckstücke, vorausgesetzt, dass diese Anhänge nicht als provisorische Organe von kurzer Dauer in diesem Alter existiren. Für andere Gattungen, wie *Forskalia*, *Stephanomia*, *Agalma* (Taf. XLVIII, Fig. 30, 31, 32), an deren Stamme alle Anhangsformen auftreten, stehen einander zu nahe, als dass schon in diesem Alter bedeutende Gegensätze wahrscheinlich sind. Die Form der jugendlichen Nesselknöpfe und Angelorgane giebt keinen sichern Aufschluss, möglicherweise aber die spezifische Gestalt der Deckstücke, welche sich jetzt durch Kürze und Breite auszeichnen und deshalb nicht unmittelbar auf die ausgebildete Form zurückzuführen sind. Die fortschreitende Entwicklung scheint vor Allem zur Erzeugung neuer Deckstücke zu führen, deren Anzahl noch vor dem Auftreten eines neuen Ernährungsthieres beträchtlich zunimmt. In

1) *Huxley* l. c. Taf. X, Fig. 4.

Taf. XLVIII, Fig. 34 und 35 habe ich eine junge, mit 6 Deckblättern versehene Physophoride abgebildet, welche nur einen einzigen Polypen mit mehreren Nesselknöpfen und einen kuglig contrahirten Taster enthält. Die Deckstücke sind dick und dreilappig und erinnern nicht nur durch ihre Form, sondern durch die Art der gegenseitigen Stellung an Schwimmglocken, indem sie kreuzweise alternirend eine förmliche Deckschuppen-Säule bilden, zwischen welcher der Stamm mit seiner Individuengruppe wie in dem Schwimmkegel von Hippopodius geschützt liegt. Die Nesselknöpfe (Taf. XLVIII, Fig. 33) sind kurz und bohnenförmig, nicht wesentlich von denen anderer Jugendformen verschieden, die grössern Nesselkapseln erreichen eine Länge von 0,02 mm. und eine Breite von 0,013 mm. und gleichen abgesehen von ihrer geringern Grösse denen von *Forskalia* und *Agalma*, die birnförmigen Kapseln der Endauftriebung, welche dem spiralignen Endfaden entspricht, sind dagegen nur 0,007 mm. lang. Am meisten möchte die Breite der Deckstücke und die Form der Nesselkapseln auf *Agalma rubrum* hinweisen, für die man freilich kein Jugendstadium mit einer Säule von Deckschuppen vermuthen sollte.

Eine ähnliche, noch umfangreichere Entfaltung der Deckstücke ist einer andern Jugendform eigenthümlich, welche in einem sehr jungen Stadium schon von *Gegenbaur*<sup>1)</sup> bekannt war. Auch *C. Vogt*<sup>2)</sup> hat dieselbe in einem jüngern und in einem weiter vorgeschrittenen Alter beobachtet und als *Agalma rubrum* beschrieben; endlich wird sie auch von *Keferstein*<sup>3)</sup> und *Ehlers* als Jugendform von *Agalma Sarsii* erwähnt. In dem jüngsten mir bekannten (Taf. XLVIII, Fig. 36) Alter besitzen dieselben etwa die Grösse von  $\frac{3}{4}$  mm. und tragen 2 sanft gewölbte Deckstücke, welche den Polypen mit seinen Nesselknöpfen und Seitenknospen umschließen (Taf. XLVIII, Fig. 36). Die Deckschuppen sind ziemlich dick und blattförmig mit scharf gezackten Kanten, welche in mehrfacher Zahl nach der Spitze herablaufen und 5 Flächen begrenzen, 2 obere polygonale (Taf. XLVIII, Fig. 38 c, d), 2 seitliche (a, b), und eine untere (Taf. XLVIII, Fig. 39 e). Die letztere ist flach concav und liegt der centralen Polyppengruppe an, inserirt sich aber nicht mit dem äussersten Ende am Stamme, sondern etwa  $\frac{1}{4}$  unterhalb ihrer obern Spalte. Daher ragt die kuglige Luftkammer mit ihrem apicalen rothbraunen Pigmentbelag nicht frei hervor, sondern wird von den obern Abschnitten der Deckschuppen umlagert. An der untern Spalte des Deckstückes, wo die gezackten Seitenkanten wieder zusammenlaufen, führt das Centralgefäß zu einem kleinen, dem contractilen Schwimmsacke der Schwimmglocken vergleichbaren Säckchen, in welchem constant 2—3 langgestreckte Nesselkapseln liegen. Dieses jüngste Stadium konnte ich durch eine ganze Reihe von Altersstufen, die sich vorzugsweise durch eine grössere Zahl von Deckstücken und

1) *Gegenbaur* l. c. pag. 54. Taf. XVII, Fig. 41.

2) *C. Vogt* l. c. pag. 79. Taf. X, Fig. 32—37. *z. part le. von d. Organen*

3) *Keferstein* und *Ehlers* l. c. p. 26. Taf. II, Fig. 26 und 27.

höher entwickelten Nesselknöpfchen unterschieden, weiter verfolgen; als kuglige, lebhaft pigmentirte Körper bis zu der Grösse eines Nadelkopfes flottirten sie in Menge an der Meeresoberfläche, ohne durch energetische Bewegungen zu einer selbstständigen Locomotion befähigt zu sein. 10, 12 und mehr Deckschuppen legen sich zu einem Strobila-ähnlichen Körper zusammen und scheinen an einem Ausläufer des Stammes befestigt zu sein. In dieser Gruppierung erinnern dieselben sowohl an die Schwimmsäule von Hippopodius als an die Krone von beweglichen Deckstücken, welche die Gattung Athorybia auszeichnet, wenn gleich in einem geringern Grade beweglich. Die obern an der Spitze befindlichen Deckstücke sind die ältesten und die kleinsten, emporgehoben durch die neue grössere Generation von nachgewachsenen Sprösslingen bilden sie die äusserste Krone des Daches, die sich leicht vom Stamme trennt. Je weiter wir nach unten und innen fortschreiten, um so grösser werden die Schuppen, um so inniger und fester ist ihr Zusammenhang. Schon dies Verhältniss scheint mir darauf hinzuweisen, dass der Zapfen von Deckschuppen eine rein provisorische Einrichtung dieser Altersstufe ist, welche dem Ernährungsthier mit seinem Nebenspross Schutz gewährt, ohne desshalb dauernd in allen späteren Stadien zu persistiren. Man könnte allerdings in unserer Jugendform eine junge Athorybia vermuten, allein die Nesselknöpfe, die jetzt wohl schon in 20facher Zahl vorhanden sind und sich an einem gemeinsamen Fangfaden befestigen, sprechen nicht für diese Deutung. Dagegen weisen sie, wie auch Kestenstein und Ehlers hervorheben, auf *Agalma Sarsii* hin, von welcher an jüngern Formen von *Sars* und *Leuckart*<sup>1</sup> Nesselknöpfe beobachtet und beschrieben wurden, welche auffallend mit der vorliegenden übereinstimmen. Wie jene zeigen auch die unserigen eine auffallende Ähnlichkeit mit den Nesselknöpfen der Diphyiden. Der Nesselstrang biegt sich in halber Spirale nach oben zurück, die grossen Nesselzellen, welche in 7 bis 8facher Zahl an jeder Seite desselben hervortreten (Taf. XLVIII, Fig. 37 a), lassen sich den langen gabelförmigen der Diphyiden in ihrer Lage gleichstellen, aber mit gleichem Rechte den seitlichen Nesselkapseln am Nesselstrange von *Forskalia* und *Agalma* parallelisiren, denen sie auch in ihrer Form gleichen. Der Endfaden wird durch eine knopfförmige Aufreibung ersetzt, deren Zellen birnförmige Kapseln einschliessen und in lange borstenartige Haare auslaufen. Wenn es feststeht, dass die gleichen Nesselknöpfe an den ältern Polypen (nicht wie *Leuckart* angiebt an den jüngern) von jungen mit einer Schwimmsäule versehenen *Agalma Sarsii* vorkommen, so möchte die Zurückführung unserer Jugendform auf die genannte Art möglich scheinen, obwohl auch für *Agalma rubrum* und die *Forskalia*-Arten<sup>2</sup>) der Besitz ähnlicher jugendlicher Nesselknöpfe sicher

1) *Leuckart*, Zu näherer Kenntniss der Siphonophoren etc. pag. 89.

2) An jungen *Forskaliien* mit 6—8 Individuengruppen und angelegter Schwimm-

ist. Sehr richtig hat übrigens schon *Leuckart* aus dem Auftreten jener Nesselknöpfe an *Agalma Sarsii* geschlossen, dass bei der ersten Bildung überhaupt nur kleinere und einfachere Nesselknöpfe producirt werden und diesen erst später die grössern und vollkommenen Apparate folgen. Ebenso spricht für die Deutung als junge *Agalma Sarsii* die Form der Deckstücke, die nach *Leuckart* bei dieser Art sowohl wie *Agalma clavatum* (wohl einer jugendlichen mit jener identischen Species) 5 gezähnelte Längsfirsten besitzen. Unter solchen Verhältnissen würden wir in der Entwicklung der Physophoriden Stadien antreffen, die gewissermassen als Larvenzustände in ihrem gesammten Baue von dem ausgebildeten Thierstocke wesentlich abweichen. In dem Kranze von Deckschuppen und den kleinen wenig entwickelten Nesselknöpfen tragen dieselben provisorische Organe, die mit dem weitern Wachsthum verloren gehen. Die Strobila-ähnliche Krone von Deckschuppen wird ausfallen, um der Luftpammer freie Erhebung zu gestatten und bei verlängertem Stamme der Entwicklung einer Schwimmsäule Platz zu machen. Andererseits aber lernen wir erst jetzt den Athorybiatypus und seine Beziehung zu den Physophoriden mit einer Schwimmsäule verstehen; es wird klar, dass in ihm eine jenem Entwicklungsstadium analoge Bildungsform persistirt, in welcher sich die Deckschuppenkrone mächtig entwickelt und das Auftreten der Schwimmsäule verhindert. Mit dem Zurückbleiben auf einer morphologisch minder vorgeschrittenen Stufe stimmt der geringe Umfang der Colonie, die Gedrungenheit und Kürze des Stammes, die spärliche Anzahl von Polypen und Tentakeln.

### 5. Sind die Siphonophoren radiäre Thiere?

Die Frage wird Jedem müssig erscheinen, welcher mit *Leuckart* weder die Einheit des *Cuvier'schen* Typus der Radiaten festhält, noch überhaupt in der radiären und in der seitlich-symmetrischen Bauart einen scharfen, ohne Uebergänge abgegrenzten Gegensatz anerkennt. So lange indess Forscher von so umfassender Bedeutung wie *Agassiz* für *Cuvier's* Radiaten als für einen abgeschlossenen, einheitlichen Kreis in die Schranken treten, wird es gerechtfertigt sein, in einer einzelnen Abtheilung dieses Kreises die Architektonik einer Prüfung zu unterwerfen. Stimmt diese nicht streng mit den Gesetzen einer strahligen Wiederholung, wird sie gar eine bilateral-symmetrische, so muss nothwendig das Band, welches Polypen, Quallen und Echinodermen umschliesst, an und für sich schon locker, weil es nur der Form und nicht dem Wesen, das heisst der gesammten Organisationsstufe entlehnt ist, zerreissen und aus seinem Inhalt die Typen der Echinodermen und Coelenteraten, die zuerst *R. Leuckart* als Grundpläne erkannte, um so bestimmter und selbstständiger hervortreten lassen.

säule habe ich ganz ähnliche Nesselknöpfe, doch ohne den apicalen Fadenbüschel beobachtet.

Da die Siphonophore, welche man wegen der Selbstständigkeit ihrer Theile und der Individualität der medusoiden Geschlechtsgemmen als Thierstock auffasst, aus einem einzigen Embryo hervorgeht, so haben wir zunächst in der Form der Entwicklung, in der Sprossung der einzelnen Anhänge, in ihrer Gruppierung am Stämme, kurz in der Architektonik des gesammten Stockes eine radiäre Anordnung zu suchen, wenn dem Begriffe eines Radiaten Genüge geleistet ist. Aber weder bei den Diphyiden differenzirt sich nach Durchlaufung der Furchungsstadien der Embryonalkörper nach einem strahligen Typus, noch besitzen die jüngsten Physophoriden mit Luftbehälter, Ernährungsthier und Nesselknöpfen eine streng radiäre Anordnung. Im erstern Falle sprosst die Schwimmglocke einseitig und exzentrisch, aber keineswegs in der Achse des Embryokörpers, welcher als ein grossblasiger Ballen dem medusoiden Sprosse seitlich anhängt; bei den Physophoriden dagegen trägt das polypoide Ernährungsthier mit seinem hydrostatischen Aufsatze einen seitlichen unregelmässigen Knospenanhang, dessen Entfaltung und Vergrösserung mit dem fortschreitenden Wachsthum ebensowenig streng radiär zu nennen ist. Fassen wir die ausgebildeten Siphonophoren in das Auge, so bieten allerdings einzelne Arten mit verkürzter Leibesachse, wie z. B. *Porpita*, eine regulär strahlige Form und Gruppierung der polymorphen Anhänge, die bei weitem grösste Anzahl dagegen, insbesondere die Arten mit vorwiegender Längsstreckung der Leibesachse erhalten einen deutlich bilateral-symmetrischen Bau. Wenn auch bei den Physophoriden durch die Spiralwindungen des Stammes die Erscheinung einer zwei- oder vielstrahligen Schwimmsäule und der ringförmigen Anordnung der polypoiden Sprossen und Fangfäden erzeugt wird, so bleibt die Vertheilung dennoch eine bilateral-symmetrische, indem alle Anhänge nach Auflösung der Spirale einseitig linear in eine Ebene fallen, welche man der Medianebene oder Sagittalebene der seitlich-symmetrischen Thiere an die Seite setzen kann. Durch diese wird der Stamm in eine rechte und linke Hälfte getheilt, welche nur spiegelbildlich gleich, aber nicht congruent sind und nicht gegenseitig eine durch die andere ersetzt werden können. Wir erhalten daher am Stämme neben dem Oben und Unten, ein Rechts und Links, ein Vorn (Ventral) und Hinten (Dorsal). Indess wird man vielleicht der Architektonik des gesammten Stockes keinen hohen Werth zuschreiben, da es sich vorzugsweise um die radiäre Bauart der Individuen handelt, welche am Stämme sprossen. Aber auch an diesen zeigt sich, abgesehen von den einfachen Geschlechtsknospen, den Tentakelschlüuchen und den Ernährungstieren, die radiäre Form entschieden in eine seitlich-symmetrische übergeführt. Die zahlreichen so mannichfach gestalteten Formen von Schwimmglocken und Deckschuppen sind bilateral, ebenso die Nesselknöpfe. Letztere bringen die Nesselbatterien durch einseitige Wucherung der Epithelialschicht mit nachfolgender Spiraldrehung zur Anlage

und besitzen eine Doppelreihe von grossen Nesselkapseln, deren Lage zur seitlichen Symmetrie führt. Unter allen Gruppen der *Cuvier*-schen Radiärthiere sind es vornehmlich die Siphonophoren, in welchen sich seitlich-symmetrische und radiäre Architectonik vereinigen, durch ihren Bau wird leicht und überzeugend der Beweis geführt, dass wir nicht exclusiv geometrische Verhältnisse zur Begründung der Verwandtschaft benutzen können. Man hat auch öfter die Ctenophoren als zweiseitig symmetrisch herangezogen, indess, wie *Fritz Müller*<sup>1)</sup> überzeugend nachgewiesen hat, mit Unrecht. Hier haben wir selbst bei dem bandsförmigen Venusgürtel trotz der Zweizahl der Trichteröffnungen, Magengefässen und Senkfäden einen zweistrahligen Bau mit congruenten Hälften ohne Gegensatz von Bauch und Rücken, wir haben die der seitlichen Symmetrie am nächsten stehende Uebergangsform des strahligen Baues; in den Schwimmglocken und Deckstücken der Siphonophoren geschieht in der Ausbildung eines differenten Rücken- und Bauchtheiles der letzte Schritt, um die radiäre in die seitlich-symmetrische Form überzuführen.

Cassel, im August 1862.

1) Archiv für Naturgeschichte. 1861. Ueber die angebliche Bilateralsymmetrie der Rippenquallen.

### Erklärung der Abbildungen.

#### Tafel XLVI.

Fig. 1. Querschnitt durch ein Internodienstück vom Stämme der *Apolemia uvaria*.  
 a. die vordere oder ventrale Fläche, β. die hintere Fläche mit ihrer Spalte.

Fig. 2. Vorderes Stück unter 90facher Vergrösserung.

- a. Epithelialschicht und zarte Querfaserlage mit ihren Falten und Verdickungen.
- b. Die Lage der radialen Faserzellen.
- c. Hyaline streifige Schicht mit ihrem ventralen Zapfen
- d. Innere Ringsfaserlage und Epithel.

Fig. 3. Internodienstück von der untern Fläche aus unter starker Lupenvergrösserung  
 α. die ventrale Linie, ihre Epithelverdickungen nebst hyalinem Zapfen.

Fig. 4. Epithel des Tasters.

Fig. 5. Grossblasige Zellen mit ihren Kernen aus der Tasterbasis.

Fig. 6. Flimmerzellen mit zähem, wandständigen Protoplasma aus den drei Streifen des Innenparenchyms vom Taster.

Fig. 7. Tasterspitze.

- a. Epithel mit Nesselkapseln.
- b. Die Faserlagen.
- c. Zellstreifen des Innenparenchyms mit den braun gefärbten Wülsten.

Fig. 8. Nesselorgane.

- a. Grosse kuglige Kapsel, von der Oberfläche der Schwimmglocken, Deckstücke und braunrothen Taster.
- b. Kleine kuglige Nesselkapsel mit kurzer Spitze vom Polypen.
- c. Ovale Kapsel mit zwiefach geknöpftem Nesselfaden aus dem Epithel der Angelfäden.
- d. Länglich elliptische Kapsel von der Tasterspitze.
- e. Grosse birnförmige Kapsel von der Tasterspitze.

Fig. 9. Vom Ende des Fangfadens im gestreckten Zustande. Man sieht die hervorragende Spitze, in welche die Nesselzelle ausläuft.

Fig. 10. Stück des Fangfadens im verkürzten Zustande.

Fig. 11. Junge männliche Geschlechtsschwimmglocke von Abyla. Der Knospenkern beginnt sich zum Schwimmraume auszuhöhlen.

- a. Epithel.
- b. Innere Zellschicht.
- c. Hyaliner Mantel.
- d. Gefäße.
- e. Zellige Auskleidung des Knöpfelraumes.
- f. Der Theil des Knospenkernes, der sich zum Raum des Schwimmsackes verflüssigt.

Fig. 12. Junge männliche Geschlechtsknospe von Apolemia. } Die Buchstaben haben  
Fig. 13. „ „ „ „ von Hippopodius. } dieselbe Bedeutung als  
in Fig. 11.

Fig. 14. Weibliche Geschlechtsknospe von Apolemia bei centraler Einstellung.  
a. Ei. b. Keimbläschen.

Fig. 15. Dieselbe unter stärkerer Vergrösserung bei peripherischer Einstellung der verzweigten Gefäße.

#### Tafel XLVII.

Fig. 16. Luftkammer von *Forskalia Edwardsii*.

- a. Uebergang der hellen homogenen Lage in die Schicht der Faserplatten.
- b. Ringfasern der Luftkammer.
- c. Oeffnung der Luftflasche.
- d. Der untere Abschnitt des Luftsackes.
- e. Die sechs Scheidewände als Suspensorien des Luftsackes.
- f. Die Ringfasern des Luftsackes.
- g. Aeussere bewimperte Zellenlage desselben.

Fig. 17. Luftsack einer ganz jungen *Physophoride* (Fig. 29).

- a. Luftblase.
- b. Luftsack.
- c. Luftflasche mit ihrer Oeffnung.
- d. Unterer Abschnitt des Luftsackes.

Fig. 18. Ein Theil der Luftkammer einer jungen *Agalma rubrum*.

- f'. Spincterartige Entwicklung der Ringmuskeln der Luftkammer oberhalb der Oeffnung der Luftflasche.
- Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 16.

Fig. 19. Luftkammer der zweiten *Forskalia*-Art von Messina (*contorta*?).

- d'. Zelliger Inhalt des untern Abschnittes der Luftkammer.
- Die übrigen Buchstaben wie in Fig. 16.

Fig. 20. a. Zellen von der obren Schicht des Luftsackes von *Agalma*.

- b. „ „ „ „ „ „ von *Rhizophysa filiformis*.
- c. Suspensorium des Luftsackes von *Forskalia Edwardsii*.

Fig. 21. Schwimmsäule der zweiten *Forskalia*-Art von Messina.

Fig. 22. Schwimmglocke derselben.

Fig. 23. *Hippopodius pentacanthus* in eigenthümlicher Haltung während der Bewegung.

- a. Oberer medianer Zipfel des Schwimmstückes.
- b. Die beiden seitlichen Zipfel des Schwimmstückes.
- c. Die beiden untern Fortsätze des Schwimmstückes.
- u. Untere Mündung des Schwimmkegels.

Fig. 24. Schwimmstück von der hintern Fläche.

Fig. 25. Schwimmstück von der vordern Fläche.

Fig. 26. Nesselknopf derselben Form.

Fig. 27. Spitze der Schwimmsäulenachse und des Stammes von *Hippopodius gleba*.

- a. Knospen der Schwimmstücke. Oberer Vegetationspunkt.
- b. Knospen der Polypen neben der Mündung der Nebenachse.
- cc. Die spirale Achse der Schwimmstücke. Nebenachse.
- d. Stamm.
- ee. Mantelgefäß.
- f. Centralgefäß des Schwimmsacks.
- g. Schwimmsack.

Fig. 28. Junge Diphyide.

- a. Schwimmglocke (obere).
- b. Knospenanhang, Rest des Embryonalleibes.
- c. Grossblasiger Zapfen.
- d. Epithel.
- e. Homogene Mantelschicht.

#### Tafel XLVIII.

Fig. 29. Junge Physophoride mit Polyp, Luftsack, jungen Nesselknöpfen u. Knospen.

Fig. 30. Junge Physophoride in einem weiter vorgeschrittenen Alter.

Fig. 31. Eine andere Physophoride, wahrscheinlich eine junge Stephanomia, mit zwei Tentakeln und einem Deckstück.

Fig. 32. Eine junge Physophoride von  $\frac{3}{4}$  mm. Länge mit einem Tentakel und zwei Deckstücken. Nesselknöpfe einfach, von provisorischem Baue.

Fig. 33. Nesselknöpfchen einer jungen Physophoride mit zwei breiten herzförmigen Deckschuppen (wahrscheinlich *Agalma rubrum*).

- a. Grosse Nesselkapseln.
- b. Nesselkapseln des Stranges.
- c. Birnförmige der Spitze.

Fig. 34. Junge Physophoride mit einer Deckschuppensäule, einem Taster (b), einem Polypen (a), mit Nesselknöpfchen, wahrscheinlich *Agalma rubrum*.

Fig. 35. Dieselbe von der Spitze aus gesehen.

Fig. 36. Junge Physophoride mit zwei blattförmigen ausgezackten Deckschuppen, einem kugligen Luftsack mit braunrotem Pigment, einem Polypen (a) und einem Tentakel (b).

Fig. 37. Bedeutend grössere Form derselben Art, wahrscheinlich eine junge *Agalma Sarsii*. Etwa 10 Deckschuppen bilden einen tannenzapfenähnlichen Körper.

- a. Polyp.
- b. Tentakel.
- c. Polypoide Nebenknospen.
- d. Nesselknöpfe (in zu geringer Zahl gezeichnet).

Fig. 38. Deckschuppe von der obren Fläche gesehen mit fünf gezackten Längskanten.

- a. b. Seitliche Flächen.
- c. d. Obere Flächen.
- f. Centralgefäß.
- g. Säckchen mit drei Nesselkapseln.
- h. Oberer schnabelförmiger Vorsprung.

Fig. 39. Deckschuppe von der untern Fläche gesehen.

- e. Untere sanft concave Fläche.

Fig. 40. Nesselkapseln dieser Form.

- a. Grosse Nesselkapsel des Nesselknopfes.
- b. Nesselkapsel aus dem Säckchen des Deckstückes.



Fig. 1.

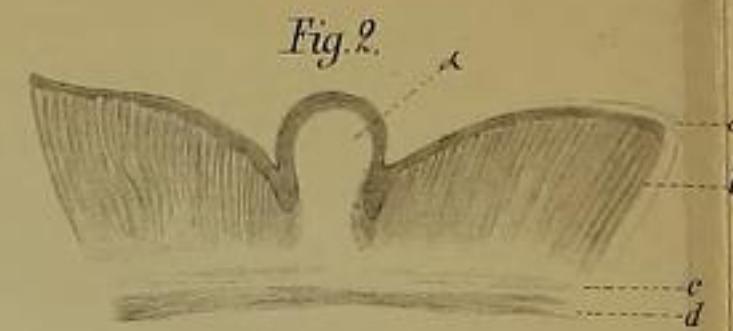


Fig. 2.

Fig. 3.



Fig. 4.



Fig. 5.

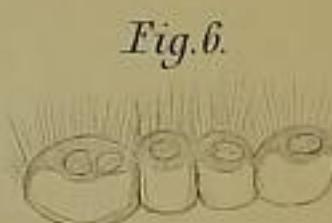


Fig. 6.

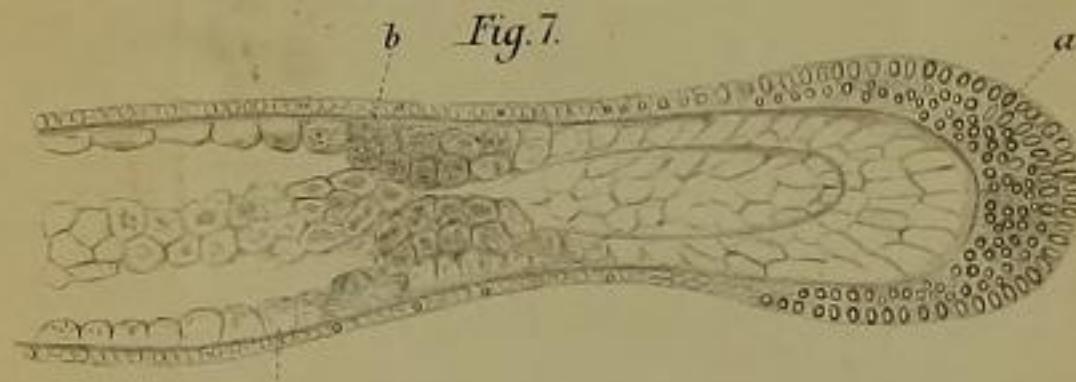


Fig. 7.

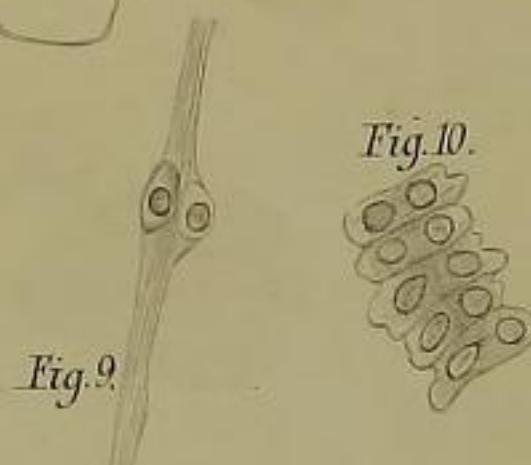


Fig. 9.



Fig. 10.

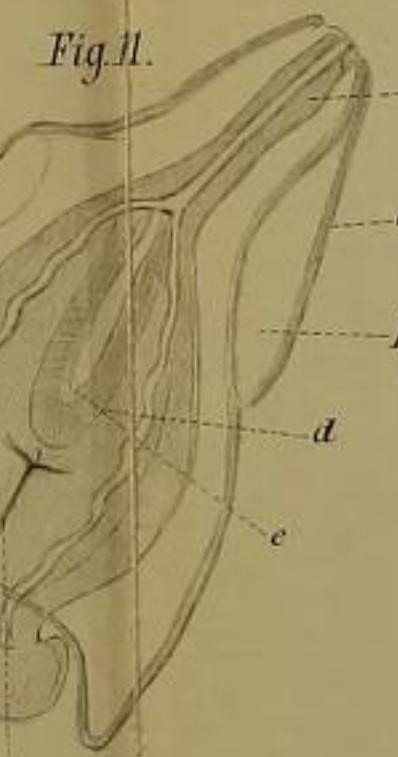


Fig. 11.

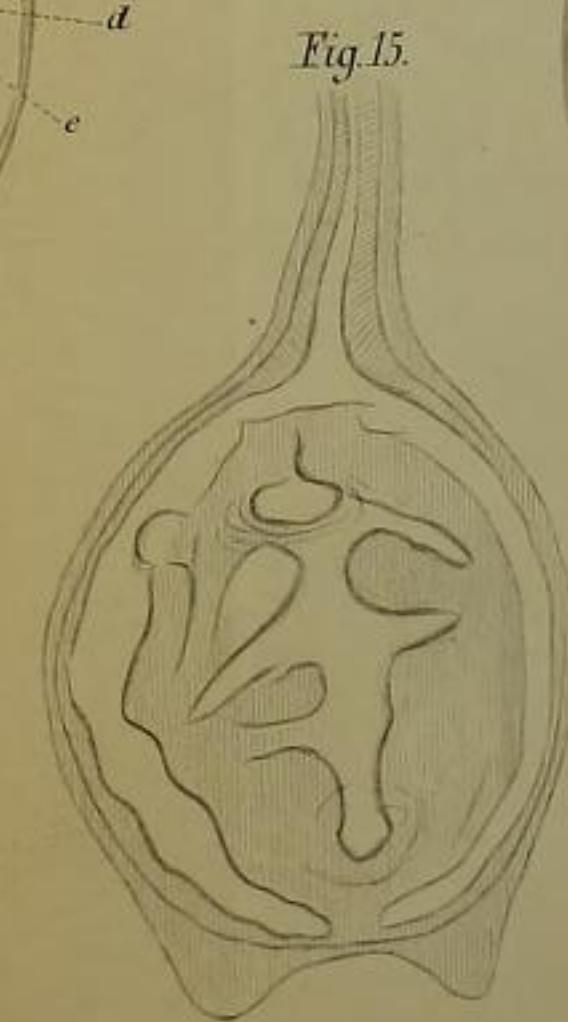


Fig. 12.

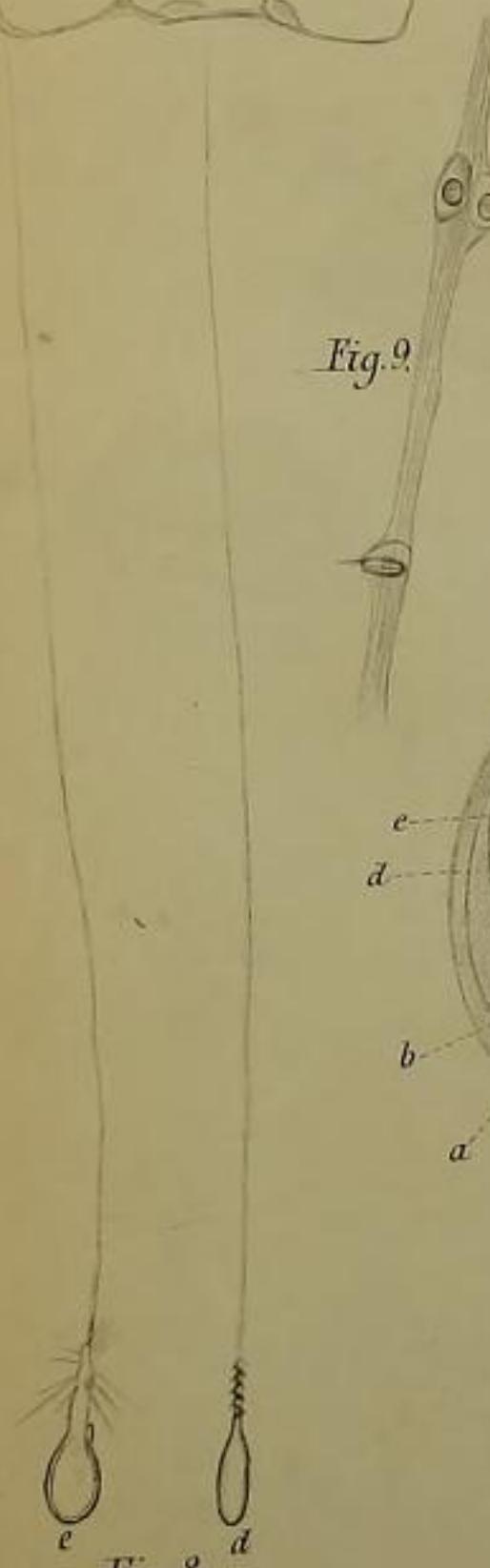


Fig. 8.

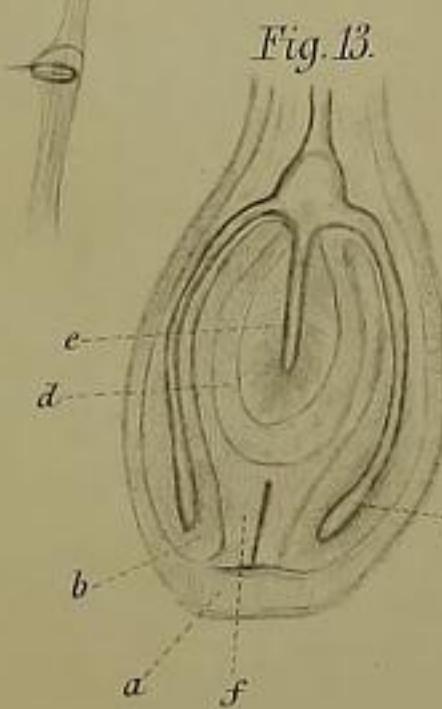


Fig. 13.

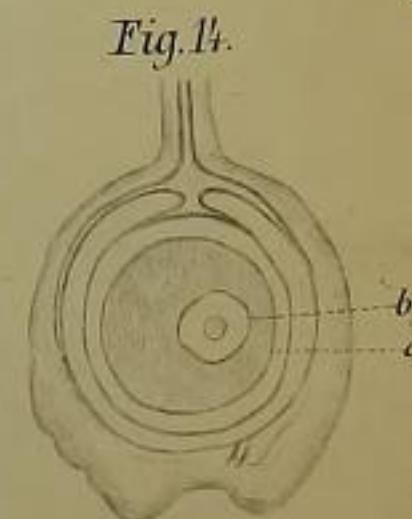
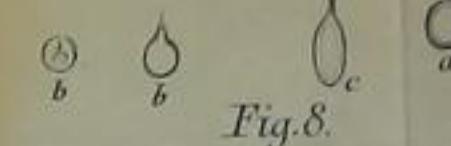


Fig. 14.

Fig. 15.



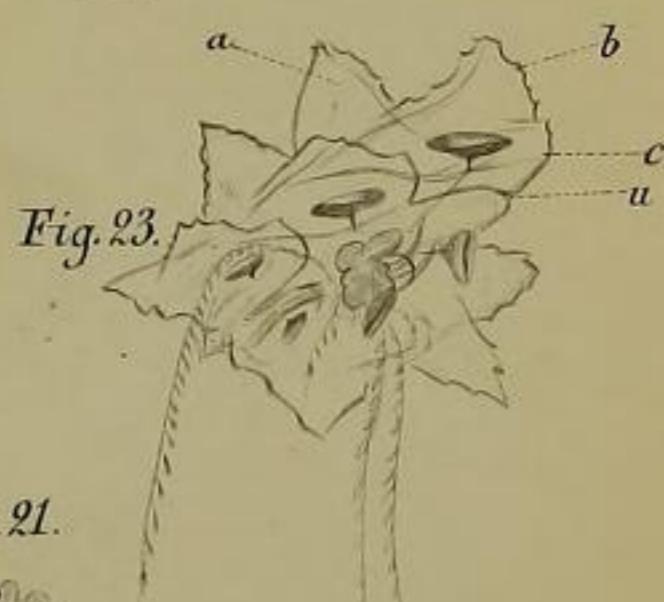
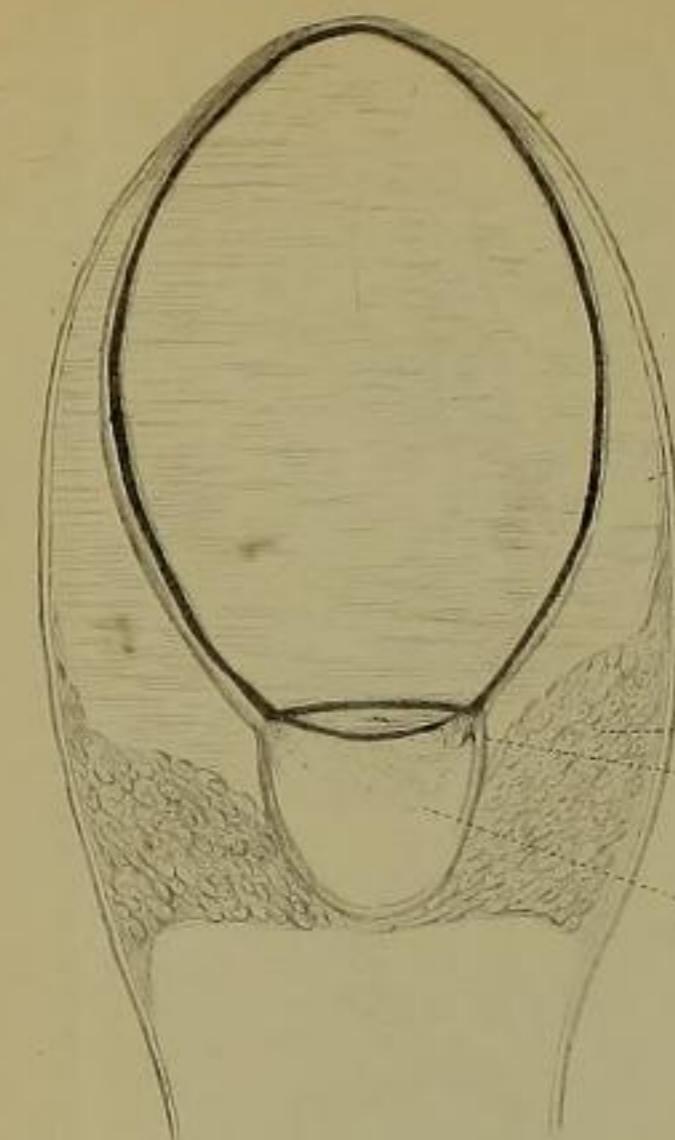
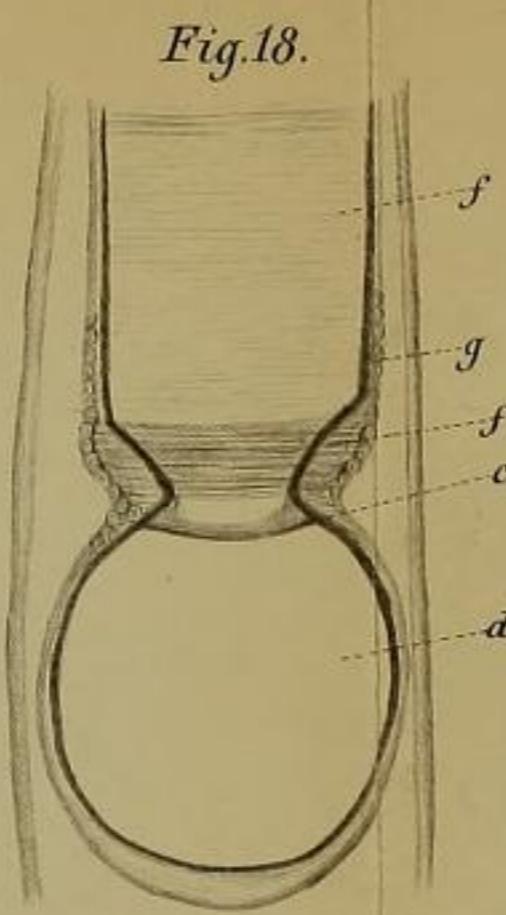
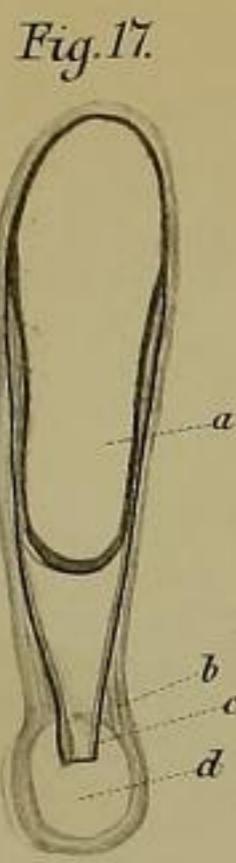
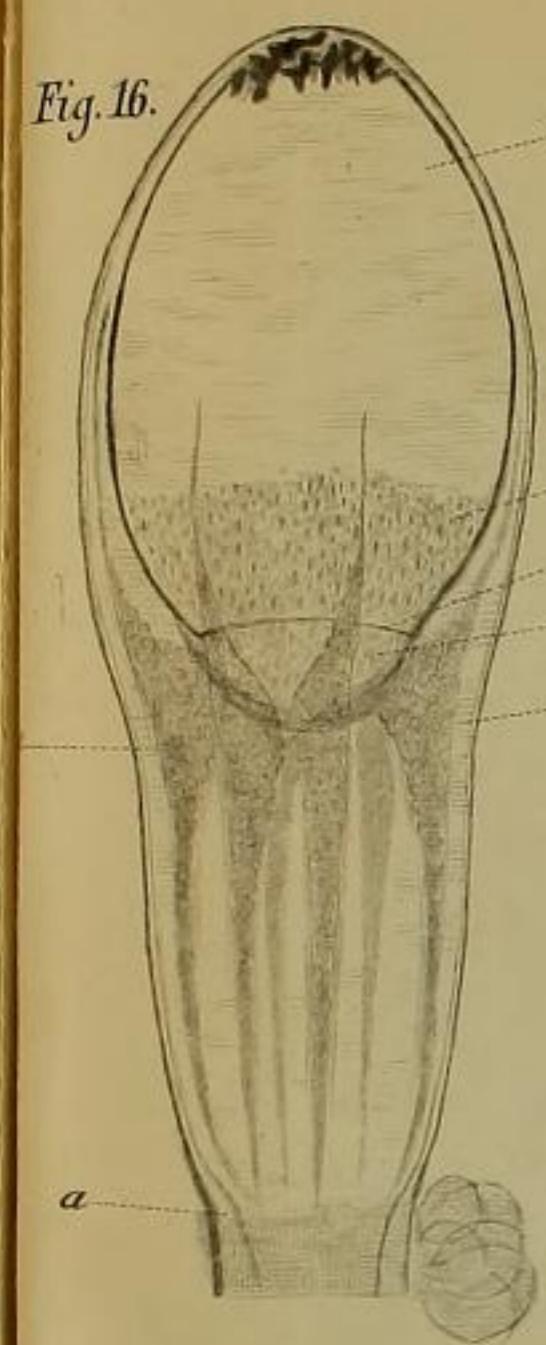


Fig. 21.

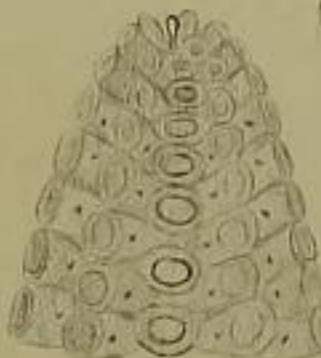
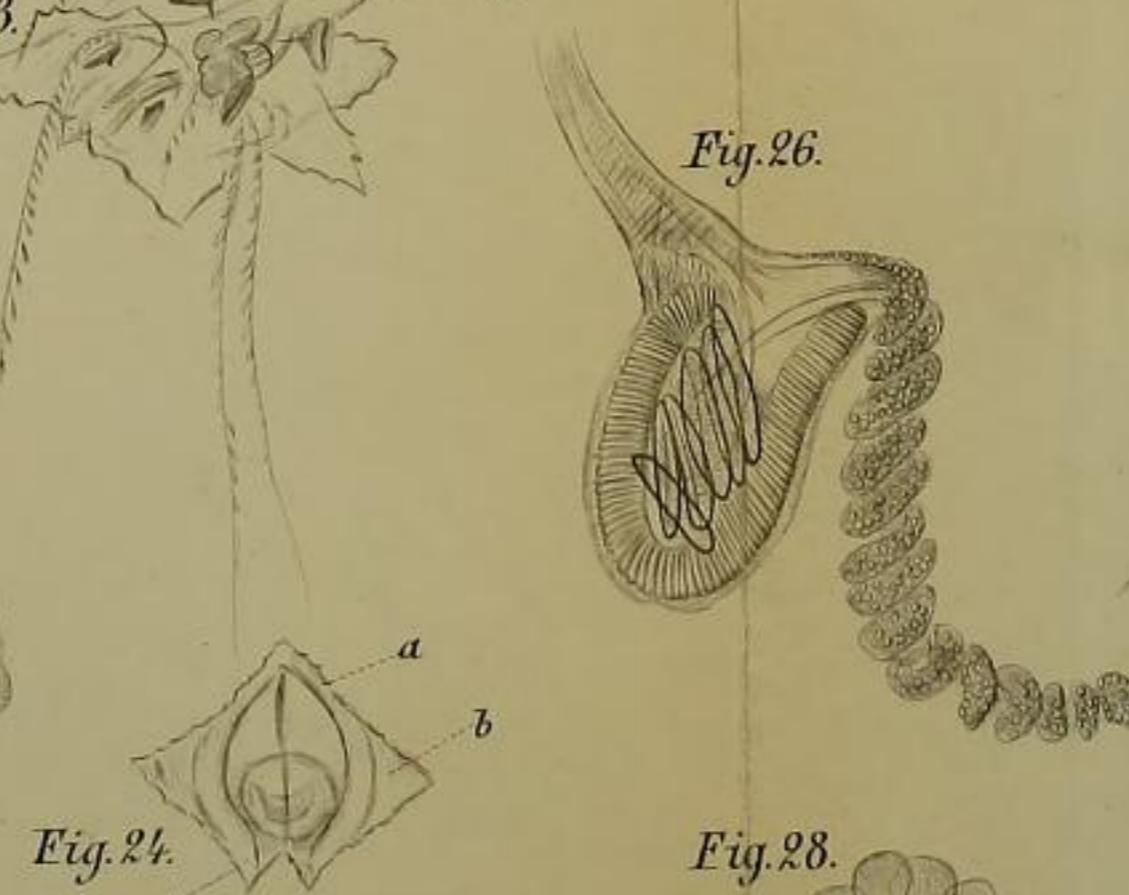


Fig. 24.

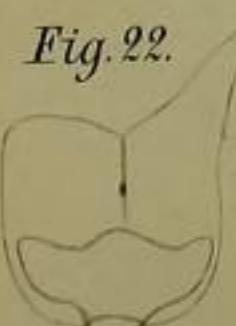


Fig. 22.



Fig. 25.

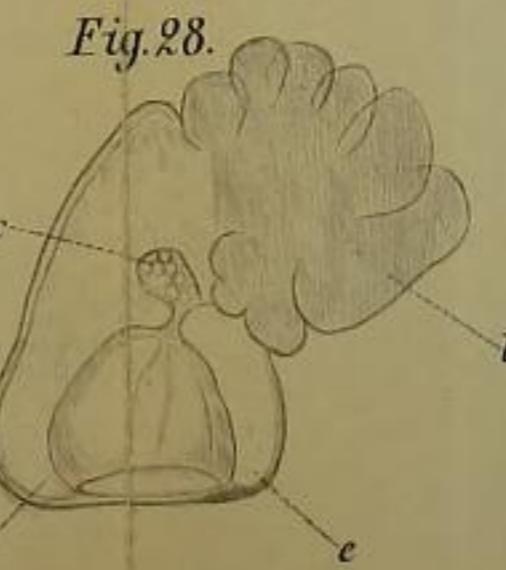


Fig. 28.

