

Studien über Organisation und Entwicklung der Chalineen.

Von

Dr. Conrad Keller,

Docent für Zoologie an der Universität und am eidgen. Polytechnicum
in Zürich.

Mit Tafel XVIII—XX und einem Holzschnitt.

Obschon die formenreichen Horn- und Kieselspongien ein Hauptcontingent zur marinen Küstenfauna liefern, sind unsere anatomischen Kenntnisse dieser Gruppen noch äusserst lückenhaft. Erst in jüngster Zeit hat F. E. SCHULZE einige Gattungen von Hornschwämmen in Angriff genommen und in einer Vollendung, wie sie ihm auf diesem Gebiete eigen ist, den histologischen Bau erschlossen.

Fragmentarisch ist die Entwicklungsgeschichte bisher immer noch geblieben. Wir kennen von keinem einzigen marinen Horn- oder Kieselschwamme eine vollständige Entwicklungsreihe. Die vereinzelt werthvollen Beobachtungen von OSCAR SCHMIDT und CARTER einerseits, von BARROIS und SCHULZE andererseits haben einzelne Momente des Embryonallebens bekannt gemacht, aber sie gestatten noch kein sicheres Urtheil über den Aufbau des Spongienkörpers. In dieser Hinsicht sind die Calcispongien und Myxospongien weit genauer verfolgt.

Meine früheren Versuche, bei Horn- oder Kieselschwämmen des Meeres die Embryonalentwicklung zu studiren, blieben ohne Resultat.

Dagegen ist es mir nunmehr gelungen, die Entwicklung der Chalineen an einem sehr geeigneten Object bis zur Metamorphose genauer zu verfolgen.

Im Frühjahr 1879 konnte ich den von der Schweiz gemietheten Arbeitsplatz der zoologischen Station in Neapel benutzen. Das lebende Material, welches mir zufloss, war ein reiches, die Larvenproduction

aber theilweise schon vorüber (Amorphina, Reniera) oder noch nicht eingetreten (Hircinia, Cacospongia). Nur in Esperia Lorenzii traf ich noch Eier und ganz junge Larven, aber spärlich und die Acme der Fortpflanzungsthätigkeit war offenbar schon überschritten.

Eine Chalinula dagegen, welche massenhaft im Porto militare von Neapel vorkommt, erwies sich als ein Object, das alle günstigen Bedingungen für eine anatomisch-entwicklungsgeschichtliche Untersuchung in sich vereinigt: Das Material ist reich und auch bei bewegter See lebend zu erhalten, die Eier in den ersten Stadien hell und die vorgerückteren Furchungszustände durch aufhellende Mittel zu bewältigen, sodann läuft der ganze Entwicklungsvorgang verhältnissmässig rasch ab und ist die Larvenproduction eine ungewöhnlich reichliche.

Als Uebergangsformen zwischen reinen Hornschwämmen und reinen Kieselschwämmen bieten die Chalineen ferner ein weiteres Interesse dar. Da die von mir untersuchte Form neu ist, so schicke ich zuerst eine kurze Beschreibung derselben voraus:

Chalinula fertilis nov. spec.

In den »Spongien der Küste von Algier« machte OSCAR SCHMIDT im Jahre 1868 den Versuch, die mittelmeerischen Spongien nach ihren natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen zu ordnen und begründete hierbei als neue und selbständige Gruppe die Chalineae, die er den Ceraospongiae coordinirte und von den reinen Kieselschwämmen abtrennte. Diese Auffassung entspricht gewiss eher den natürlichen Verwandtschaftsverhältnissen, als die systematische Einordnung der englischen Forscher.

Die Chalineen besitzen ausgesprochene Faserstructur, wie die Hornschwämme, sind aber dadurch ausgezeichnet, dass ihre Spongiolinfasern einfache Kieselnadeln in Zügen eingebettet enthalten. Dadurch wird ihre nahe Beziehung zu den Kieselschwämmen deutlich documentirt und einzelne Glieder führen ganz unmerklich zu den Renieren hinüber, so dass sich eine scharfe Grenze nicht ziehen lässt. Auch die Axinelliden dürften wohl in ebenso nahen Verwandtschaftsbeziehungen zu den Chalineen stehen.

Die von mir untersuchte Art besitzt den gemischten Charakter von Kiesel- und Hornschwämmen in ausgesprochenstem Maasse, reiht sich aber an keine der bisher bekannt gewordenen Formen an. Ihrer massenhaften Larvenproduction wegen nenne ich diese Art *Chalinula fertilis*.

Im atlantischen Gebiete, der eigentlichen Heimat der Chalineen, scheint derselben eine an der englischen Küste sehr gemeine Form nahe zu stehen, welche von JOHNSTON als *Halichondria simulans* beschrieben

wurde und von BOWERBANK bald als *Isodyctia simulans*, bald als *Chalina simulans* aufgeführt wird. CARTER hat diese englische Species in der Familie der Chalinidae unter seine Raphidonemata gestellt und auch meine *Chalinula fertilis* würde an die gleiche Stelle gehören.

OSCAR SCHMIDT hat die von mir untersuchte Form bereits vor sich gehabt, wenigstens fand ich in der Spongiensammlung der Station Neapel ein Exemplar in Alkohol und die betreffende Flasche ist von seiner Hand als *Chalinula* angeschrieben. Eine Angabe der Species dagegen fehlt.

Die Hauptkennzeichen der *Chalinula fertilis*, welche ich auf Taf. XX, Fig. 27—29 dargestellt habe, sind folgende:

Der Schwamm ist vorzugsweise monozoisch und bildet 2—3 cm lange, aufrechte Röhren oder Kegel mit einem Osculum an der Spitze, dessen Durchmesser 2—3 mm beträgt.

Der Schwamm zeichnet sich im Leben, durch grosse Zartheit aus und frisch aus dem Wasser genommen, können sich die einzelnen Röhren kaum aufrecht erhalten, nach dem Abfliessen des im Schwamme reichlich enthaltenen Wassers wird derselbe sehr schlaff und zerreisbar. In getrocknetem Zustande ist derselbe elastisch.

Neben monozoischen Formen kommen auch grössere oder kleinere Polster vor, deren Durchmesser selten über 4 cm hinaus geht und auf denselben erheben sich 2—4 fingerförmige Personen mit weitem Osculum.

Das Fasernetz oder Schwammgerüst besteht aus regelmässig um einen centralen Magenraum angeordneten Radiärfasern, welche durch ein System von Kreisfasern verbunden sind (Fig. 3).

In diese Hornfasern eingebettet sind gerade oder schwach gebogene einfache Kieselnadeln, welche bald an beiden Enden zugespitzt, bald an einem oder auch an beiden Enden abgerundet sind. Ihre Länge beträgt 0,092—0,10 mm.

Die Dermalfläche ist glatt. Mit blossem Auge erkennt man zahlreiche bis zu $\frac{1}{2}$ mm weite Hautporen.

In frischem Zustande und ausserhalb der Fortpflanzungszeit ist die Farbe gelbbraun.

Fundort: Porto militare im Golf von Neapel.

I. Histologischer Bau.

Bei der Untersuchung geht man am besten von den monozoischen Formen aus, indem diese sich durch eine grosse Regelmässigkeit ihres Baues auszeichnen. Bei der grossen Brüchigkeit und Schlaffheit des

Schwammes genügt Erhärten in absolutem Alkohol nicht, um nach verschiedenen Richtungen Schnittserien anzulegen, sondern es ist nöthig, nach vorausgegangener Tinction den ganzen Schwamm in eine schnittfähige Masse einzubetten.

Exoderm.

Seit SCHULZE auf der ganzen vom Wasser bespülten und nicht von Geisselzellen ausgekleideten Oberfläche der verschiedenen Spongien mittels Silberbehandlung ein Plattenepithel entdeckte, wurde die Bezeichnung Exoderm in verschiedener Bedeutung gebraucht und ist darüber noch keine Einigung erzielt, ob diese Gruppe als zweischichtig oder dreischichtig oder gar als dreiblättrig zu betrachten sei.

Ich hielt bisher an der Anschauung von HAECKEL fest, dass das sogenannte Syncytium als Ectoderm betrachtet werden müsse. Einmal liessen sich die Thatsachen der Embryologie, so weit sie bekannt sind, eher im HAECKEL'schen Sinne verwerthen. Dann vermochte ein Syncytium das Oeffnen und Schliessen der Poren, die Bildung von wandelbaren Mundöffnungen (*Spongilla*) u. s. w. unserm Verständniss näher zu bringen.

Für mich blieb immer noch die Möglichkeit offen, dass die Silber-tinction ein Kunstproduct hervorgerufen haben könnte und in der sogenannten Schwammsarcode sind neben zelligen Elementen häufig freie Kerne und Zellenreste sichtbar.

Den Entscheid musste man eben in die Hand der Histiogenese legen.

Zu Gunsten der von SCHULZE vertretenen Ansicht hat sich kürzlich GANIN ausgesprochen in einer vorläufigen Mittheilung¹⁾ über den Süswasserschwamm (*Spongilla fluviatilis*). Seine ausführlichere Arbeit ist inzwischen in russischer Sprache erschienen²⁾.

Nach ihm bilden sich schon im Larvenleben drei Blätter, welche in

1) Zoologischer Anzeiger vom 14. October 1878.

2) M. GANIN, Матеріалы къ познанію Строенія и Развитія Губокъ. Warschau 1879. Durch die grosse Freundlichkeit von Herrn Prof. OWSJANNIKOFF in Petersburg wurde es mir ermöglicht, von dem Inhalt dieser Abhandlung Kenntniss zu nehmen und ich verdanke ihm bestens seine Mühe bei der Uebersetzung. Im Uebrigen dürfte eine Bitte bei diesem Anlass nicht ungerechtfertigt sein. Wenn die russischen Forscher in ihrer Muttersprache schreiben, so kann man ihnen das nicht verdenken. Wenn dieselben aber vom Auslande genauere Berücksichtigung verlangen, so mögen sie doch wenigstens ihren Abbildungen eine lateinische, deutsche oder französische Tafelerklärung neben die russische beisetzen. Auf Gebieten, wo bisher vorzugsweise nichtrussische Forscher gearbeitet haben, dürfte dieser Wunsch nicht ganz ungerechtfertigt sein.

die entsprechenden Gewebe der Spongilla übergehen. Bei der Metamorphose bildet sich neben der Magenöhle noch eine Körperöhle aus und wenn ich GANIN richtig auffasse, so öffnet sich der Mund in die Leibeshöhle, die Leibeshöhle aber durch das Osculum nach aussen, so dass Osculum und Mundöffnung nicht identisch sind. Exoderm und Entoderm berühren sich bei Spongilla nirgends und das Osculum besteht nur aus Exoderm und Mesoderm.

Da ich für *Chalinula fertilis* zu ganz andern Resultaten gekommen bin und von einer Leibeshöhle nichts wahrnehmen konnte, so betrachte ich nunmehr, was unten durch die Entwicklungsgeschichte genauer begründet werden soll, als Exoderm eine einfache Lage von platten Epithelzellen, welche in einschichtiger Lage die Dermalfläche überziehen. Das Exoderm reicht bis zum Osculum und berührt sowohl hier, als an den Dermalostien das Entoderm. Sehr deutlich ist das Exoderm an eben festgesetzten Schwämmen zu erkennen (Fig. 23). Auch in der Umgebung des oft schornsteinartig vorgestreckten Osculum sind die Epithelzellen ohne weitere Behandlung sichtbar. Sie sind in Form und Grösse (Fig. 2) variabel, zeigen einen rundlichen hellen Kern, in dessen Umgebung ein geringer körniger Hof auftritt, während der übrige Zellenleib hell, homogen und durchsichtig erscheint.

An jungen Exemplaren überzeugt man sich, dass das Exoderm mit grosser Contractilität begabt ist und im erwachsenen Thiere wahrscheinlich das Oeffnen und den Verschluss der wandelbaren Hautporen besorgt. Es stellt daher ein sogenanntes Amöboid-Epithel dar. Die Contractilität dieser Lage ermöglicht ganz jungen bereits sessilen Schwämmen, sich von der Unterlage loszulösen (was immer geschieht, wenn das Thier zu sehr beunruhigt wird), um sich später an einer andern Stelle festzusetzen.

Die ziemlich glatte Dermalfläche zeigt an zahlreichen Stellen durch die bei den Spongien so allgemein vorkommenden Poren Unterbrechungen des Exoderms, welches hier wie am Oscularrande mit dem Entoderm zusammentrifft. Die Poren sind theils constante kreisrunde Oeffnungen, deren Durchmesser $\frac{1}{4}$ — $\frac{1}{2}$ mm beträgt und die mit blossem Auge leicht sichtbar sind als Mündungen der grössern in den Gastralraum führenden Canäle — sie mögen als Dermalostien bezeichnet werden. Daneben finden sich zahlreichere wandelbare und mit blossem Auge nicht sichtbare Poren in einer zwischen den Enden der radialen Fasern ausgespannten Dermalmembran, sie mögen als Dermalporen bezeichnet werden. Sie durchbrechen die Membran (Fig. 4) siebartig und führen in darunter gelegene, bei *Chalinula fertilis* sehr regelmässig angeordnete

Hohlräume, in sogen. Subdermalräume. Die Räume sind ebenfalls mit einem Plattenepithel ausgekleidet und ich lasse es vorläufig noch unentschieden, ob dieses Epithel ebenfalls in den Bereich des Exoderm gerechnet werden muss oder nicht.

Mesoderm.

Die in Rede stehende Formation des Spongienkörpers betrachtete ich bis anhin nach dem Vorgange HAECKEL's als ein Plasmalager, das aus verschmolzenen Zellen besteht.

Allerdings sprachen die neuern Befunde von F. E. SCHULZE sehr zu Gunsten eines bindegewebigen Charakters dieser Lage und nur gezwungen konnte man ihr mikroskopisches Verhalten bei Chondrosia und Corticium als aus einem weitergreifenden Umwandlungsprocess des Syncytiums sich entstanden denken. Die Entwicklungsgeschichte bestätigt auch für Chalineen die Richtigkeit der SCHULZE'schen Auffassung. Die Ausscheidung einer homogenen gallertigen Grundsubstanz zwischen den zelligen Elementen beginnt schon im Larvenleben mit dem ersten Auftreten des mittleren Keimblattes.

Der Zellenreichthum und die Beschaffenheit der Grundsubstanz variirt im ausgewachsenen Individuum an den verschiedenen Stellen. In der Dermalmembran, welche die Subdermalhöhlen überzieht, ist die Grundsubstanz reichlich, klar und körnchenarm. Oft zeigt die Grundsubstanz in der Umgebung mancher Geisselkammern ebenfalls eine helle, durchsichtige Beschaffenheit, in andern Fäen sind die Elemente zahlreich angehäuft und die Intercellularsubstanz stark granulirt. Gegen die Gastralfläche hin erscheint das Mesoderm besonders massig und zellenreich.

Die amöboiden Mesodermelemente sind von der mannigfachsten Gestalt. Spindelförmige Zellen mit langen fadenförmigen Ausläufern finden sich häufig in den dünnen Strängen, welche die zuführenden Canäle durchsetzen. In der Umgebung der Poren sind sie zuweilen sphincterartig angeordnet, fehlen aber eben so häufig und können nicht als eigentliche muskulöse Elemente angesprochen werden. Aehnliches hatte ich früher schon bei *Reniera semitubulosa* beschrieben. Daneben findet sich eine grosse Zahl kugeligere Zellen von bedeutender Grösse mit zahlreichen dunkeln Körnchen im Innern, an denen eine lebhaftere Molecularbewegung beobachtet wird. Viele derselben erscheinen durch Vacuolenbildung stark aufgetrieben und gehen ihrem Zerfall entgegen.

Amylumhaltige Zellen.

In meiner Mittheilung über *Reniera*, welche ich in dieser Zeitschrift, Bd. XXX, veröffentlichte, machte ich die Angabe, dass bei *Spongilla*

sowohl als bei einer Reihe mariner Gattungen amyllumhaltige Mesodermzellen vorkommen, zeitweise vielleicht in grosser Menge vorhanden sein können, um gelegentlich wieder aufgebraucht zu werden.

Diese Beobachtung reiht sich an eine andere von SCHULZE beobachtete Thatsache an, welche an *Chondrosia* festgestellt werden konnte. Bei dieser Gattung findet sich als Reservestoff in der Rinde und in den Gefässcheiden zeitweise eine fettähnliche Substanz als stark lichtbrechendes, knolliges Gebilde.

Die von mir gemachte Angabe wird von GANIN bestätigt und in einer Anmerkung (p. 10 seiner Abhandlung) erwähnt er, dass bei *Spongilla Mülleri* besonders zahlreiche und grosse amyllumhaltige Zellen vorkommen¹⁾.

Bei *Chalinula fertilis* konnte ich sie im Mesoderm ebenfalls beobachten, aber sehr spärlich, zudem sind sie auffallend klein. Da ich diese Art während der Fortpflanzungszeit untersuchte, so ist denkbar, dass diese Reservestoffe bereits aufgebraucht waren, während zu einer andern Jahreszeit dieselben vielleicht reichlicher vorhanden sind.

Den bisherigen zelligen Elementen des Mesoderms reihen sich zwei weitere an — die Spermazellen und die Eier. Die morphologischen Eigenschaften und die Genese der Sexualproducte werden bei der Entwicklungsgeschichte genauer erörtert werden.

Entoderm.

So sehr bis jetzt die Auffassung der einzelnen Forscher über Organe und Gewebe auch aus einander gehen mochten, so herrschte doch in einem Punkte völlige Uebereinstimmung — darin nämlich, dass die Geisselzellenlage, aber auch nur diese, als Entoderm aufgefasst werden müsse. Die mit einer Geissel versehene Kragenzellenschicht kleidet das Canalsystem inwendig vollständig aus (*Ascones*) oder nur die zuführenden Radialtuben (*Sycones*) oder nur gewisse Abschnitte des zuführenden Canalsystems (*Leucones*, *Halisarca*, *Gummineen*, *Horn-* und *Kieselchwämme*).

Gerade diese Uebereinstimmung hat besonders mit Bezug auf die tectologische Seite des Spongienorganismus viel Verwirrung hervorgebracht.

Bei den *Ascones* konnte Niemand zweifelhaft sein, dass der gesammte Gastralraum eine völlige Homologie mit dem coelenterischen Apparat zulässt.

1) Im Vorsommer 1879 konnte ich sie bei *Spongilla lacustris* wieder in grosser Menge auffinden.

Bei den Leuconen und Syconen giebt HÆCKEL an, dass anfänglich der gesammte Innenraum mit Entoderm ausgekleidet, später aber die Geisselzellenlage sich in die Wimperkörbe, resp. Radialtuben zurückziehe, also bestimmte Theile des Canalsystems von Entoderm entblösst werden.

F. E. SCHULZE wies aber ein Plattenepithel auch auf der Gastralfläche nach und dasselbe kann in seiner Existenz nicht mehr bezweifelt werden. Da er es zum Exoderm rechnet, so musste consequenterweise der Radialtubus und die Geisselkammer einem Olynthus gleichwerthig gesetzt werden und dagegen der centrale Gastralraum nicht auf den Gastralraum des Asconotypus bezogen, sondern unabhängig von demselben entstanden gedacht werden.

Ich machte schon 1876¹⁾ darauf aufmerksam, dass bei den Syconen, falls ein gastrales Plattenepithel existiren sollte, dasselbe als Entoderm aufgefasst werden müsste, welches das Mesoderm da überzieht, wo es von den geisseltragenden Kragenzellen entblösst ist oder dann als ein Endothel, welches seinen Ursprung vom Mesoderm ableitet.

Mit der Auffassung von SCHULZE konnte ich eine in Triest an *Sycandra raphanus* gemachte Beobachtung nicht vereinbaren, wonach die Radialtuben zuerst als einfache Ausstülpungen des centralen Gastralraumes entstehen und wie HÆCKEL bereits angiebt (Kalkschwämme, Band I, p. 348) die Entodermzellen noch die ganze Magenfläche überziehen. Inzwischen ist es SCHULZE gelungen, die Metamorphose der Larven von *Sycandra raphanus* vollständig zu verfolgen und meine Angaben bestätigten sich.

Die Untersuchung von *Chalinula fertilis* ergiebt nun, dass die centrale Gastralhöhle bis zum Oscularrande, ferner das gesammte zuführende Canalsystem von Entoderm ausgekleidet ist (ausgenommen dürften möglicherweise nur die Subdermalhöhlen werden).

Das Entoderm geht somit auch an den dermalen Ostien in das Exoderm über, während GANIN für *Spongilla* nirgends einen Zusammenhang zwischen beiden Gewebslagen annimmt.

Chalinula fertilis besitzt zweierlei Formen von Entodermelementen:

a. Geisselzellen, welche die sehr regelmässigen Geisselkammern auskleiden. Ihre Form stimmt so sehr mit den bei *Reniera* beobachteten überein und mit dem, was in den verschiedenen Ordnungen bekannt wurde, dass ich über dieselben nichts Neues anzufügen habe. Ihre Geisseln sind sehr kräftig und erzeugen, wovon man sich an Fremd-

1) C. KELLER, Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien des Mittelmeeres. Basel 1876.

körpern, welche zufällig in die Nähe des Osculum gelangen, leicht überzeugt, einen sehr energischen Wasserstrom.

b. Da wo die Geisselzellen fehlen, findet sich als Auskleidung des Canalsystems eine einfache Lage dünner polygonaler Plattenepithelzellen, deren Grenzen durch Silbernitrat leicht zur Anschauung gebracht werden können. Ohne weitere Behandlung sind sie sichtbar an den dünnen Strängen und Balken, welche die zuführenden Canäle quer durchziehen. Die Beschaffenheit dieser Elemente stimmt im Allgemeinen mit derjenigen des dermalen Epithels überein.

Wir erkennen somit in den Elementen des Entoderms eine ohne Uebergänge vermittelte morphologische Differenzirung, die auf eine Arbeitstheilung derselben zurückzuführen sein wird. Für die Nahrungsaufnahme und die Respiration fungiren wohl ausschliesslich die Geisselzellen der Wimperapparate, die in ihrem basalen Abschnitt stets körnchenreich und mit Pigment erfüllt sind.

Die übrigen Stellen sind lediglich für die Zufuhr und Abfuhr des Wassers bestimmt und fallen für die Nahrungsaufnahme ausser Betracht. Berücksichtigen wir die bereits bekannt gewordenen Thatsachen in den verschiedenen Gruppen der Spongien, so werden wir zu dem Schlusse gedrängt, dass diese Arbeitstheilung der Entodermischiecht keineswegs einen primären Zustand repräsentirt.

Den phyletisch ältesten, primären Zustand finden wir noch erhalten in der Familie der Ascones, wo sämmtliche Entodermelemente morphologisch und functionell gleichwerthig sind, also die ganze Gastralfläche eine verdauende Cavität darstellt. Aber die dünnen Wände der Ascones sind eben nur mit Poren versehen.

Hieran schliesst sich möglicherweise als ein Zustand bereits beginnender Arbeitstheilung die Gattung *Halisarca*. Leider gelang es F. E. SCHULZE nicht, die Larvenmetamorphose bei dieser Form mit der wünschenswerthen Sicherheit zu verfolgen, aber immerhin scheint mir der in Fig. 23 seiner Arbeit¹⁾ abgebildete Durchschnitt eines ganz jungen Schwammes von besonderem Interesse. Der Ectodermüberzug stellt daselbst eine einfache Lage geisselloser Plattenzellen dar. Dagegen erwiesen sich die mit Geisselkammern in Zusammenhang stehenden hellen Hohlräume ausgekleidet mit einem Epithel von platten Geisselzellen überzogen. Dieses Verhalten führt zu den Syconen hinüber. Die wasserzuführenden Canäle sind vollständig mit Geisselepithel ausgekleidet und genügend gross, um die mit dem Wasserstrom eingeführten Nahrungspartikel zurückzuhalten. Tritt das Wasser in den centralen

1) F. E. SCHULZE, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Gattung *Halisarca*. Diese Zeitschrift. Bd XXVIII. 1877.

Magenraum ein, so wird die Hauptmasse der Nahrung bereits abgefangen sein, dieser Abschnitt sinkt also herab zu einem blossen Ausführweg des Wasserstromes und dieser wird an der Magenwand um so leichter hingleiten, je glatter die Oberfläche beschaffen ist — daher die glatte Magenwand so vieler Spongien. Aber immerhin findet sich der phyletisch ältere Zustand der Asconen in dieser Gruppe wenigstens im jugendlichen Zustande des Schwammes vorübergehend.

Indem durch Ausbildung von Geisselkammern auch in den Zufuhrkanälen eine grössere Complication eintritt, die verdauende Fläche also noch mehr decentralisirt wird, als dies bei Syconen der Fall ist, gelangen wir schliesslich zum Canalsystem der Leucones, der Halisarcen, Gummineen und der meisten Horn- und Kieselschwämme.

II. Organologisches.

Canalsystem.

Dasselbe erhält bei *Chalinula* einen sehr hohen Grad der Ausbildung und kann am besten an guten Querschnitten und an Längsschnitten studirt werden, wozu man die regelmässig gebauten Einzelindividuen auswählt.

Hier zeigt dasselbe einen centralen und einen peripherischen Abschnitt.

Ersterer bildet einen mässig weiten, regelmässig entwickelten, bis zur Basis reichenden Hohlraum mit glatten Wänden, welche von zahlreichen, schon mit blossen Auge sichtbaren Gastralostien durchbrochen werden (Fig. 28). Auf Querschnitten erscheint es kreisförmig.

Diese Ostien bilden die Einmündungsstellen des peripherischen Abschnittes, gebildet von radiär wie Syconröhren verlaufenden Canälen, neben welchen aber zahlreiche grössere und kleinere nach verschiedener Richtung verlaufende Verbindungscanäle abgehen.

Die unregelmässigen kleinen Canäle münden nicht, wie die Hauptröhren, direct auf der Hautoberfläche aus, sondern in die von CARTER als »Subdermalräume« (subdermal cavities) bezeichneten, unter der Haut gelegenen Höhlungen.

Die Subdermalhöhlen sind auf Querschnitten als regelmässig angeordnete linsenförmige Räume zwischen den Enden der Radialfasern gelegen (Fig. 4). Eine siebartig durchlöchernte Hautmembran begrenzt dieselbe nach aussen und deren Poren sind wandelbar.

Ueber die Genese der Subdermalhöhlen habe ich nichts ermitteln können.

Als Aussackungen der zuführenden Canäle, besonders reichlich

gegen die Oberfläche hin, findet man die kugeligen und sehr regelmässig gebauten Wimperkammern. Sie bilden eine Hohlkugel, welche eine kleine Oeffnung in das Canallumen besitzt. Ihr Durchmesser beträgt 0,02 mm. Ueber ihre Vertheilung giebt Fig. 4 eine genauere Darstellung.

Indessen findet man in einzelnen Exemplaren Abweichungen von dem bisher geschilderten Bau. So fand ich Einzelpersonen mit einem einfachen Osculum, bei welchen nicht eine einfache Magenöhle, sondern an deren Stelle drei bis vier weite verticale Röhren, welche durch Scheidewände von einander getrennt waren. Wie diese Verticalröhren im Magen einer Einzelperson entstehen, konnte ich nicht ermitteln und es muss künftigen Untersuchungen vorbehalten bleiben, ob diese Verticalröhren aus einer einfachen Magenröhre dadurch hervorgehen, dass von der Wand her mehrere verticale Scheidewände einander entgegenwachsen.

Diese Thatsache scheint mir insofern von Interesse, als in der Ordnung der Lithistiden solche Verticalröhren in grösserer Verbreitung bei fossilen Formen bekannt geworden sind ¹⁾, und die betreffenden Arten dann als »syndesmotische« Stockformen betrachtet wurden (z. B. *Jerea pyriformis*).

Bei polsterförmigen Individuen endlich ist zuweilen weder ein Osculum noch eine Gastralhöhle erkennbar und sind solche Fälle dann als Lipogastrie aufzufassen. Hier erscheinen die Canäle ebenfalls senkrecht zur Oberfläche gerichtet, ein Theil derselben functionirt als Zufuhrrohren, andere als Abfuhrrohren.

Diese Stellvertretung des Magenraums durch Röhren des peripherischen Canalsystems wird auch bei Gegenwart einer Magenöhle bei *Chalinula* ungemein häufig beobachtet.

Da das Hohlraumssystem in vielen Gruppen der Spongien (*Esperia*, *Siphochalina* etc.) sehr entwickelt ist, so dient es einer Menge kleinerer Thierformen, namentlich Krustern, Echinodermen und Anneliden als Zufluchtsort.

So fand ich in Neapel einen bedeutenden Procentsatz von *Chalinula fertilis* mit einem kleinen Röhrenwurm (*Sabella*) vergesellschaftet, welcher sich in die Magenöhle einmietet, deren Wand vollständig verbaut und die Fäden über dem Osculum ausbreitet. Trotz diesem Einmieter bleibt der Schwamm vollständig lebenskräftig. Zuweilen trifft man als Commensale auch die von SCHULZE unter dem Namen *Spongiicola fistularis* (*Stephanoscyphus mirabilis* Allmann) beschriebene Hydroidform in den grösseren Canälen.

1) ZITTEL, Handbuch der Palaeontologie. 1. Bd. 2. Lfg. 1879.

Fasergestüst.

Die Hartgebilde stellen ein äusserst zierliches, zartes und zusammenhängendes Skelet dar, von welchem ich in Fig. 3 eine halbschematische Darstellung gebe. Dasselbe erhält man durch künstliches Macerieren, noch einfacher ist die natürliche Maceration, welche nach der Geburt beim Weibchen eintritt.

Wie OSCAR SCHMIDT bereits in seiner Diagnose der Chalineen angegeben, besteht das Gerüst aus Hornfasern, welche einfache Kieselnadeln einschliessen.

Es lassen sich drei Fasersysteme unterscheiden: radiale, longitudinale und Kreisfasern. Davon sind unbedingt die Radialfasern am stärksten ausgebildet und ein Querschnitt erinnert vielfach an das Nadelssystem eines Sycon. Hier liegen 2, 3 und mehr Kieselnadeln parallel neben einander und greifen mit ihren Enden in einander ein. Diese sind dann durch Hornsubstanz fest verkittet (Fig. 4 u. 4). Auch longitudinale stärkere Faserzüge sind erkennbar. Zarter sind bei Chalinula die Kreisfasern und selten sieht man in denselben zwei Nadeln neben einander liegen. Dieselben sind nicht als gerade Spangen zwischen den Radialfasern ausgespannt, sondern stets gegen den Gastralraum zu gebogen (Fig. 4). Ohne Zweifel ist diese Biegung als eine Wirkung des Wasserstromes anzusehen.

Die Kittsubstanz ist hyalin, farblos oder schwach gelblich, oft spärlich, an andern Stellen ist sie mächtig entwickelt und lässt eine deutliche Schichtung erkennen. Ihre Oberfläche ist glatt und deutlich gegen die Umgebung abgesetzt. Ich beobachtete einige Male an den Spongiolinfasern knotenförmige Auftreibungen und Nodositäten wohl als pathologisches Verhalten.

Die Nadeln besitzen eine durchschnittliche Länge von 0,09—0,4 mm und sind an beiden Enden zugespitzt, auch an einem oder an beiden Enden abgerundet. Ein Centralcanal ist leicht sichtbar.

Ausser den in Hornsubstanz eingeschlossenen Kieselnadeln finden sich solche, jedoch in geringer Zahl, frei im Mesoderm gelegen als sog. Fleischnadeln.

Ihre Entstehung erfolgt im Innern von Mesodermzellen (Fig. 20) und kann bei Larven und jungen Schwämmen leicht verfolgt werden.

Das Gerüst ist anfänglich regellos und die einzelnen Nadeln zerstreut. Ich nehme an, dass mit der Entstehung von Poren und Canälen der Wasserstrom bestimmend auf die Lagerung der Nadeln einwirkt und zunächst radiale Faserzüge bildet. Die verkittende Spongiolinsubstanz kommt erst später hinzu und ist wohl ein Ausscheidungsproduct des

Mesoderms. Sie wird je nach Bedürfniss und Festigkeit in Lagen schichtweise um die Nadeln herum abgesetzt.

III. Entwicklung.

Neben der ungeschlechtlichen Vermehrung durch Sprossung findet bei *Chalinula fertilis* eine geschlechtliche Fortpflanzung statt und tritt wahrscheinlich nur in den Frühlingsmonaten auf. Zu Anfang März fand ich in Neapel eine Menge von Individuen mit reifen Genitalproducten, doch scheint mit Anfang April die Acme der Fortpflanzungsthätigkeit erreicht zu sein und nimmt gegen Ende dieses Monats bedeutend ab.

Sexualität und äussere Erscheinungen bei eintretender Geschlechtsreife.

Wenn noch vor wenigen Jahren ernste Zweifel in Bezug auf die Existenz einer geschlechtlichen Fortpflanzung bei Spongien laut wurden, so darf gegenwärtig die Frage als erledigt angesehen werden. Schon LIEBERKÜHN¹⁾ hat bei *Spongilla* unzweifelhaft die Samenelemente im Jahre 1856 beobachtet, seine Angaben hatte ich unlängst in ihrem ganzen Umfange zu bestätigen Gelegenheit gehabt. HAECKEL²⁾ und EIMER³⁾ machten ebenfalls eingehende Angaben über das Vorkommen von Sperma bei Kalk- und Kieselschwämmen und die successiven und höchst genauen Publicationen von F. E. SCHULZE entschieden diese Frage endgültig. Letzterer Forscher constatirte die Thatsache, dass *Halisarca lobularis* und wahrscheinlich auch *Halisarca Dujardinii*, ferner *Aplysilla sulfurea*, *Spongelia pallescens* getrennten Geschlechtes sind; über den echten Badeschwamm wird SCHULZE wohl bald genauere Angaben veröffentlichen und nur der Curiosität wegen mag angeführt sein, dass an den griechischen Inseln unter den Schwammfischern allgemein die Ansicht herrscht, dass es männliche und weibliche Schwämme gebe⁴⁾.

Auch bei *Spongilla lacustris* hielt ich Geschlechtertrennung für wahrscheinlich, während GANIN⁵⁾ angiebt bei *Spongilla fluviatilis* Eier und Sperma in denselben Exemplaren aufgefunden zu haben, doch so, dass bei den einen die Eier, bei andern das Sperma vorwiegend ist.

1) LIEBERKÜHN, Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen. MÜLLER'S Archiv 1856.

2) HAECKEL, Die Kalkschwämme. Berlin 1872.

3) EIMER, Nesselzellen und Samen bei Seeschwämmen. Archiv für mikr. Anatomie. 1872.

4) GEORG V. ECKHEL, Der Badeschwamm. Triest 1873. (Von SCHULZE jüngst bestätigt.)

5) GANIN, Материалы etc. Warschau 1879.

Ein äusserlicher Unterschied bei Geschlechtertrennung ist bisher von keinem Forscher bemerkt worden.

Chalinula fertilis ist getrennten Geschlechtes und der Unterschied zwischen Männchen und Weibchen sehr in die Augen fallend.

Die männlichen Individuen sind auch zur Zeit ihrer Geschlechtsreife von dürtigem, gracilem Baue. Die Weibchen dagegen doppelt bis dreifach so gross, und bedeutend praller und massiger als die Männchen und ferner ausgezeichnet durch eine seltsame Erscheinung bei eintretender Geschlechtsreife. Sobald die Bildung von Eiern beginnt, nimmt ihre bisher braungelbe Färbung ein röthliches Colorit an. Sie erscheinen wie rosafarben angehaucht, einzelne Weibchen, besonders kräftig gebaute, werden beinahe pfrsichblüthroth, andere besitzen einen Stich ins Lila.

Dieser zarte Farbenton verschwindet aber nach der Befruchtung, respective mit beginnender Eifurchung ziemlich rasch und das trüchtige Weibchen wird bis zur Zeit, wo die Larven ausschwärmen, ockergelb.

Mit diesen Erscheinungen einmal vertraut, konnte ich unter Dutzenden von Exemplaren, die ich im Aquarium hielt, mit Sicherheit nach dem äussern Charakter vorher bestimmen, welche Exemplare männlich und welche Weibchen unbefruchtete oder in Furchung begriffene Eier und welche bereits reife Larven enthielten.

Diese auffällige mit der Geschlechtsreife parallel verlaufende Farbenerscheinung bei *Chalinula* darf wohl als eine Art Hochzeitskleid angesehen werden, vergleichbar dem Hochzeitskleid vieler Wirbelthiere. Während das Männchen aber stets unscheinbar bleibt, tritt es hier nur bei weiblichen Individuen auf.

Sperma.

Beim Zerzupfen des Schwammgewebes trifft man die Spermatozoen entweder einzeln oder zu grösseren Ballen vereinigt in lebhafter Bewegung. An ihnen ist ein Köpfchen und eine lange Geissel zu unterscheiden. Ersteres ist länglich, schwach gebogen und in seinem oberen Ende ist ein stark lichtbrechendes Körperchen wahrzunehmen. Die Grösse beträgt ungefähr ein Drittel einer Kragenzelle des Entoderms. Der Schwanz ist seitlich am Köpfchen inserirt und zehnmal so lang als dieses (Fig. 5 und 6).

Die Spermatozoen entstehen, wie man sich an Querschnitten durch männliche geschlechtsreife Exemplare überzeugen kann, im Mesoderm und sind dort in einer von Epithel ausgekleideten Kapsel eingeschlossen. Ueber die Genese dieser Spermaaballen habe ich keine befriedigenden Resultate erlangen können.

Eier.

Sobald das Weibchen beginnt eine rosa- oder lilafarbige Oberfläche zu erhalten, ist man sicher, dieselben in grosser Zahl im Mesoderm anzutreffen.

Im ausgereiften Zustande sind sie kugelig und enthalten einen grossen, meist excentrisch gelegenen Kern oder Keimbläschen und einen stark lichtbrechenden kugeligen Keimfleck. Um das Keimbläschen herum findet sich eine grosse Zahl stark lichtbrechender kugeliger Dotterelemente. Ganz junge Eier sind frei im Mesoderm gelegen, körnchenarm und daher sehr durchsichtig. Sie sind mit ausgesprochener amöboider Bewegung ausgestattet und können ihre Lage im Mesoderm verändern. Das reife Ei dagegen ist in eine deutliche Kapsel eingeschlossen und man erblickt zwischen Eifläche und Kapselwand einen hellen Zwischenraum. Letztere ist auf ihrer innern Seite mit einer deutlichen Lage von platten Endothelzellen ausgekleidet.

In der Umgebung der Eikapsel treffe ich stets eine grössere Zahl körnchenreicher Mesodermzellen (Fig. 8), welche beim Herausschälen der Kapsel an der Wand haften bleiben. Da während der Furchung eine bedeutende Volumzunahme des Inhaltes stattfindet, haben diese Zellen wohl eine nutritive Bedeutung. Aus den verschiedenen Alterszuständen der Eier ist zu entnehmen, dass sie durch reichlichere Ernährung aus gewöhnlichen Mesodermzellen hervorgehen.

In welcher Weise die Befruchtung erfolgt, konnte ich nicht ermitteln. Da die Kapsel sich frühzeitig ausbildet, so muss angenommen werden, dass die Spermatozoen die Kapselwand erst durchbohren müssen, um das Ei zu erreichen.

Furchung.

Ueber die Furchung besitzen wir weder von marinen Hornschwämmen noch Kieselschwämmen genauere Kenntniss; die Chalineen, in der Mitte zwischen beiden stehend, sind bisher ebenfalls noch nicht untersucht.

BARROIS¹⁾ bemerkt über die Furchung bei seiner *Verongia rosea* (*Aplysilla rosea* Schulze): On trouve de ces oeufs tous les stades de fractionnement, mais leur opacité rend bien difficile à suivre la marche de ce phénomène. Un fait intéressant du fractionnement que j'ai constaté d'une façon certaine, c'est la division des éléments de l'oeuf en

1) CH. BARROIS, Mémoire sur l'Embryologie de quelques Eponges de la Manche. Ann. des scienc. nat. Zool. Sér. VI. T. III. art. 11. 1876.

deux parties différentes, dès les premiers stades du fractionnement. Aus der Furchung resultirt nach BARROIS eine Amphiblastula.

Für *Aplysilla sulfurea* giebt SCHULZE an, dass er den Process der Furchung und der Larvenanlage nicht Schritt für Schritt habe verfolgen können und die innerhalb ihrer Mesodermkapsel angetroffenen Larven zeigten eine unregelmässige Eiform und waren an der Aussenfläche gleichmässig mit langen Wimpern besetzt. Unter einer äussern zelligen Rindenschicht wurde der Innenraum mit einer dem gallertigen Bindegewebe vergleichbaren Zellenmasse erfüllt.

Für *Spongelia avara* und *pallescens* konnte SCHULZE eine Furchungshöhle nicht erkennen und nimmt an, die Morula möchte durch fortgesetzte Zweitheilung entstanden sein.

Hinwiederum berichtet OSCAR SCHMIDT¹⁾ über Kieselschwämme (*Esperia*), dass schon in den ersten Stadien das Ei den Zellencharakter einbüsse und dass man von einem deutlichen Furchungsprocess nicht reden könne.

CARTER²⁾ giebt über *Chalina simulans* Bow. (*Halichondria simulans* Johnst.) ebenfalls keinen Aufschluss über diese Vorgänge: »By what stages the sphaeroidal ovum passes into the elongated embryonal form, I do not know.«

Auch über Kieselschwämme (*Isodyctia rosea* und *Desmacidon fruticosa*) machte BARROIS³⁾ Angaben. Die Furchung ist eine regelmässige und totale und im Verlauf der Furchung entsteht eine centrale Höhle.

Beim Süsswasserschwamm fand GANIN⁴⁾ ebenfalls eine reguläre, totale Furchung, ein Morulastadium, welches später eine innere Höhlung bekommt und wobei durch Delamination das Exoderm und Entoderm gebildet wird (*Planogastrula*).

Welche Vorgänge die Bildung der beiden ersten Furchungszellen bei *Chalinula fertilis* einleiten, gelang mir nicht zu ermitteln, zahlreiche reife Eier waren ohne Keimbläschen, dasselbe verschwindet wohl vor der Befruchtung. Andeutungen von Richtungskörperchen in der Umgebung des Eies konnte ich nicht finden.

Die Furchung verläuft rasch und ist normal nach 20 bis 30 Stunden beendigt. Sie ist eine totale, aber inäquale. Die beiden ersten

1) OSCAR SCHMIDT, Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschrift. Bd. XXV. Suppl. 1875.

2) J. CARTER, Development of the Marine Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 1874.

3) BARROIS, loc. cit.

4) l. c. Taf. I, Fig. 8—16.

Furchungszellen sind ungleich, eine übertrifft die andere wesentlich an Grösse (Fig. 9).

Senkrecht auf die erste Theilungsebene folgt eine zweite und es entstehen 4 Furchungszellen. Anfänglich liegen sie in einer Ebene (Fig. 10), später erfolgt aber eine Lagenverschiebung.

Ich finde wenigstens Stadien, bei welchen 4 Zellen vorhanden sind, und die Verbindungslinie zweier Furchungszellen diejenige der beiden andern unter einem rechten Winkel kreuzt. Ein häufig beobachtetes Stadium mit 4 Zellen zeigt später eine tetraedrische Anordnung. Drei kleinere Zellen bilden die Basis einer Kugelpyramide. Auf diesen ruht die vierte, bedeutend grössere Zelle (Fig. 11). Damit ist bereits die zukünftige Sonderung von Ectoderm und Entoderm angedeutet. Ich betrachte die 3 untern kleineren Furchungskugeln als zukünftiges Ectoderm, die obere dagegen als Stammzelle des Entoderms.

Diesem Stadium folgt ein solches mit 7 Furchungszellen. Indem die basalen Ectodermzellen durch Ebenen senkrecht zur Basis getheilt werden, die Entodermzelle aber unverändert (Fig. 12) bleibt, bilden 6 kleine Zellen eine schüsselförmige Unterlage, welche die Entodermzelle an der Basis umgreifen. Wir finden also eine raschere Theilung der Ectoderm-elemente. Jetzt schneidet eine neue Theilungsebene die obere Zelle in zwei, unmittelbar nachher eine zu der vorigen Theilungsebene senkrechte, also der Basis der Kugelpyramide parallelen Ebene die 6 kleineren Zellen in 12, einen obern und einen untern Kranz von 6 Zellen. Daraus geht ein Stadium von 14 Zellen (Fig. 13) hervor, 12 dem Ectoderm angehörige und 2 grosse Entodermzellen, letztere von ersteren schon stark umwachsen. Bis zu diesem Stadium findet zwar eine Zunahme der Dotterkörnchen statt, indem aber ein gelbbraunes Pigment jetzt auftritt, wird der gefurchte Keim in seiner Durchsichtigkeit stark beeinträchtigt, so dass man zu aufhellenden Mitteln greifen muss.

Kalilauge ist insofern unbrauchbar, als sie die Zellen stark auftreibt.

Am geeignetsten erwies sich folgende Methode: Die Furchungsstadien, mit blossem Auge leicht sichtbar, werden in absolutem Alkohol erst entwässert und hierauf für 2—3 Tage in eine nicht zu dicke Sandaraklösung eingelegt. Nach einigen Tagen sind sie hinreichend aufgehellt und werden in dem flüssigen Harz untersucht. Durch Hin- und Herrollen mit dem Deckglase kann man die verschiedenen Stellen der Oberfläche untersuchen.

Bisher ist von einer Furchungshöhle nichts vorhanden und auch später wird niemals eine solche gebildet. Vom 14 zelligen Stadium an nimmt der kugelige Haufen rasch an Grösse zu und macht später den

Eindruck einer Morula. Man überzeugt sich aber beim Rollen unter dem Gläschen, dass an der Oberfläche ein deutlich umgrenztes Feld existiert, dessen Zellen sich durch Grösse von den übrigen peripherischen Zellen auszeichnen. Dieses Feld wird später zum hintern Pol der Larve und entspricht dem Urmund derselben. Dieses Feld gehört dem Entoderm an und wird daher dieses nicht vollständig von den rascher sich theilenden Exodermzellen umwachsen.

Wie aus den ersten Furchungsstadien ersichtlich ist, stellt dieser im ersten Moment einer Morula vergleichbare kugelige Zellenhaufen in Wirklichkeit eine wahre Gastrula dar, die Invagination des Entoderms erfolgt nicht vollständig und der Urmund ist durch einen sogen. »Dotterpfropf« verschlossen (Fig. 14).

Dieses Stadium wandelt sich sehr bald in die freischwimmende Larve um. Die Theilung der Ectoderm- und Entodermzellen erfolgt sehr rasch, es scheint mir sogar, dass die Furchungszellen simultan in eine Menge kleinerer Elemente zerfallen, wenigstens erkennt man letztere auf der Oberfläche zu polygonalen Feldern gruppiert, welche den Zellgrenzen grösserer Furchungszellen entsprechen.

In der Mesodermkapsel eingeschlossen streckt sich der Embryo und geht in eine ovale Larve über. Die Exodermzellen werden cylindrisch und bilden eine hellere einfache Schicht, jede derselben treibt eine Geissel hervor. Die oberflächlichen Zellen des Dotterpfropfes sind anfänglich ohne Geisseln (Fig. 15).

Nun beginnt auch die Bildung des Mesoderms. Das primäre Entoderm zerfällt in eine periphere Lage, welche zum Mesoderm sich umbildet und eine centrale Lage, aus der das definitive Entoderm hervorgeht. Dieser Process macht sich bemerkbar durch das Auftreten von einfachen schwach gebogenen und an beiden Enden zugespitzten Kieselnadeln, welche in Zellen entstehen, wovon man sich an ganz jungen isolirten Zellen überzeugt (Fig. 20).

Diese Nadeln liegen stets peripherisch unter dem Geisselepithel meist in der Richtung der Körperachse. Der Urmundrand, d. h. die Umgebung des Dotterpfropfes, ist die Stelle, wo zuerst eine Differenzirung des Mesoderms auftritt. Hier treten die Kieselnadeln zuerst und an allen Punkten gleichzeitig auf und schreiten allmähig weiter gegen den vordern Pol. Schon METSCHNIKOFF¹⁾ scheint bei Renieralarven, wie ich aus seiner Abbildung schliessen muss, etwas Aehnliches beobachtet zu haben.

1) E. METSCHNIKOFF, Zur Entwicklung der Kalkschwämme. Diese Zeitschrift. Bd. XXIV. 1874.

Die Furchung von *Chalinula fertilis* erfolgt also auf dem Wege einer Epibolie. Sie ist im gewissen Sinne der Furchung der Amphibien vergleichbar, nur dass dort eine Furchungshöhle existirt, hier dagegen nicht. Im Wesentlichen schliesst sie sich eng an die merkwürdigen Vorgänge an, welche kürzlich durch ED. VAN BENEDEN als Gastrulation der Säugethiere und als Furchungsvorgänge an den nematogenen Keimen von *Dicyema* entdeckt wurden ¹⁾.

VAN BENEDEN ist geneigt, diese Epibolie als die ursprünglichste Form einer Amphigastrulabildung aufzufassen, während HAECKEL in diesem Modus eine abgekürzte Gastrulabildung erblickt.

Die freischwimmende Larve

ist in allen wesentlichen Theilen schon in der Mesodermkapsel des Mutterthieres vorgebildet. Mit dem Uebergang aus einem kugeligen Körper in die Eiform ist die gelbbraune Färbung nicht mehr gleichmässig, sondern das Pigment sammelt sich an der hintern, als Entodermpropf bezeichneten Stelle an. Dieser Bezirk, den ich als indifferente Zone auffasse, von der aus die Scheidung in Mesoderm und Entoderm der Larve nach dem vordern Pole fortschreitet, ist scharf von der Umgebung abgesetzt (Fig. 15). Die Larvenkapseln sind vorwiegend in der Umgebung der centralen Magenöhrlung angehäuft, bei polsterförmigen, magenlosen Individuen an der Basis des Schwammes und mit unbewaffnetem Auge als gelbliche Punkte erkennbar.

Der Lage nach sollte man erwarten, dass die Larven durch das Osculum ausschwärmen, wobei der Wasserstrom unterstützend wirkte.

Dem ist aber nicht so; die Thätigkeit wird in den Geisselkammern nach und nach sistirt und das Ausschwärmen erfolgt durch die grösseren nach der Dermalfläche führenden Canäle. Man sieht die Larven aus den Dermalostien austreten. Das Schwärmen erfolgt zuerst an der Basis des Schwammes, wo die Embryonen zuerst ausreifen, und schreitet gegen das Osculum hin fort.

Die ovale Larve durchbricht mit dem vordern spitzen Pole ihre Kapsel, welche ohnehin durch die Volumzunahme ihres Inhaltes ausgedehnt und dünnwandig geworden ist. An gehärteten reifen Weibchen

1) EDUARD VAN BENEDEN, La maturation de l'oeuf, la fécondation et les premières phases du développement embryonnaire des Mammifères, d'après des recherches faites chez le lapin. Communication préliminaire. Extr. d. Bull. de l'Acad. Roy. d. Belgique. Bruxelles 1875. — Derselbe, Recherches sur les Dicyemides survivants actuels d'un embranchement des Mesozoaaires. Extr. d. Bull. de l'Acad. Roy. d. Belgique. Bruxelles 1876.

fand ich den spitzen Pol bereits ins Canallumen ragen, während das braune Hinterende noch in der Kapselwand eingeklemmt war.

Die Geburt ist gewöhnlich nach 40—45 Stunden beendet und dann bleibt vom Weibchen nichts mehr übrig, als das zarte und zierliche Fasergerüst; die Geisselkammern und die Mesodermzellen fallen ab und werden rasch von Infusorien bevölkert, der Schwamm erscheint nach der Geburt vollständig macerirt.

Ich glaube mit Bestimmtheit annehmen zu können, dass die Weibchen von *Chalinula fertilis* überhaupt nur einmal in ihrem Leben trüchtig werden, dann aber in Folge massenhafter Larvenproduction (ein einziges Weibchen bildet gegen 400 Larven aus) regelmässig zu Grunde gehen. Wahrscheinlich werden beim Geburtsact die mütterlichen Gewebe so stark mechanisch geschädigt, dass das Mutterthier diese Insulte nicht zu überleben im Stande ist. Nicht nur im Aquarium konnte ich das Abfallen der Geisselkammern verfolgen, sondern solche frische ausmacerirte Schwammgerüste wurden mir auch aus dem Kriegshafen gebracht.

Nach Beobachtungen von OSCAR SCHMIDT zu schliessen, kommt das vielleicht auch bei Renieren vor.

Die freie, mit einem langen Wimperkleide versehene Larve von *Chalinula fertilis* besitzt eine durchschnittliche Länge von 0,33 mm bei einer Breite von 0,22 mm (Fig. 16).

Der vordere Pol ist spitz wie bei der von CARTER abgebildeten Larve von *Chalina simulans*. Hinten ist der intensiv braungefärbte Pol jetzt stark vorgezogen und quer abgestutzt. Die einfache Lage der schlanken Geisselzellen des Ectoderms ist farblos und reicht bis zum braunen Dotterpfropf. Die darunter gelegene innere Zellenmasse ist gelblich pigmentirt. Der stark pigmentirte hintere Theil besteht aus cubischen Zellen, welche einen deutlichen kugeligen Kern besitzen und dicht aneinander gedrängt sind, während namentlich die vordere und mittlere Mesodermmasse schon eine deutliche Intercellularsubstanz besitzt. CARTER und BARROIS geben an, dass dieser hintere Pol bei Kieselschwämmen keine Wimpern besitze und bestätigen die Angaben METSCHNIKOFF'S, dass an seiner Grenze ein Kranz besonders langer kräftiger Cilien vorhanden ist, während OSCAR SCHMIDT freischwimmende Larven abbildet (von *Esperia* und *Reniera*), die auf der ganzen Oberfläche bewimpert sind.

In der Mesodermkapsel ist nach meinen Beobachtungen der hintere Pol bei *Chalinula geissellos*, ebenso bei *Esperia Lorenzii*, aber mit dem Ausschlüpfen wachsen von der Oberfläche lange Geisseln aus. Dagegen sind zwischen geisseltragenden Zellen zuweilen einzelne helle geissellose

Zellen sichtbar. Doch sind die Geisseln am Entodermopol nur temporär, sie verschwinden wieder vor dem Festsetzen zu einer Zeit, wo die Geisseln des Ectoderms noch vorhanden sind. Eine Ungleichheit der Geisseln konnte ich nicht wahrnehmen.

Bei *Spongilla* ist nach GANIN die ganze Larvenoberfläche mit geisseltragendem Ectoderm überzogen, dem dunklen hintern Pol bei vielen Kieselschwämmen dürfte dann wahrscheinlich die mesodermale Anhäufung entsprechen, welche im hinteren Ende auftritt und von GANIN auf Taf. II, Fig. 17 und 18 seiner Abhandlung abgebildet wird. Diese Deutung ist um so wahrscheinlicher, als auch von dieser Stelle aus die Mesodermbildung beginnt.

Um die freilebenden Larven von *Chalinula* zu beobachten, setzte ich in ein mit frischem Seewasser gefülltes Becherglas mehrere trüchtige Weibchen.

Schon nach 2—3 Stunden waren eine Menge von Larven sichtbar und zwar an einer ganz bestimmten Stelle. Sie sind wie die Schwärmsporen gewisser Algen offenbar für das Licht empfindlich und suchten möglichst lichtarme Stellen auf. Sie halten sich mit Vorliebe an dem Wasserspiegel auf und schwimmen sehr lebhaft in der durch Adhäsion am Glase emporgehobenen Wasserzone. Nur wenn sie beunruhigt werden gehen sie zu grösseren Schaaren vereinigt in die Tiefe, halten sich aber auch hier immer auf der dem Lichte abgewendeten Seite.

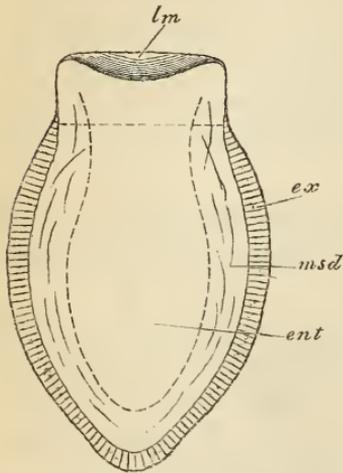
Auf eine Eigenthümlichkeit, die allerdings vor dem Festsetzen verschwindet, möchte ich noch zurückkommen, weil ich sie morphologisch nicht für bedeutungslos halte. Am hintern Ende bildet sich während des Freilebens eine napfförmige Vertiefung aus und der Rand derselben erscheint mehr oder minder stark aufgewulstet.

Diese Bildung möchte ich als Andeutung einer primitiven Magenhöhle betrachten und den aufgewulsteten Rand als Urmundrand in Anspruch nehmen¹⁾. Will man mit VAN BENEDEN annehmen, dass die durch Epibolie entstandene zweischichtige Larve oder Amphigastrula bei den Dicyemiden und beim Kaninchen einen primären Zustand darstellt, aus dem die Amphiblastula nach und nach sich herausbildete, so wird man diese Grube als erste Andeutung einer Invaginationshöhle aufzufassen haben, nimmt man dagegen mit HAECKEL an, dass diese eigenthümlich modificirte Gastrulabildung, wie sie sich bei *Chalinula* auch findet, einen secundären Zustand vorstellt und aus der durch Invagination entstandenen Amphigastrula entstanden ist, so würde die *Chalinular*larve ein

1) Eine homologe Bildung ist vielleicht die »basal area« der Euspongialarve.

Mittelglied darstellen, das noch eine rudimentäre Urdarmhöhle besitzt. Der beigefügte Holzschnitt gibt eine Darstellung derselben.

Diese Grube mag auch zur Aufnahme von Nahrung dienen. Fütterungsversuche mit Carmin ergaben, dass suspendirte Körnchen in grosser Zahl in derselben angesammelt und festgehalten werden.



x, Exoderm, *msd*, Mesoderm, *ent*, Entoderm, *lm*, Larvenmund.

Die kräftige Bewegung der nach hinten gerichteten Geisseln ist besonders geeignet, suspendirte Stoffe in diese Grube zu wirbeln.

Da die Larve einige Tage frei lebt, durch die Geisselzellen ein verhältnissmässig grosses Quantum lebendiger Kräfte frei wird, die erst aus vorhandenen Spannkraften umgesetzt werden, die Dotterkörner aber bereits nicht mehr so reichlich vorhanden sind, so werden diese Spannkraften in irgend einer Form von aussen her bezogen werden müssen. Jedenfalls ist dieser hintere Pol auch respiratorischer Abschnitt.

Festsetzen und Metamorphose.

Einige Larven machen schon wenige Stunden nach dem Ausschwärmen den Versuch, sich festzusetzen, bleiben kurze Zeit haften und lösen sich dann wieder los.

Normal erfolgt das Festsetzen erst am zweiten oder dritten Tage. Zuerst gehen die Geisseln am hintern Pole verloren und die Larve erscheint plötzlich stark abgeflacht in einer zur Längsachse senkrechten Richtung. In diesem Zustande habe ich die Larve auf Taf. XIX, Fig. 48 von der Bauchseite und in Fig. 47 von der Kante abgebildet. CARTER giebt für *Chalina simulans* an, dass das Festsetzen mit dem hintern geissellosen Pole erfolge. Dies ist auch für *Chalinula fertilis* in gewissem Sinne richtig, indem es den Eindruck macht, als ob sich die Larve mit dem hintern Pole an die Glasfläche anlebe, aber sie stellt sich nicht aufrecht, wie es CARTER¹⁾ in seiner Fig. 28 darstellt, sondern sie legt sich auf die Breitseite, welche zur Basis des künftigen Schwammes wird.

Diese Abflachung ist bereits auch von OSCAR SCHMIDT für *Esperia* beobachtet²⁾.

1) J. CARTER, Development of the Marine Sponges. Ann. and Mag. of Nat. Hist. 1874.

2) OSCAR SCHMIDT, Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien. Diese Zeitschrift. Bd. XXV. Suppl. 1875.

In dieser Lage festgesetzt, kann man indessen die Geisseln des Exoderms noch stundenlang lebhaft schwingen sehen.

Nach und nach verschwinden die Geisseln, vermuthlich werden sie eingezogen, die cylindrischen Exodermzellen werden niedriger, aber keineswegs abgeworfen, wie METSCHNIKOFF früher angab. Das Geisselzellenlager geht in ein sehr contractiles Lager von flachen Epithelzellen über und hierauf erfolgt ein vollständiges Umfliessen des hinteren bis jetzt vom Ectoderm entblösten Poles. Das contractile oberflächliche Zellenlager schiebt über denselben hinweg, übrigens auch nach allen übrigen Richtungen veränderliche Fortsätze aus, welche zur Befestigung an der Unterlage dienen (Fig. 19 und 21).

Eine innere Höhlung fehlt noch und der Schwamm gleicht auf diesem Stadium einem unregelmässigen Fladen mit zipfelförmig ausgezogenem Rande.

Die oberste Lage ist gebildet von einem einschichtigen Lager farbloser platter, contractiler Epithelzellen, welche besonders am Rande (Fig. 22) deutlich erkennbar sind. Darunter folgt eine Mesodermilage mit Kieselnadeln und im Centrum eine Lage nadelfreier Zellen (Entoderm). Der pigmentirte Pol ist verschwunden und das Pigment in der Zellenmasse wieder gleichmässig vertheilt. Der Durchmesser eines solchen Fladens beträgt ungefähr 4 mm.

Auch OSCAR SCHMIDT hat solche Fladen beobachtet.

Um die folgenden Veränderungen, die für die Auffassung des Spongienorganismus entscheidend sind, genau verfolgen zu können, richtete ich mir eine Anzahl Schwammzuchten ein.

Anfänglich versuchte ich in einem Miniaturaquarium die Larven zum Festsetzen zu bringen. Auf die Gewohnheit der Larven bauend, stets die dem Lichte abgewendete Seite aufzusuchen, stellte ich an der hintern Wand Objectträger auf, allein mit grosser Hartnäckigkeit krochen die Larven stets hinter die Objectträger und setzten sich an der Wand des Aquariums fest. Man kann diesem Uebelstande abhelfen, indem man die Objectträger mit Paraffin anklebt.

Aber einmal gehen viele Larven zu Grunde und Pilze zerstören die Zuchten und sodann ist das nachherige Reinigen der Gläser von dem anhaftenden Paraffin zu umständlich.

Viel zweckmässiger fand ich, die Larven mit einer Pipette herauszuholen und auf eine grössere Zahl von Uhrgläsern zu vertheilen, ich setzte 6—8 Stück in je ein Glas. Da die Larven an der Oberfläche leben, so setzte ich ein kleines Exemplar einer schwimmenden grünen Alge (Enteromorpha) in das Glas, dadurch wird die Oberfläche stets mit Sauerstoff gespeist und die Larven, vor Staub gut geschützt, gedeihen

sehr gut. Indem man gleichzeitig mehrere Zuchten zur Verfügung hat, läuft man nicht Gefahr, dass diese Zuchten alle von Pilzen heimgesucht werden.

Dann kann man darauf rechnen, dass einige Larven sich an der Oberfläche des Wassers ausbreiten und ansetzen und gerade diese kann man jederzeit auch mit starken Vergrößerungen untersuchen. —

Nach erfolgtem Festsetzen sind bis zum 3. Tage an den gezüchteten und gesund aussehenden Schwämmen keine grossen Veränderungen beobachtet worden. Nur in der Mitte des Fladens zeigte sich eine schwache Anschwellung und bei kräftigen Exemplaren erhob sich ein abgerundeter Zapfen, der aber im Innern noch solid war. Einen solchen jungen, $2\frac{1}{2}$ Tage alten Schwamm habe ich in Fig. 24 dargestellt.

Am Ende des 3. Tages, meist am 4. Tage traf ich im Innern des Schwammes Entodermzellen, welche sich zu Gruppen vereinigten und viel intensiver als die übrigen gefärbt erschienen; es sind dies die ersten Anlagen der Wimperkörbe. Zunächst bilden sie geschlossene Zellgruppen.

Am vierten Tage erfolgte durch Auseinanderweichen der centralen Zellen eine Höhlung im Innern — die Anlage des Magenraums. Auch die braunen Zellgruppen, die an verschiedenen Punkten und völlig unabhängig von einander entstanden, wichen etwas auseinander und öffneten sich in den centralen Raum und begannen eine gestreckte Gestalt anzunehmen. Die umgebenden blassern Entodermzellen gruppieren sich zu einer einfachen Lage, welche den Magenraum zwischen den gebildeten Geisselkammern auskleiden. Am 5. Tage war das Osculum deutlich sichtbar und ziemlich weit. Es entsteht, indem an der obern Wand des Magenraumes ein Durchbruch nach aussen erfolgt. In gleicher Weise erfolgt am 5. Tage auch die Bildung der Hautporen. Damit ist der junge Schwamm im Wesentlichen fertig und hat eine Gestalt erlangt, wie ich auf Fig. 23 dargestellt habe. Fig. 24 zeigt einen solchen jungen Schwamm im Durchschnitt.

Stellt man die Hauptmomente, wie sie zeitlich verlaufen, zusammen, so findet man durchschnittlich als normale Vorgänge:

Dauer der Furchung:	30 Stunden.
Ausschwärmen der Larven:	bis zu Ende des 2. Tages.
Freilebendes Larvenstadium:	am 3., 4. und 5. Tage.
Festsetzen:	am 5. Tage.
Bildung der Wimperkammer und der Gastral- höhle:	am 8. Tage.
Durchbruch der Mundöffnung und Bildung der Hautporen:	am 9. Tage.

Während GANIN bei *Spongilla* noch eine Leibeshöhle angiebt, welche neben einer Magenhöhle entsteht, und nur von Exoderm und Mesoderm begrenzt ist und die Mundöffnung in die Leibeshöhle sich öffnen lässt, konnte ich bei Chalinularven nichts Derartiges beobachten.

Ich füge hier noch einige Beobachtungen über die Larven von *Esperia Lorenzii* an, deren Entwicklung mir allerdings nicht zu verfolgen gelang. Ich fand die durchsichtigen Eier und Larven spärlich im Mesoderm auf. Letztere besaßen im Wesentlichen den gleichen Bau, wie bei *Chalinula*. Es war ein hinteres, geissellooses Ende deutlich zu unterscheiden. Auch hier bildet das geisseltragende Exoderm eine einfache Lage cylindrischer Zellen. Die beobachteten Stadien besaßen eine grosse Durchsichtigkeit und zeigten die Entodermzellen in radiärer Anordnung. Im Centrum der Larve war von einer Höhlung nichts zu erkennen, dagegen erscheinen die centralen Zellen stark dunkelbraun pigmentirt, was den Larven eine äussere Aehnlichkeit mit *Sycon*larven verleiht. Nadeln fand ich noch keine vor. Fig. 26 zeigt einen Durchschnitt der *Esperia*larve.

OSCAR SCHMIDT beschrieb in der mehrfach erwähnten Mittheilung eine eigenthümliche Knospung oder ungeschlechtliche Fortpflanzung für *Reniera*, und seine Angaben passen vollständig auch für *Chalinula fertilis*. Er sagt (Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien) p. 439: »Ich habe noch einige Beobachtungen über Knospung von Kieselschwämmen anzuführen. Manche Exemplare der im Aquarium angesiedelten *Reniera* waren im Zerfall begriffen, wobei es dahingestellt bleibt, ob die zahlreichen im Schwamme befindlichen Monaden und Infusorien Ursache oder Folge der Auflösung sind. Die Geisselzellen der Canäle und Wimperkörbe haften nicht mehr aneinander, bewegen sich erst, wenn auch nicht lebhaft, gleich den von ihnen wohl zu unterscheidenden Monaden und gehen dann in einen amöboiden Zustand über, den ich nicht weiter verfolgen konnte. Das Nadelnetz bleibt wenigstens theilweise, wie bei den abgestorbenen Spongillen, erhalten und dient einzelnen Plasmakugeln als Stütze, welche, als Keiminseln zurückbleibend, den Schwamm wieder aufleben lassen.«

OSCAR SCHMIDT hatte seine Beobachtung auch in den Aquarien der Station Neapel gemacht und es fiel mir bei *Chalinula* auf, die gleichen Gebilde entstehen zu sehen.

Ich hob oben hervor, dass beim Weibchen nach der Geburt nur noch das zarte Fasergerüst übrig bleibt. Da ich bis jetzt bei marinen Spongien vergeblich nach Gemmulae fahndete, so suchte ich das Schicksal der schon mit blossem Auge als weisse Punkte erkennbaren Knospen,

welche so häufig in den abgestorbenen Gerüsten auftraten, genauer zu verfolgen. Die von mir beobachteten Plasmakugeln stimmen sehr überein mit der Abbildung, welche SCHMIDT auf Taf. X Fig. 27 giebt. Im Innern waren ebenfalls eine Masse stark lichtbrechender grosser Körner sichtbar. Auch an den aus dem Kriegshafen stammenden Gerüsten fand ich die Kugeln in Menge.

Ich kann aber mit Bestimmtheit angeben, dass diese Plasmakugeln nichts mit dem Schwamme selbst zu thun haben, und über ihre Genese wurde ich klar, als ich in diesem Schwammgerüste einen eigenthümlichen Wurmorganismus, der Gattung *Dinophilus* angehörend, herumkriechend antraf, welcher genau die gleichen Plasmakugeln, nur kleiner, in seinem Körper enthielt.

Dieser *Dinophilus* war mit seiner Eierablage beschäftigt und dieses Schwammgerüst ist allerdings ein gut ausgewählter Schlupfwinkel für die Embryonen, welche in diesem elastischen Gitterwerke vortrefflich gegen mechanische Schädigungen geschützt sind.

IV. Die Spongien und die Keimblättertheorie.

Zu den bisher bekannt gewordenen histologischen Daten über den Organismus der Schwämme gesellt sich nunmehr ein entwicklungsgeschichtliches Material, welches ein klares Urtheil über die Stellung dieser Thierclassen zur Keimblätterlehre ermöglicht.

Die Gewebelemente lassen im fertigen Organismus drei verschiedene Schichten erkennen, welche bei *Chalinula* in unzweideutiger Weise sich von drei im Embryonalleben schon scharf ausgeprägten Keimblättern ableiten lassen.

Noch in seiner letzten Publication über die Metamorphose von *Sycon raphanus* ging SCHULZE nicht weiter, als dass er an dem dreischichtigen Bau festhielt, aber nur zwei Blätter annehmen musste.

Damit war zugegeben, dass ein eigentliches Mesoderm bei Spongien noch nicht aufrecht erhalten werden konnte, während GANIN diese Bezeichnung für *Spongilla* beibehält.

Da gerade innerhalb des Coelenteratenkreises die Entscheidung, was man unter Mesoderm, unter drei Blättern oder blossen drei Schichten zu verstehen hat, besonders schwierig wird, so ist es eben nöthig, über diese Begriffe sich vorerst zu einigen. Mit vollem Recht verlangt HAECKEL¹⁾ mindestens für den Begriff eines Keimblattes eine selbständige Zellschicht, welche eine bestimmte morphologische Einheit darstellt, in

1) ERNST HAECKEL, Biologische Studien. II. Heft. Jena 1877.

ihrem Zellenverband also nicht mehr mit einer andern Gewebsschicht einen engeren Zusammenhang besitzt.

In Wirklichkeit ist allerdings die Anwendung einer so ganz klar gefassten Definition nicht immer leicht, und gerade für das mittlere Keimblatt haben OSCAR und RICHARD HERTWIG¹⁾ an dem Organismus der Medusen in lichtvollster Weise gezeigt, wie ein Mesoderm nicht plötzlich, sondern ganz allmählig entstehen kann, und das Ziehen einer scharfen Grenze, wo ein Mesoderm beginnt, zur Unmöglichkeit wird und naturgemäss in manchen Fällen subjectiv sein muss. Diese beiden Forscher haben den Nachweis geliefert, dass den Forderungen HAECKEL's gemäss die Mehrzahl der Medusen als zweiblättrig betrachtet werden muss; eine relativ kleine Zahl dagegen einen höheren Differenzirungsprocess erfährt und ein unzweifelhaftes Mesoderm entwickelt.

Bei Spongien ist die Sachlage weniger verwickelt und wie die Befunde an *Chalinula* ergeben und sich wohl verallgemeinern lassen, bin ich zu der Annahme gezwungen, dass während der Entwicklung ein Mesoderm aus den primären zwei Keimblättern vollständig ausscheidet.

Inwieweit die beiden primären Keimblätter einem gemeinsamen Bildungsmodus folgen, ist noch nicht für alle Gruppen klar. Eine Amphiblastula kommt nicht nur bei Calcispongien vor, sondern scheint in verschiedenen andern Abtheilungen ebensowenig zu fehlen. Bei *Sycaandra* haben wir regelrechte Invagination. Für *Spongilla* giebt GANIN an, dass Ectoderm und Entoderm durch Delamination entstehen.

Bei *Chalinula fertilis* sehen wir das Amphiblastulastadium fehlen und durch Epibolie eine Amphigastrula entstehen.

Die Frage der Mesodermbildung ist zur Zeit in allen Abtheilungen des Thierreichs noch äusserst dunkel und einheitliche Gesichtspunkte hierüber noch nicht gewonnen. Bei Spongien scheint sogar dasselbe bald vom äussern, bald vom innern primären Keimblatt geliefert zu werden.

Bei *Chalinula fertilis* entsteht das Mesoderm durch Delamination ausschliesslich aus dem primären Entoderm, dieser Process lässt sich mit aller nur wünschbaren Klarheit verfolgen. Nach GANIN entsteht eine mesodermale Anhäufung ebenfalls unterhalb des Ectoderms bei *Spongilla*.

Diese Thatsachen unterstützt eine Annahme von O. und R. HERTWIG, welche nach ihrer Meinung in allgemeinerer Weise auf verschiedene Thierstämme übertragbar ist und wonach das Bindegewebe vom Entoderm, die willkürlich sich bewegenden Muskeln vom Ectoderm ab-

1) OSCAR HERTWIG und RICHARD HERTWIG, Der Organismus der Medusen und seine Stellung zur Keimblättertheorie. Jena 1878.

stammen, sich gegenseitig durchwachsen und das Mesoderm darstellen.

Bei *Chalinula*, wie bei den übrigen Spongien ist das Mesoderm nur Bindegewebe. Eine mit dem Ectoderm in Verbindung stehende Muskel-lage existirt bei Spongien nicht, kommt dagegen bei andern Coelenteraten verbreitet vor.

Die Bewegungserscheinungen sind eben so unbedeutend (Oeffnen und Verschluss der Poren, Bildung wandelbarer Mundöffnungen in der Haut), dass ein contractiles Ectoderm hierfür ausreicht.

Anderseits scheint nach den neuesten Beobachtungen von SCHULZE bei *Sycandra* das Larvenectoderm nur das definitive Entoderm zu liefern, für das Mesoderm wäre also eine Abstammung aus dem äussern Keimblatt anzunehmen.

In den einzelnen Thierstämmen ist die Entstehung des Mesoderms nicht immer mit der wünschenswerthen Sicherheit bekannt. Es mehren sich aber stets die Angaben, dass die erste Bildungsstätte am sogen. Properistomrande zu suchen ist. Für eine Reihe von Bilaterien existiren solche Angaben und erst jüngst hat SELENKA diese Thatsache für mehrere Echinidenformen beobachtet¹⁾, nachdem er Aehnliches früher schon bei Holothurien constatirt hatte.

Für Spongien existirten bisher hierüber keine Anhaltspunkte. Da nun *Chalinula* und wahrscheinlich eine grössere Zahl von Kieselschwämmen einen Rusconi'schen After, welcher durch den Dotterpfropf verschlossen ist, besitzt, so will ich hervorheben, dass auch in dessen Umgebung bei den von mir untersuchten Larven die Mesodermbildung zuerst auftritt.

Diese Thatsache lässt sich deswegen genauer ermitteln, weil dem Auftreten des Mesoderm hier eine Begleiterscheinung parallel läuft, nämlich das Auftreten von Kieselnadeln im Innern von Mesodermzellen.

Ferner mag nicht unbeachtet bleiben, dass die Mesodermanlage an allen Punkten in der Umgebung des Urmundrandes gleichzeitig erfolgt— also eine radiäre ist.

Der radiäre Bau der Coelenteraten spricht sich demnach auch bei den Spongien schon im Auftreten des Mesoderm aus. Andererseits wird es für die bilateral symmetrisch gebauten Thiere auch immer wahrscheinlicher, dass die Bildung des mittleren Blattes dem Gesetz der bilateralen Symmetrie folgt, seine erste Anlage eine diploüre ist und die ersten Mesodermzellen eine seitlich symmetrische Lage zur frühzeitig ausgesprochenen Körperachse besitzen.

1) Keimblätter- und Organanlage bei Echiniden. Sitzungsbericht der phys.-med. Societät zu Erlangen 1879.

Wenn ich der ursprünglichen Annahme von SCHULZE beipflichte und die Existenz eines echten mittleren Blattes, wie es die Keimblätterlehre verlangt, annehme, so befinde ich mich dagegen in einem principiellen Gegensatz zu ELIAS METSCHNIKOFF.

Anfänglich den dreiblättrigen Bau der Spongien vertheidigend, kommt er in jüngster Zeit zu der seltsamen Annahme, dass die Spongien zeitweise drei Blätter besitzen, zeitweise aber nur zwei!

Vor mehreren Jahren (1874) machte er die Entdeckung, dass Kieselchwämme nur zeitweise ein Ectoderm besitzen und dass die Larve dasselbe abwirft.

Im Jahre 1877 machte er die weitere Entdeckung¹⁾, dass das Entoderm der Spongien nur zu gewissen Zeiten existirt, zu gewissen Jahreszeiten dagegen verschwindet.

Ohne Zweifel wird diese Abwerfungstheorie bei den Spongien noch einen weiteren Ausbau erfahren und bei der dritten und letzten Abwerfung oder Verschwindung wird dann voraussichtlich das Mesoderm zum Opfer fallen!

V. Individualität der Spongien.

Mit Rücksicht auf das causale Verständniss der thierischen Form ist es nothwendig, sich über die Individualität derselben Klarheit zu verschaffen.

Nach dieser Richtung hin bilden die Spongien eine wahre Schicksalsgruppe, welche den Zoologen stets wieder zu entschlüpfen droht, sobald man glaubt, ihre Individualität bestimmt zu haben.

Seit dreissig Jahren sind nun nachgerade alle denkbaren Versuche gemacht worden und heute sind wir eben so klug wie zuvor.

Da damit die systematische Stellung in innigem Zusammenhange steht, so musste zu verschiedenen Zeiten die Beantwortung dieser Frage sehr verschieden ausfallen.

CARTER sieht noch heute in der einzelnen Zelle das Spongienindividuum (Spongozoon) und demgemäss muss er einen Schwammstock als ein Aggregat einzelliger Organismen auffassen.

Dieser Annahme gegenüber nahm in viel natürlicherer Weise OSCAR SCHMIDT schon 1864 an, dass zum Spongienindividuum ein abgegrenztes Canalsystem gehöre und das Osculum den Mittelpunkt eines solchen anzeige. Er unterscheidet deshalb die monozoen von den socialen Formen.

1) ELIAS METSCHNIKOFF, Russische Abhandlung aus dem Jahre 1877.

An der Hand eines reichen Beobachtungsmaterials erweiterte HAECKEL in seiner Monographie der Calcispongien diese Auffassung und überwand mit kritischem Blicke die einzelnen Schwierigkeiten, welche der SCHMIDT'schen Auffassung noch entgegenstanden. Der Vergleich und die Homologie des Canalsystems der Spongien mit dem Gastrovascularsystem der Coelenteraten erschien so durchsichtig und vollständig durchgeführt, dass die Spongienfrage als vollständig gelöst angesehen werden durfte und die Coelenteratennatur nicht mehr anzuzweifeln war.

Mit dem Auffinden eines Epithels, welches als einschichtige Lage das sogen. Syncytium oder die Schwammsarcode nicht allein auf der Aussenseite, sondern auch im Innern des Canalwerkes sich vorfand und als Ectoderm gedeutet wurde, veränderte sich die Sachlage wieder. Die Homologie des Canalsystems mit dem coelenterischen Apparat musste theilweise fallen gelassen werden und hatte nur noch für die Ascones Gültigkeit. Damit wurden die Beziehungen der Spongien zu den Coelenteraten wieder gelockert, und in der That ist seither der Versuch gemacht worden, die Spongien von ihnen abzutrennen. HYATT¹⁾ z. B. betrachtet sie ähnlich wie HUXLEY als besonderen Typus (sub-kingdom) des Tierreiches.

Jetzt ist der Versuch naturgemäss, die Ansicht wieder aufzunehmen, welche CARTER früher (1859) vorübergehend vertreten, dass die Geisselkammern oder Wimperorgane (Ampullaceous sacs) die eigentlichen Individuen darstellen, welche nach Art der zusammengesetzten Ascidien zu Stöcken sich gruppieren.

Dieser Ansicht gehen SAVILLE KENT und MEREJKOWSKY einen präziseren Ausdruck.

MEREJKOWSKY spricht sich darüber folgendermassen aus²⁾:

»Un vrai individu d'éponge serait une »chambre ciliée« rien qu'une petite partie de ce que aujourd'hui nous sommes habitué à appeler individu. « —

»Une Halisarca entière, d'après ce point de vue, ne serait pas un seul individu, mais un amas immense, composé de milliers de petits individus sphériques. «

Meine Ergebnisse über die Entwicklung von Chalinula stehen aber dieser Annahme durchaus entgegen. Wie wir sahen, wird das Material der Embryonalzellen nur theilweise zum Aufbau der Geisselkammern verwendet und diese entstehen unabhängig an verschiedenen Stellen der festgesetzten Schwammlarve und gehen aus einem bestimmten Keim-

1) A. HYATT in Proceedings of the Boston Society of Nat. Hist. 1876.

2) C. MEREJKOWSKY, Etudes sur les Éponges de la mer Blanche. St. Pétersbourg 1878.

blatte hervor, sind daher Organe und nicht etwa eine Brut von mehreren Individuen. Aehnliches ist auch von BARROIS für Hornschwämme, von SCHULZE für Halisarca, von OSCAR SCHMIDT an Kieselschwämmen beobachtet.

Diese Schwierigkeit hat auch OSCAR SCHMIDT in seiner letzten Arbeit¹⁾ über die Spongien von Mexico sehr wohl gefühlt, indem er sagt: »Ich behaupte, dass man auf diesem Wege nie zum Ziele kommen wird Der von mir formulirte Charakter des Spongienkörpers entspricht völlig den Thatsachen, aber bei der Wandelbarkeit aller Kennzeichen schwindet in der Spongienklasse auch der Begriff des Organismus als einer abgegrenzten oder wenigstens centralisirten Individualität, und an Stelle von Individuum und Stock tritt die in Organe sich differenzirende organische Masse. Individuell beginnend übernehmen in vielen Spongien die anfänglich neutralen oder gemeinschaftlichen Gebiete die Rolle der Individuen, aber der sich nährende und fortpflanzende Körper ist weder Individuum noch Stock, auch der blosse Vergleich mit Individuum und Stock passt nicht auf ihn.«

OSCAR SCHMIDT bezeichnet die individualitätslosen Spongien geradezu als Zoa impersonalia.

Gewiss ist die Formbiegsamkeit der Spongienklasse eine ausserordentliche und bei einer und derselben Species kommen gut begrenzte Individuen neben solchen vor, wo es schwer zu sagen ist, ob eine Person oder ein Stock vorliegt.

Wir werden aber solche stark modificirte, durch Astomie und Lipogastrie in ihrer Individualität stark verwischte Fälle nicht zum Ausgangspunkt wählen. Sie sind lediglich von physiologischem Interesse, morphologisch ist deren Entscheidung bei der Frage nach der Individualität nicht massgebend, sondern wir werden von den einfachen und klaren Fällen ausgehen.

Ich halte die so einfache und durchsichtige Coelenteratentheorie, wie sie von HAECKEL in der Tectologie der Kalkschwämme entwickelt ist, für vollständig naturgemäss und ausreichend.

Weil einzelne Thatsachen mit ihr nicht in Einklang gebracht werden konnten, hat man zu neuen Erklärungsversuchen seine Zuflucht genommen, statt die Resultate der Entwicklungsgeschichte abzuwarten, die hier einzig den Ausschlag geben.

Die Embryologie ist nun so weit, um SCHULZE's Entdeckung zu sichern und den dreiblätterigen Bau der Spongien zu bestätigen. Da aber das Plattenepithel des Canalsystems eine andere Genese besitzt als

1) O. SCHMIDT, Die Spongien des Meerbusen von Mexico. I. Heft. Jena 1879.

das dermale Epithel, so wird dadurch an HAECKEL's Auffassung des Spongienkörpers principiell nichts geändert.

Die Spongien sind echte Coelenteraten, histologisch erheben sie sich sogar über die meisten Hydromedusen, indem ein mittleres Keimblatt vollständig ausscheidet. In ihrem histologischen Verhalten stehen sie wohl den Korallen am nächsten.

Zürich, Juli 1879.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

Fig. 1. Stück eines Querschnittes durch *Chalinula fertilis*. Die radialen Faserzüge sind durch Kreisfasern verbunden. Ueber den Enden der erstern ist eine Dermalmembran mit geöffneten Poren ausgespannt. Darunter liegt der Subdermalraum. Vergrößerung 180/1.

Fig. 2. Epithelzellen der Hautfläche mit einzelnen geöffneten Poren. Nach einem Silberpräparat mit der Camera lucida gezeichnet. Vergrößerung 150/1.

Fig. 3. Fasergerüst von *Chalinula fertilis* in halbschematischer Darstellung. Vergrößerung 12/1.

Fig. 4. Kieselnadeln von *Chalinula* mit der umgebenden geschichteten Hornsubstanz. Vergrößerung 250/1.

Fig. 5 und 6. Reife Spermatozoen von *Chalinula fertilis* stark vergrößert.

Fig. 7—18. Verschiedene Entwicklungsstadien von *Chalinula fertilis* vom Ei bis zur freien Larve. Sämmtliche Figuren in einer ungefähr 300 fachen Vergrößerung.

Fig. 7. Junges Ei.

Fig. 8. Reifes Ei mit dem umgebenden Follikel und einzelnen nutritiven Mesodermzellen.

Fig. 9. Die beiden ersten Furchungszellen.

Fig. 10. Stadium mit 4 Furchungszellen, welche noch in einer Ebene liegen.

Fig. 11. Dasselbe Stadium, nachdem eine Umlagerung der Zellen zu einer Kugelpyramide stattgefunden hat. Die grosse Zelle ist Stammzelle des Entoderms.

Fig. 12. Stadium mit 7 Furchungszellen.

Fig. 13. Stadium mit 14 Furchungszellen. Die zwei grossen Entodermzellen sind theilweise umwachsen von den 12 kleinern Exodermzellen.

Fig. 14. Amphigastrulastadium. Das Entoderm bildet eine centrale Zellennasse und tritt am Gastrulamund als Dotterpfropf an die Oberfläche. Diese Stelle wird später zum hinteren Ende der freischwimmenden Larve. (Das Exoderm ist hell gelassen.)

Tafel XIX.

Fig. 15. Späteres Stadium der noch in einer Mesodermkapsel eingeschlossenen Amphigastrula im Durchschnitt. Die cylindrischen Ectodermzellen zeigen bereits Geisseln und der Dotterpfropf ist stark pigmentirt und von der Umgebung

scharf abgesetzt. Im Innern hat die Mesodermbildung begonnen und treten unter dem Geisselectoderm Kieselnadeln auf. Die Gestalt der zum Durchbrechen der Kapsel vorbereiteten Larve ist oval.

Fig. 16. Freischwimmende Larve von *Chalinula*. Ihre Gestalt ist noch mehr gestreckt, der spitze Pol ist das Vorderende, der abgestumpfte Pol das Hinterende. Der vorgezogene und abgestumpfte Dotterpfropf ist stark pigmentirt.

Wie in früheren Stadien so ist auch jetzt noch keine innere Höhlung vorhanden.

Fig. 17 und 18. Larve unmittelbar vor dem Festsetzen. Sie erscheint stark abgeplattet. Fig. 17 zeigt dieselbe von der Kante, Fig. 18 von der Breitseite.

Fig. 19. Junger Schwamm ungefähr 36 Stunden nach dem Festsetzen. Vergrößerung 100/1.

Fig. 20. Isolirte Nadeln der Larve. Die Nadeln liegen noch in ihren Mutterzellen.

Fig. 21. Junger Schwamm von *Chalinula* ungefähr $2\frac{1}{2}$ Tag nach dem Festsetzen. Eine innere Höhlung ist noch nicht vorhanden. Vergrößerung 100/1.

Fig. 22. Einige zipfelartige Fortsätze des fladenartigen jungen Schwammes etwas stärker vergrößert. Das Exoderm stellt einen hyalinen, aus Amöboidepithel bestehenden Saum dar. Darunter liegen die Mesodermzellen.

Fig. 23. Junger Schwamm von *Chalinula fertilis* am fünften Tage nach dem Festsetzen und nach dem Leben gezeichnet. Die Wimperkörbe sind zahlreich und münden in einen weiten Magenraum. Das Osculum und mehrere Hautporen sind sichtbar. Die natürliche Grösse beträgt $1\frac{1}{4}$ mm.

Tafel XX.

Fig. 24. Senkrechter Durchschnitt durch voriges Stadium (Combinationsbild). Der Gastralraum ist mit den Zellen der Geisselkammern und mit niedrigen Epithelzellen ausgekleidet.

Fig. 25. Senkrechter Schnitt durch einen jüngern fladenförmigen Schwamm kurz nach dem Festsetzen.

Fig. 26. Junges Larvenstadium (*Amphigastrula*) von *Esperia Lorenzii* im Durchschnitt.

Das Ectoderm ist ein Geisselepithel. Das Entoderm tritt am Gastrulamund als unbewimperter Dotterpfropf zu Tage (hinteres Ende), ist aber an dieser Stelle farblos. Dagegen sind die centralen Zellen stark pigmentirt und radiär angeordnet.

Fig. 27, 28 und 29. *Chalinula fertilis* in ausgewachsenem Zustande und in natürlicher Grösse.

Fig. 27 ist eine polsterförmige Colonie. Fig. 28 eine monozoe Form. Fig. 29 eine trüchtige weibliche Colonie mit 4 Personen.

Fig. 1.

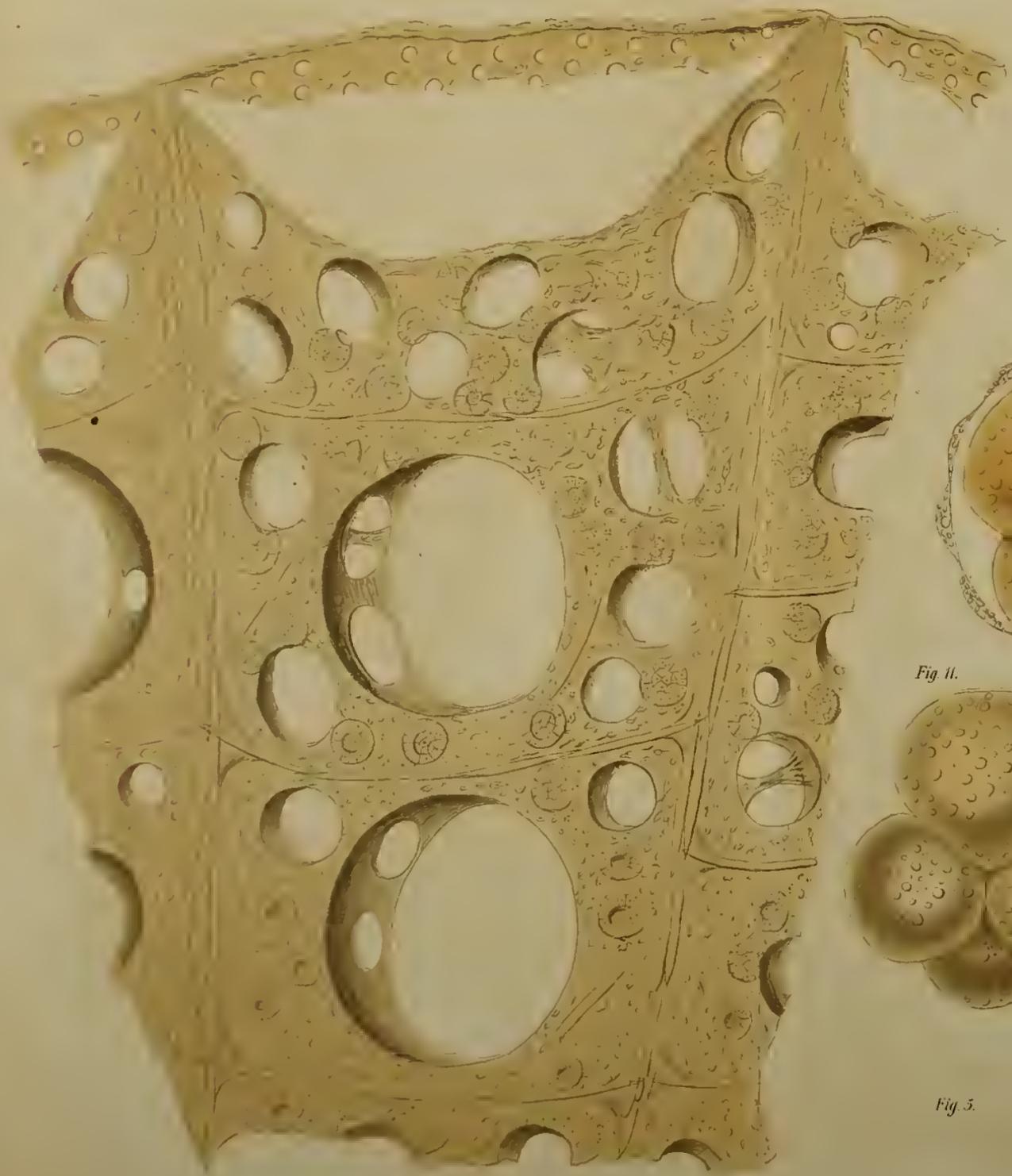


Fig. 2.

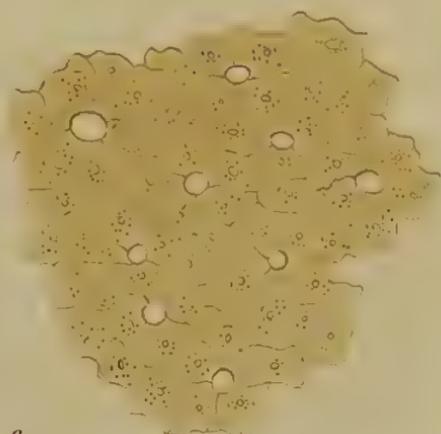


Fig. 3.

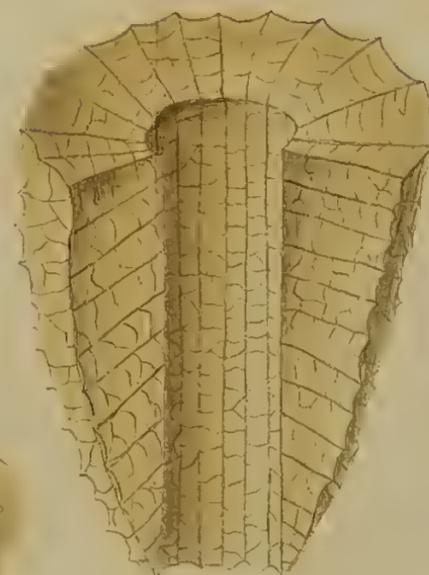


Fig. 4.

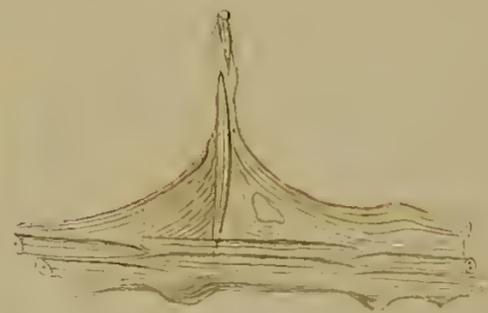


Fig. 9.

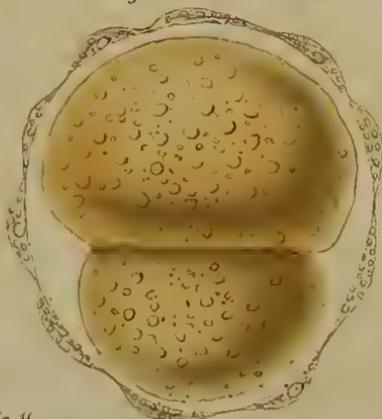


Fig. 7.



Fig. 8.

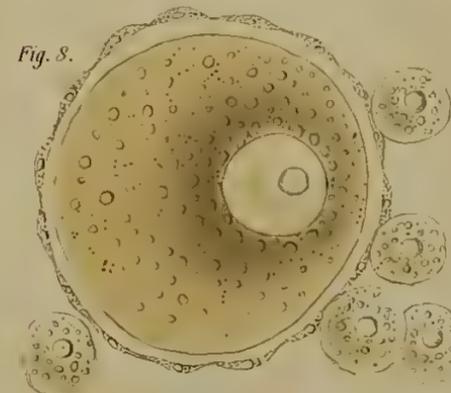


Fig. 10.

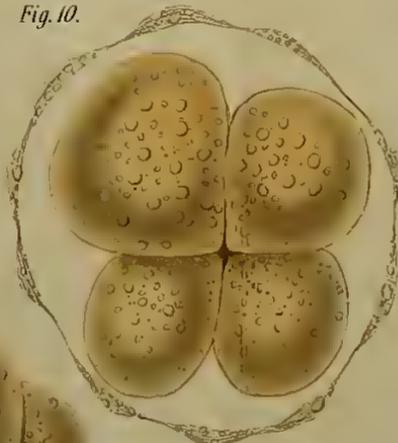


Fig. 11.

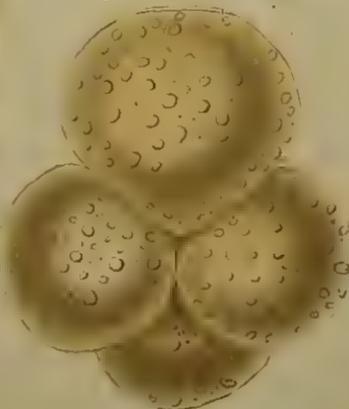


Fig. 14.

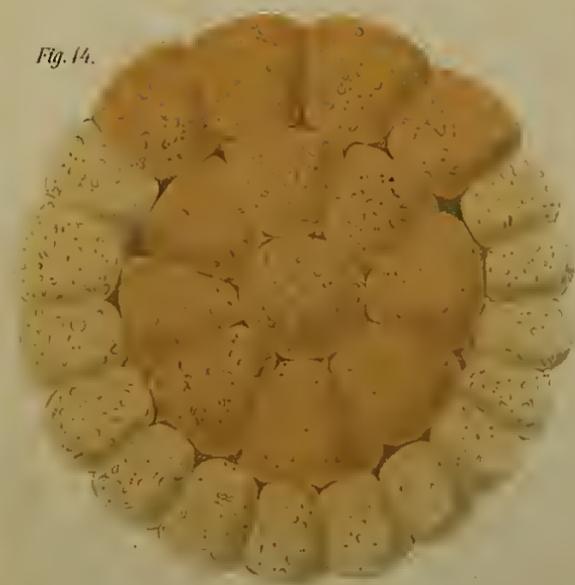


Fig. 12.



Fig. 13.



Fig. 5.



Fig. 6.

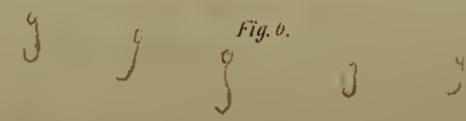


Fig. 18.



Fig. 19.

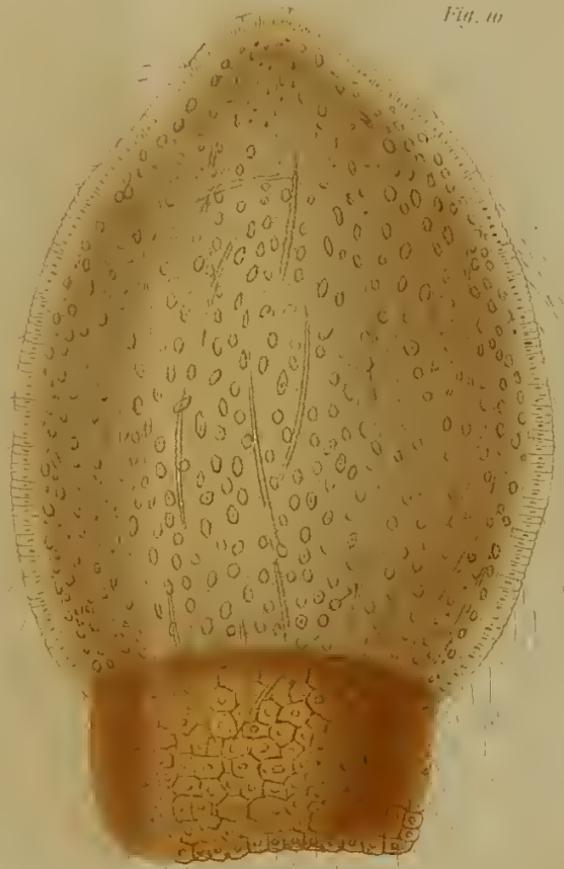


Fig. 20.

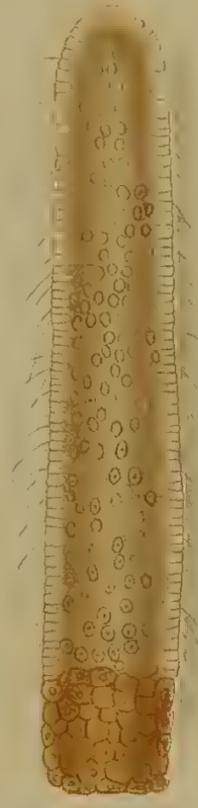


Fig. 21.



Fig. 19.



Fig. 25.



Fig. 20.



Fig. 21.



Fig. 22.

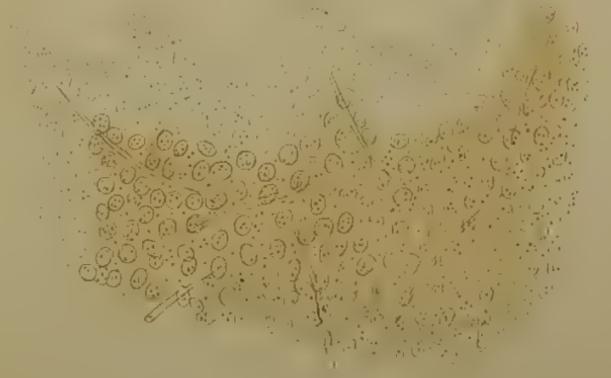




Fig. 24.



Fig. 25.



Fig. 26.

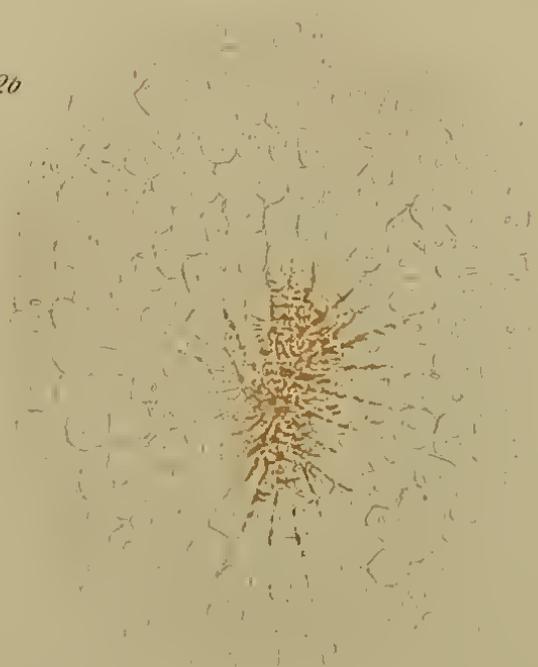


Fig. 28.



Fig. 27.



Fig. 29.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie](#)

Jahr/Year: 1879-1880

Band/Volume: [33](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Conrad

Artikel/Article: [Studien Aber Organisation und Entwicklung der Chalineen. 317-349](#)