

Ueber den feineren Bau und die Entwicklung von *Tubularia* *Mesembryanthemum* Allman.

Von

J. Ciamician in Wien.

Mit Tafel XVIII und XIX.

Die Gattung *Tubularia* gehört trotz der zahlreichen Untersuchungen, welche darüber vorliegen, zu den am schlechtesten studirten gymnoblastischen Hydroiden, da dieselbe, wie es scheint, bis jetzt oder wenigstens seitdem sich unsere technischen Hilfsmittel verbessert haben, noch nie einer genauen Untersuchung unterzogen wurde. Dieser Umstand veranlasste mich auch, den zur Fortsetzung meiner vorjährigen Studien über Hydroidpolypen bestimmten mehrwöchentlichen Aufenthalt in den Monaten August und September an der zoologischen Versuchsstation in Triest, zur detaillirten Untersuchung des feineren Baues und namentlich der Entwicklungsgeschichte der Tubularien zu verwenden. — Obwohl es mir nicht möglich ist, durch die vorliegende Abhandlung ein den Gegenstand erschöpfendes Bild zu liefern, da mir noch manches, namentlich über den histologischen Bau des Entoderms nachzutragen bleibt, so halte ich doch die bisherigen Resultate der Mittheilung werth, da sie die Entwicklungsgeschichte ziemlich vollständig behandeln.

I. Histologie.

Die genaue Kenntniss des feineren Baues der Leibeswand der Hydroiden verdanken wir bekanntlich der bahnbrechenden Arbeit KLEINENBERG's¹⁾, der zum ersten Male zeigte, dass das Ectoderm dieser Thiere ein complicirtes, aus zweierlei Elementen zusammengesetztes Gewebe ist. Auf diese Arbeit ist eine Anzahl weiterer Untersuchungen

1) Dr. N. KLEINENBERG, *Hydra*, eine anatomisch entwicklungsgeschichtliche Untersuchung. Leipzig 1872.

gefolgt, durch welche KLEINENBERG's Beobachtungen bei verschiedenen anderen Hydroiden Bestätigung fanden. Daher schien es mir von Interesse auch die Gattung *Tubularia* einer genaueren histologischen Untersuchung zu unterwerfen, da mir die Beobachtungen ALLMAN's¹⁾ sehr mangelhaft und der Revision bedürftig erschienen, und umso mehr als ja die von ihm beschriebenen eigenthümlichen Muskelzellen zur Untersuchung einladend waren.

Die Gewebe von *Tubularia* sind sehr zart und leicht aufquellbar, daher genügte es bei der Präparation sehr verdünnte Reagentien zu gebrauchen und dieselben nur kurze Zeit einwirken zu lassen. Bei der Beobachtung der Gewebe im Ganzen genügte die Behandlung mit $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}\%$ Ueberosmiumsäurelösung; die aber zum genauen Studium durchaus nothwendige Isolirung der Gewebselemente konnte nur durch Maceration der Objecte in 1% Chromsäure und darauffolgende Zerzupfung in verdünnter Glycerinlösung erzielt werden. Dabei erwies sich als sehr vortheilhaft die in Chromsäure gehärteten Objecte vor dem Zerzupfen mit Eosin²⁾ zu tingiren.

4. Ectoderm und Muskelschicht.

Das Ectoderm der Tubularien stimmt im Wesentlichen mit dem der anderen Hydroiden überein, es treten nämlich wie überall neben den grossen eigentlichen Ectodermzellen noch die kleineren, die Nesselkapseln erzeugenden Cnidoblasten auf, welche das von KLEINENBERG so genannte reticuläre Gewebe darstellen. — Die grossen Ectodermzellen hängen aber bei *Tubularia* nicht mit den Fasern der Muskelschicht zusammen, sondern diese letzteren sind selbständige Muskelzellen, die einen eigenen Kern besitzen. *Tubularia* repräsentirt somit das vorgeschrittenste Stadium der Differenzirung der Muskelgebilde bei Hydroidpolypen, da es hier zur Bildung einer selbständigen Muskelzellenschicht kommt. Zwischen *Hydra*, *Syncoryne*³⁾ und *Podocoryne*⁴⁾ einerseits und *Tubularia* andererseits bildet allerdings, wie aus den

1) G. J. ALLMAN, A monograph of the Gymnoblasic or Tubularian Hydroids. 4872.

2) Das Eosin wird nämlich besser als jedes andere der gebräuchlichen Tinctionsmittel von den Geweben der *Tubularia* vertragen, schon deswegen, da es noch in sehr verdünnten Lösungen und bei kurzer Einwirkung ziemlich intensiv färbt. Allerdings müssen die Objecte dann gut ausgewaschen werden.

3) F. E. SCHULZE, Ueber den Bau und die Entwicklung von *Syncoryne* Sarsii. 4873.

4) C. GROBBEN, Ueber *Podocoryne carnea* Sars. 4875. (Sitzungsber. der Wiener Akademie der Wissenschaften. 72. Bd. I. Abth.)

Untersuchungen VAN BENEDEN'S¹⁾ hervorgeht, *Hydractinia* einen Uebergang, da bei dieser Form die Muskelfasern mit Ectodermzellen in Verbindung stehen, aber schon ausser dem Kern der Ectodermzelle noch einen besonderen der Muskelfaser anliegenden Kern besitzen.

Die Muskelfasern bilden eine der Stützlamelle aufliegende Schicht, die eigentlich doppelt ist, indem auf eine Lage von Längsfasern, die der Gallertschicht anliegt, eine Querfaserschicht folgt (Fig. 7). Die Muskelzellen selbst (Fig. 5 und 6) erweisen sich bei den stärksten Vergrösserungen als lange sehr feine Fasern, in deren Mitte der Zellkern liegt. Derselbe ist von einer, sich bei Carmin- oder Eosinfärbung stärker als die Fasern tingirenden protoplasmatischen Masse umgeben, welche offenbar der Ueberrest des Plasma der ectodermalen Bildungszelle ist. Die Fasern lassen auch bei den stärksten Vergrösserungen keine Spur von Querstreifung erkennen. — Ich halte es für überflüssig, mich hier gegen die Auffassung dieser Gebilde als Neuromuskelzellen besonders auszusprechen, da schon von CLAUS²⁾ in sehr zutreffender Weise die Unhaltbarkeit dieser Annahme dargethan wurde und da meine Beobachtungen mit seinen Ansichten im vollkommensten Einklange stehen.

Die grossen Ectodermzellen (Fig. 2), welche durch die kleineren Cnidoblasten von der Muskel- und Gallertschicht getrennt sind, bilden ein Cylinderepithel, welches oft in ein Pflasterepithel übergeht. — Die Zellen selbst sind, von oben gesehen, polyedrisch (meist sechsseitig) und lassen bei entsprechender Behandlung einen mittelständigen, von feinen Protoplasmasträngen umgebenen Kern deutlich erkennen (Fig. 3).

Sehr eigenthümlich sind bei *Tubularia* die Zellen des reticulären Gewebes oder Cnidoblasten gestaltet. Dieselben stehen nämlich im Zusammenhange mit den Fasern der Muskelschicht. Ein solches Verhalten ist noch bei keinem der besser studirten Hydroidpolyphen bekannt geworden, es schliesst sich aber eng ähnlichen Bildungen bei *Lucernarien*³⁾ und *Actinien*⁴⁾ an. — Die Nesselkapseln erzeugenden Zellen zeigen nämlich bei entsprechender Behandlung feine protoplasmatische Ausläufer, welche von der Zelle in senkrechter Richtung zur Muskelschicht hinziehen und dort in einer dünnen, den

1) »E. VAN BENEDEN, Sur la distinction originelle du testicule et de l'ovaire«, Bulletin de l'acad. royale de Belgique; Serie II, tome 37.

2) C. CLAUS, »Studien über Polypen und Quallen der Adria«. p. 29. (Denkschriften der Wiener Akademie der Wissenschaften. XXXVIII. Bd. 1877.)

3) J. CLARK, »Lucernariae«. Cambridge 1863.

4) A. v. HEIDER, »Ueber Sagartia troglodytes Gosse, ein Beitrag zu der Anatomie der Actinien. 1877. p. 23. Tafel III, Fig. 46 und 24. (Sitzungsberichte der Wiener Akademie. 75. Bd. I. Abth.)

Muskelsträngen aufliegenden Faserschicht zusammenlaufen (Fig. 9 u. 10). Bei den jungen noch tiefliegenden Cnidoblasten sind diese Stiele (denn so kann man diese feinen Fasern nennen) ziemlich dick und kurz, sie verdünnen sich aber und verlängern sich in dem Maasse als die Nesselkapselmutterzellen reifer werden und gegen die Oberfläche rücken. — Ähnliche Fortsätze sind von SCHULZE¹⁾ und GROBBEN²⁾ an den Cnidoblasten von Syncoryne und Podocoryne beobachtet worden und CLAUS³⁾ hat an den Nesselkapseln von Charybdea marsupialis anstatt eines, drei solcher Fortsätze beschrieben und spricht dabei die Vermuthung aus, dass dieselben muskulöser Natur sein könnten. Diese Auffassung erscheint nach dem Vorliegenden äusserst wahrscheinlich, da unsere fadenförmigen Ausläufer im selben Verhältnisse zu den ectodermalen Cnidoblasten stehen, wie die Muskelfasern zu ihren ectodermalen Bildungszellen. — Sonst bieten die Nesselkapseln und ihre Mutterzellen bei Tubularia wenig Merkwürdigkeiten dar. Die Kapsel entwickelt sich wie überall aus einer Art Vacuoie, die neben dem Zellkern liegt und sich dermassen vergrössert, dass sie bald die ganze Zelle ausfüllt. Eines Umstandes muss ich jedoch bei diesem Wachsthum Erwähnung thun, der, wie ich glaube, noch bei keinem anderen Hydroiden beobachtet wurde (Fig. 10). — Gewöhnlich schwindet das Plasma der Cniden erzeugenden Zelle in dem Maasse, als die Nesselkapsel sich vergrössert immer mehr, so dass Erstere nur mehr als feines Häutchen die Kapsel umgiebt und nur an dem noch daran haftenden Kern, der übrigens auch verschwinden kann, als Mutterzelle erkennbar ist. Bei Tubularia gruppirt sich ein Theil des Plasma der Cnidoblasten um den Zellkern herum (Fig. 10 d', e, e', f, f') und während der andere Theil als Ernährungsmaterial der Kapsel aufgebraucht wird, schnürt sich die kernhaltige Hälfte ab und kann vielleicht zur Bildung einer neuen Kapsel Anlass geben (f, f'). — Die weitere Entwicklung der Nesselzellen besteht darin, dass die Wand der Mutterzelle sich verdickt, spröde und stark lichtbrechend wird und endlich beim Entladen der Kapsel aufspringt (g). Die entladenen Kapseln werden dann sammt Mutterzelle abgestossen.

2. Entoderm.

Das Entoderm von Tubularia besteht aus grossen Zellen, welche einen wandständigen Kern und ein feinkörniges Plasma besitzen. Fast

1) l. c. Taf. I, Fig. 5.

2) l. c. p. 47. Taf. I, Fig. 6 A und B.

3) C. CLAUS, »Ueber Charybdea marsupialis«. p. 44. Taf. III, Fig. 24 und 26 b. (Aus den Arbeiten aus dem zoologischen Institute der Universität Wien etc. II. Heft. 1878.)

immer enthalten sie braune oder röthliche Pigmentkörner, welche dann die Farbe des betreffenden Theiles des Polypen bedingen. Interessant sind die vom Entoderm gebildeten Längswülste des Hypostoms, welche ich jedoch noch an der Hand von Querschnitten durch gehärtete Thiere histologisch näher zu untersuchen habe. Sie sind den Entodermwülsten der Saugröhren der Siphonophoren an die Seite zu stellen (Fig. 4).

3. Die Stützlamelle.

Die gallertige Stützsubstanz, welche zwischen dem Entoderm und der Muskelschicht liegt, ist bei *Tubularia* sehr gut ausgebildet, von ziemlicher Dicke (0,003 mm) und von sehr rigider Beschaffenheit. Man kann sehr leicht durch längeres Maceriren in Wasser und in ammoniakalischer Carminlösung die Gallertschicht eines Tentakels (Fig. 11) oder selbst eines Polypenköpfchens als zusammenhängendes Ganzes erhalten. An solchen von allen Gewebszellen befreiten Stücken bemerkt man, wie diese Skeletschicht an der der Muskellage zugewendeten Seite ganz glatt bleibt, während sie sich an der inneren Seite zwischen die Entodermzellen in mehr oder minder langen Fortsätzen hineinerstreckt, so dass man an den Einbuchtungen der Gallertschicht leicht noch die Lage und Grösse der Entodermzellen erkennen kann (Fig. 12). — In der Gallertschicht von *Tubularia* lässt selbst die stärkste Vergrößerung keine Structur erkennen.

II. Ontogenie.

Die Entwicklung von *Tubularia* ist jener Theil der Naturgeschichte dieses Hydroiden, welcher am meisten einer genaueren Untersuchung bedurfte. — Nachdem ich im vorigen Jahre die Entstehung der Geschlechtsstoffe und die damit innig zusammenhängende Entwicklung der Geschlechtsorgane studirt hatte, war es nunmehr meine Aufgabe die Entwicklung des Embryo aus dem Ei zu verfolgen.

Die Entwicklungsgeschichte von *Tubularia* ist schon von verschiedenen Zoologen oft untersucht worden, aber alle Angaben beziehen sich meistens auf die Gestaltungsverhältnisse des schon fertigen Embryo, kurz vor, oder nach dem Ausschlüpfen desselben aus dem Gonophor. — Man wusste schon lange, dass die jungen Larven schon mit Tentakeln versehen ins umgebende Meerwasser gelangen, sich festsetzen und zu neuen Tubularien auswachsen; allein über die Entstehung derselben aus dem Ei findet man in der Literatur nur sehr unbestimmte und sich widersprechende Angaben. — Die Eier der Tubularien wurden bis jetzt noch nie genau beschrieben und zweifellos als solche erkannt, und eben-

so ist bisher der Furchungsvorgang und die Bildung der ersten Anlage des Embryo noch nie mit Sicherheit beobachtet worden.

4. Entwicklung der Gonophoren.

In meiner oberwähnten Untersuchung ¹⁾ habe ich gezeigt, wie bei *Tubularia* sowohl die Eier als auch die Samenzellen aus dem Ectoderm entstehen, und habe die damit zusammenhängende Entwicklung der Gonophoren bis zu dem Stadium verfolgt, in welchem der Spadix die Gonophorhüllen durchbricht. — Ueber diese Beobachtungen, die ich während meiner heurigen Studien oft zu controliren Gelegenheit hatte, habe ich nichts Wesentliches zu bemerken, blos halte ich es für nicht überflüssig ein Entwicklungsstadium der weiblichen Gonophoren einzuschalten, welches durch keines meiner damaligen Präparate vertreten war und das ich daher nicht abbilden konnte. — Dasselbe ist ein Stadium (Fig. 43 *a* und *b*), bei welchem der Spadix nur zur Hälfte in die wohl entwickelte Ectodermhohlknospe eingedrungen ist, und muss daher zwischen die durch die Figuren 3 und 4 dargestellten Stadien meiner früher citirten Abhandlung eingeschaltet werden.

Haben die Eizellen im Gonophor eine gewisse Grösse erreicht, so durchbricht der Spadix die Hüllen des Gonophors und ragt aus demselben frei ins Wasser heraus. — Diese Beobachtung wurde auch von ALLMAN (1870) gemacht und in seiner Monographie ²⁾ durch Abbildungen erläutert; doch zeichnete drei Jahre später von KOCH ³⁾ in seinen vorläufigen Mittheilungen über Coelenteraten, in welchen übrigens auch die ganze Entwicklung der Geschlechtsstoffe ganz irrig dargestellt ist, die Sache so, als ob der Spadix ohne die Gonophorwand zu durchbrechen von derselben bedeckt bleiben würde. — Der genaue Vorgang des Austrittes des Spadix ist durch die Fig. 44 bis 46 dargestellt und lässt sich folgendermassen kurz zusammenfassen.

Die Ectodermschicht der Gonophorwand, welche VAN BENEDEN bei *Hydractinia* »Medusoide Lamelle« genannt hat, und welche ein der Gefässplatte der Medusen homologes Gebilde ist, wächst bei *Tubularia* nie so weit vor um die ganze Ectodermhohlknospe zu umwachsen, es bleibt vielmehr am distalen Pole derselben immer eine Fläche übrig, die nur vom Ectoderm überzogen ist, und die dann natürlich über den Spadix

1) J. CIAMICIAN, »Zur Frage über die Entstehung der Geschlechtsstoffe bei den Hydroiden«. Diese Zeitschrift, Bd. XXX. p. 502—504. Tafel XXXI, Fig. 4—7.

2) l. c. Plate XXIII, Figs 24, 23 and 24.

3) G. VON KOCH, Vorl. Mittheilungen über Coelenteraten. III. Zur Anatomie u. Entwicklung von *Tubularia*. Jenaische Zeitschr. Bd. VII. p. 542—545. Taf. XXVI, Fig. 43.

zu liegen kommt. Die Ectodermzellen, welche den Spadix umgeben, die sich sonst rasch vergrössern und in Eizellen verwandeln, behalten an der distalen Spitze desselben ihren ursprünglichen epithelialen Charakter bei und stellen dann den ectodermalen Ueberzug des ausgetretenen Spadix dar, welche Bekleidung v. KOCH irrthümlich für die ausgebogene Gonophorwand gehalten hat. — Indem der Spadix nun in die Länge wächst, übt er einen Druck auf den darüber liegenden Theil der Gonophorwand aus, die der früheren Darstellung gemäss an dieser Stelle bloss aus einer doppelten Ectodermlage besteht, so zwar, dass dieselbe immer mehr verdünnt, endlich reisst und rückgebildet wird. Auf diese Art entsteht über dem Spadix eine kreisförmige Oeffnung der Gonophorwand, die der früher von der Gefässplatte nicht überzogenen Fläche entspricht. Um diese Oeffnung bemerkt man bei älteren Gonophoren (Fig. 24) acht Höcker, welche, wie ihr Bau und ihre Entwicklungsweise lehren, als den Randtentakeln der Medusen homologe Gebilde anzusehen sind. Man kann nämlich noch vor dem Austreten des Spadix wahrnehmen, dass die medusoide Schicht rings um die künftige Oeffnung des Gonophors etwas verdickt erscheint (Fig. 14 und 15); nun wuchern später die Zellen derselben an acht Stellen derartig, dass sie dadurch die Bildung von acht Höckern veranlassen, die natürlich vom Ectoderm überzogen bleiben (Fig. 16, 17). Auf diese Art entstehen diese acht tentakelartigen, conischen Auswüchse, die das herausragende Ende des Spadix umgeben und oft eine ansehnliche Grösse erreichen.

Die Wand der weiblichen Gonophoren von *Tubularia Mesembryanthemum* ist bei jungen Gonophoren drei-, ja vierschichtig, da die medusoide Lamelle oder Gefässplatte eigentlich zweischichtig ist (Fig. 13 a und b). — Durch den Druck der sich entwickelnden Geschlechtsstoffe wird aber die innere Ectodermbekleidung der Gefässplatte sowie diese selbst ausserordentlich verdünnt (Fig. 14), bis später beide fast ganz unkenntlich erscheinen (Fig. 17). — Bei *Tubularia indivisa* beschreibt ALLMAN¹⁾ auch diese drei Schichten die er als »Ecto-«, »Meso-« und »Endotheca« unterscheidet, allein bei dieser schönen Form, welche auch die grösste des Genus *Tubularia* ist, lassen sich bei jungen Gonophoren in der Mesotheca vier Radialcanäle erkennen, welche am distalen Pole in einen Ringcanal münden. Diese Bildungen, welche offenbar den Radiargefässen der Medusen homolog sind, entstehen zweifelsohne aus der doppelschichtigen Gefässplatte, und zwar, wie das CLAUS bei der Entwicklung der Schwimmglocken von *Halistemma*²⁾ festgestellt hat,

1) ALLMAN, l. c. II Part. p. 207. Plate XXXIII, Fig. 8 and 11.

2) C. CLAUS, »Ueber *Halistemma tergestinum* n. sp. nebst Bemerkungen über

dadurch, dass die beiden Entodermislagen längs vier radial regelmässig vertheilten Meridianhalbkreisen mit einander verwachsen, während sie längs vier anderen mit jenen alternirenden Meridianen einen Hohlraum einschliessen.

2. Entwicklung der Eier.

Aus den vielen in einem Gonophor enthaltenen Zellen bilden sich nur sehr wenige (vier bis acht) zu wirklichen Eizellen aus. Um sich über den Vorgang der Eibildung genau unterrichten zu können, ist es unerlässlich die Objecte nicht im frischen Zustande zu beobachten, sondern gehärtete und entsprechend gefärbte Präparate anzufertigen. Ich fand, dass in diesem Falle die Härtung in absolutem Alkohol und die Hämatoxylinfärbung und nachheriger Aufhellung die besten Dienste leistet. Carmin und Picrocarmin sind weniger zu empfehlen, weil namentlich das letztere die Objecte ungemein einschrumpft und unbrauchbar macht. Auch ist zu bemerken, dass man beim Härten mit Alkohol Anfangs nur sehr verdünnte Lösungen anwenden kann und die Concentration erst nach und nach zu steigern ist, bis man zuletzt die Härtung in absolutem Alkohol beendigt.

Die Zellen, welche durch Wucherung der epithelialen Bekleidung des Spadix entstanden sind, und nun das ganze Gonophor ausfüllen, sind Anfangs alle gleich gross, und lassen bei Behandlung mit Tinctionsmitteln den grossen Nucleus mit seinem Nucleolus deutlich erkennen (Fig. 14, 16). Wenn man ältere Gonophoren untersucht, so kann man an optischen und natürlichen Längsschnitten bemerken, dass einige der Zellen, welche weder dem Spadix noch der äusseren Gonophorwand anliegen, sondern mehr in der Mitte sich befinden, die anderen an Grösse überbieten, und sich dadurch besonders kennzeichnen (Fig. 17). Solcher Reihen von drei bis fünf übereinander liegenden Zellen giebt es auf dem ganzen Umfange des Gonophors in der Regel drei oder vier, die sich oft in sehr verschiedenen Entwicklungszuständen befinden. Von den drei bis fünf Zellen einer Reihe bilden sich aber in der Regel nur eine (die mittlere) oder höchstens zwei, zu wirklichen Eizellen aus, so dass in einem Gonophor sich im günstigsten Falle acht Embryonen gleichzeitig entwickeln können. In der Regel sind es aber deren nur vier oder fünf. Die anderen Zellen theilen sich nun wiederholt¹⁾, so dass die sich ent-

den feineren Bau der Physophoriden«. p. 26–29. Taf. I, Fig. 9, 10, 13, 14, 15. (Arbeiten aus dem Zoologischen Institute etc. I. Heft. 1878.)

1) Bei diesem fortgesetzten Theilungsprocesse, der in der Regel namentlich die Zellen, die im Grunde des Gonophors liegen, besonders betrifft, kann es, allerdings nur in sehr seltenen Fällen, vorkommen, dass aus den sich theilenden Zellen echte

wickelnden Eier später von vielen kleinen Ectodermzellen ganz umgeben sind (Fig. 47), welche natürlich keine andere Bestimmung haben als das Material zur Vergrösserung der Eier abzugeben. In der That sieht man, dass sich das Plasma dieser Zellen immer mehr vermindert, indem es wahrscheinlich als Deutoplasma von der Eizelle aufgenommen wird, so dass zuletzt nur mehr die Kerne übrig bleiben, welche endlich auch rückgebildet werden. Von den vielen Zellen, die den Spadix anfangs umgaben, bleibt zuletzt nur eine einzellige Schicht übrig, die allerdings am Grunde des Gonophors bedeutend anschwillt, und die Lücken, die zwischen den einzelnen Eiern, und zwischen diesen und der proximalen Gonophorwand übrig bleiben, ausfüllt (Fig. 48) und die vielleicht bestimmt ist, später eine andere Generation von Eiern zu produciren.

Dieser Vorgang der Eibildung hat, wie man sieht, die grösste Aehnlichkeit mit dem von N. KLEINENBERG¹⁾ bei *Hydra* geschilderten Processe, indem auch dort aus einer grossen Anzahl von Ectodermzellen, die den Eierstock zusammensetzen, nur eine einzige zum wirklichen Eie auswächst. Die anderen werden als Nahrungsmaterial verwendet und so nach und nach rückgebildet, während die Eizelle zuletzt den ganzen Raum einnimmt. Die Aehnlichkeit dieser beiden Eibildungsprocesse tritt aber noch um so mehr hervor, wenn man die weitere Entwicklung des Eies von *Tubularia* bis zu seiner Reife verfolgt. — Bis zu einer Grösse von circa 0,02 mm im Durchmesser ist das Protoplasma der Eizelle noch durchsichtig, feinkörnig und färbt sich mit Hämatoxylin ziemlich schwach. Bei weiterer Entwicklung, wenn dieselbe einen Durchmesser von 0,03 mm erreicht hat, verliert das Protoplasma seine durchsichtige Beschaffenheit, wird grobkörnig, so dass man das Keimbläschen nur schlecht unterscheiden kann. Noch weiter prägen sich diese Eigenschaften des Plasma der Eizelle aus, wenn ihr Durchmesser auf 0,06 mm wächst; da wird der Dotter geradezu blasig, ganz opac und färbt sich dunkel bei Behandlung mit Tinctionsmitteln, so dass es nicht mehr möglich ist, das Keimbläschen zu erkennen (Fig. 47). — Nun treten noch kleine kuglig umschriebene Verdichtungen des Plasmas auf, welche, wie aus der näheren Beschreibung hervorgehen wird, die grösste Aehnlichkeit mit

Samenzellen hervorgehen. Diese merkwürdige Erscheinung ist natürlich zugleich der deutlichste Beweis für die gleiche Abstammung der Eier und der Samenzellen bei *Tubularia*. Ich habe während meiner Studien über Hydroidpolypen, heuer und auch im vorigen Jahre, vier oder fünf Mal solche hermaphroditische Gonophoren beobachten können, in welchen, in den oberen Partien die sich entwickelnden Actinulae, im Grunde des Gonophors aber die mehr oder minder reifen Samenzellen anzutreffen waren.

4) l. c.

den von KLEINENBERG im *Hydraei* entdeckten »Pseudozellen« haben, weshalb ich auch diese Bezeichnung für unsere Gebilde beibehalten will.

Wenn man ein reifes Ei von *Tubularia* näher betrachtet, so bemerkt man nämlich ausser dem grossblasigen Dotter noch stark lichtbrechende scharf contourirte Kugeln, die zerstreut in der Dottermasse liegen (Fig. 48). Wenn man ein solches Ei präparirt, so färben sich diese Gebilde sehr intensiv, während der übrige Theil des Dotters viel heller bleibt. Betrachtet man nun ein solches Präparat bei ziemlich starker Vergrösserung, so sieht man, dass die stark gefärbten Kugeln nicht alle gleich gross und in ihrer Masse homogen sind, man glaubt vielmehr eine Art Kern in der Mitte mancher derselben zu unterscheiden (Fig. 49). Zur näheren Orientirung über diese Gebilde habe ich ein reifes Ei, nach entsprechender Präparation, zerdrückt, um so die Elemente zu isoliren und mittelst der schärfsten Vergrösserungen untersuchen zu können. Auf diese Weise konnte ich nicht nur die Beschaffenheit der Pseudozellen deutlich erkennen, sondern auch die Art der Entwicklung derselben zweifellos feststellen. Die dabei erhaltenen Bilder sind durch die Fig. 20 dargestellt. — Die Pseudozellen erscheinen genau so wie bei *Hydra* anfangs als ganz kleine Kügelchen (0,004 mm Durchmesser) und können bis zu einem Durchmesser von 0,005 mm anwachsen. In ihrer Beschaffenheit sind sie von einander ziemlich verschieden; man findet solche, die ganz homogen (*a*), solche die kleine lichte Punkte zeigen (*b*) und endlich solche, welche in der Mitte einen durch einen hellen Ring von der übrigen Masse gesonderten Kern erkennen lassen (*c*); und zwar sind diese Vorkommnisse nicht an die Grösse der Pseudozellen gebunden. Der Zusammenhang, welcher zwischen diesen Bildungen besteht, ist leicht zu finden. In der Masse der Pseudozellen, die ihrem Verhalten nach nur aus Eiweisskörpern bestehen kann, treten zunächst kleine Vacuolen auf, die wahrscheinlich eine wässrige Flüssigkeit enthalten (*c*₁); diese ziehen sich allmählig gegen die Mitte hin und fliessen so zusammen, dass sie die mittlere Partie der Pseudozelle als eine Art Kern von der übrigen Masse abtrennen (*c*_{1–3}). Bei *Hydra*¹⁾ entsteht in der Mitte der Pseudozelle eine grössere Vacuole, in welche dann ein Theil der festen Eiweisssubstanz hineindringt. Der einzige Umstand, wodurch sich unsere Gebilde von den Pseudozellen von *Hydra* in auffallender Weise unterscheiden, ist, dass bei *Tubularia* sich die Pseudozellen durch Theilung vermehren, denn ich glaube nicht, dass KLEINENBERG einen solchen Vorgang, wenn er auch bei *Hydra* stattfinden würde, übersehen hätte. — Diese Theilung, welche, wie aus dem Folgenden

1) Siehe KLEINENBERG's »*Hydra*«. p. 39–44. Taf. II, Fig. 45 A.

hervorgehen wird, durchaus nicht mit einer Zelltheilung zu vergleichen, und besser als ein Zerfallen in mehrere oft ungleichartige Stücke zu benennen ist, scheint nicht an eine bestimmte Grösse der Pseudozellen gebunden zu sein, da man sowohl grössere als auch kleinere derselben in Theilung begriffen antrifft. Es lässt sich aber leicht feststellen, dass die Theilung der Pseudozelle immer vor der Abtrennung jenes kernartigen Gebildes in ihrer Mitte erfolgt, so dass in jeder Hälfte dann durch Zusammenlaufen der Vacuolen die Absonderung der mittleren Partie herbeigeführt wird (Fig. 20 d). Die Pseudozellen spalten sich entweder in zwei, drei oder vier gleich grosse Theile (*d, h, i*); oder sie zerfallen in zwei, drei oder vier Stücke verschiedener Grösse (*d', e, f*). Im letzteren Falle sind dann bei der Dreitheilung immer die zwei grösseren (*f*), bei der Viertheilung auch die zwei kleineren Stücke untereinander gleich; letztere spalten sich oft wiederum, so dass dadurch eine fünffache (*g*) oder sechsfache Theilung hervorgehen kann.

Das reife Ei von *Tubularia*, welches einen Durchmesser von circa 0,4 mm erreicht, besteht somit aus einem grossblasigen Dotter, in welchem verschieden grosse, scharf umschriebene protoplasmatische Kugeln — Pseudozellen — zerstreut liegen, die sich durch Theilung vermehren.

Was die physiologische Bedeutung der Pseudozellen anbetrifft, so kann ich auf die Abhandlung Dr. KLEINENBERG's verweisen, da ich auch der Ansicht bin, dass dieselben mit den Ernährungsvorgängen der Eizelle in innigem Zusammenhange stehen. In morphologischer Hinsicht glaube ich ebenfalls im Einklange mit KLEINENBERG die Pseudozellen mit den Keimkörnern LIEBERKÜHN's¹⁾ vergleichen zu können.

Wenn man die eben beschriebenen Resultate meiner Beobachtungen mit den Darstellungen der verschiedenen Autoren vergleicht, so ergiebt sich gleich, dass die Quelle aller irrthümlichen Auffassungen und aller Missdeutungen des Eibildungsprocesses bei *Tubularia* vornehmlich in dem Umstande liegt, dass man eben die Keimkörner oder Pseudozellen des Eidotters mit den wirklichen Zellen des epithelialen Ueberzuges des Spadix verwechselt hat.

Die ältesten Angaben sind natürlich die unvollkommensten; so beschreibt P. J. VAN BENEDEN²⁾ (1844), in seinen Untersuchungen über die Entwicklung der Tubularien, zweierlei Arten der geschlechtlichen Fortpflanzung; »Developpement par oeuf simple« (p. 36), »et developpement

1) MÜLLER's Archiv 1856. p. 14.

2) »Recherches sur l'embryogenie des Tubulaires et l'histoire naturelle des differents genres de cette famille qui habitent la côte d'Ostende«. (Nouveaux Memoires de l'acad. royale des sciences et belles-lettres de Bruxelles. Tome XVII. 1844.)

par vitellus divisée (p. 38). Im ersten Falle hat er, wie man aus seinen Zeichnungen entnehmen kann, sehr wahrscheinlich die eingewachsene Ectodermkappe, die in jungen Gonophoren über dem Spadix liegt, für das Ei gehalten; im zweiten Falle, von welchem er keine Abbildungen giebt, scheint er die richtigen Eier (zwei bis vier) gesehen zu haben, hält aber dieselben als aus der einfachen früher beschriebenen Eizelle durch Theilung hervorgegangen. — In seiner späteren Abhandlung ¹⁾ (1867) giebt er nur einige Abbildungen von Actinulen, ohne aber seine früheren Angaben zu verbessern, oder neue Beobachtungen darüber hinzuzufügen.

Nicht viel glücklicher in der Erkenntniss der Eibildung von Tubularia ist ALLMAN in seiner Monographie (1870) gewesen. H. J. CLARK ²⁾ (1864) scheint die vielen Zellen in den jungen Gonophoren von Tubularia gesehen und als Eizellen gedeutet zu haben, ALLMAN aber widerspricht dieser Auffassung und meint, dass der Spadix der Gonophoren von Tubularia von einer plasmatischen Masse umgeben sei, in der allerdings zellenartige Gebilde »spherical cell« zerstreut liegen, die aber nicht als wahre Zellen aufgefasst werden können. Aus dieser plasmatischen Masse lässt nun ALLMAN die Eier so entstehen, dass sich grössere (vier bis acht) Partien (protoplasmatische Klumpen) davon ablösen und ohne einen Furchungsprocess durchzumachen in die Embryonen, die er »Actinulae« genannt hat, verwandeln ³⁾.

Offenbar konnte ALLMAN, da er die Pseudozellen des Eidotters als mit den echten Zellen der Spadixumhüllung für identisch hielt, letztere nicht als solche auffassen, ohne das Ei als ein mehrzelliges Gebilde darzustellen, daher schien ihm das Beste, beiden Gebilden die echte Zellennatur abzusprechen und das Ei dann auf jene, allerdings etwas abentheuerliche Weise entstehen zu lassen.

1) Recherches sur la faune littorale de Belgique. I. Partie: Recherches sur l'histoire naturelle des polypes qui fréquentent les côtes de Belgique. p. 43. Taf. IV. Ibid. tome 36 (1867).

2) H. J. CLARK, »Tubularia not Parthenogenus«. American Journal of sciences and arts. XXXVII. 1864.

3) »In Tubularia a minutely granular plasma which except in its more obviously cellular structure, is entirely similar to that which in other Hydroids becomes differentiated into ordinary ova, may be seen enveloping the spadix of the young gonophore. Instead, however, of becoming transformed in the usual way into ova, portions become detached from the mass and lie loose in the cavity of the gonophore, where they undergo a development into free embryo in the manner to be presently described, while the residual plasma continues to detach from its mass fresh fragments which are in their turn transformed into embryos«. Part. I. p. 90. (Plate XX, Fig. 3; Plate XXIII, Fig. 11, 13, 14, 15, 16, 23 and 24.)

Gegenüber diesen so unsicheren und so verwickelten Darstellungen der Autoren erschien die Entdeckung v. Koch's (1873) allerdings sehr überraschend, der in seinen früher citirten vorläufigen Mittheilungen¹⁾, das reife Ei von *Tubularia larynx* ganz einfach als eine grosse Zelle mit feinkörnigem, durchsichtigen Plasma, »grossem deutlichen Nucleus und hellerem Nucleolus« beschreibt und abbildet!

3. Furchungsprocess und Keimbildung.

Die so unsicheren Angaben über die ersten Entwicklungsvorgänge der Tubularien, liessen mir die Aufgabe einer Untersuchung zur Feststellung derselben als eine sehr schwierige erscheinen, der Art, dass ich meinen vorjährigen Beobachtungen, bei welchen ich einige Male Furchungsstadien des *Tubulariaeies* vor Augen gehabt zu haben meinte, nicht recht trauen wollte. Ja ich konnte um so weniger auf Erfolg hoffen als, da die Eier sich nicht frei, sondern in den Gonophoren entwickeln, ich keine Aussicht hatte die ersten Entwicklungsvorgänge an einem und demselben Eie beobachten zu können, was mir aber sehr erwünscht erschien um den so bestrittenen Furchungsvorgang²⁾ mit Sicherheit feststellen zu können. — Indessen gelang es mir wirklich zu meiner freudigen Ueberraschung den ganzen Furchungsprocess am lebendigen Eie zu verfolgen und so den sichersten Beweis für die Existenz eines solchen zu bringen.

Der dabei von mir eingehaltene Weg, der nur durch die, allerdings nicht sehr grosse Lebensfähigkeit abgeschnittener Theile des Tubularienleibes möglich gemacht wurde, ist in Kürze folgender: An die Beobachtung der Entwicklungsvorgänge des Eies in den Gonophoren, direct am intacten Thiere war nicht zu denken, erstens wegen der ungeeigneten Dimensionen des letzteren, und dann namentlich weil die Gonophoren meistens vom äusseren Tentakelkreise verdeckt werden. — Es blieb daher nichts anderes übrig als die Gonophoren (oder besser gleich eine ganze Traube) vorsichtig, am Präparirmikroskop, abzuschneiden und sie im hängenden Tropfen einer Feuchtkammer weiter zu untersuchen. Auf diese Weise gelang es mir die abgeschnittenen Geschlechtstrauben drei bis fünf Stunden lang lebendig zu erhalten und während dieser Zeit die

1) I. c. Jenaische Zeitschrift. Bd. VII, p. 544. Tafel XXVI, Fig. 14.

2) ALLMAN drückt sich im II. Theile seiner oft citirten Monographie auf p. 402 folgendermassen über die Art der ersten Entwicklungsvorgänge des *Tubulariaeies* aus: » and that the ova are developed into actinulae, though no evident germinal vesicle nor any true process of segmentation has as yet been detected in them«.

Furchung der in den Gonophoren enthaltenen Eier in ihrem ganzen Verlaufe, an einem und demselben Ei, zu verfolgen.

Die Gonophoren verändern fortwährend ihre Gestalt, was durch Contractionen der Gonophorhüllen und noch mehr durch die lebhafteren Bewegungen des Spadix hervorgebracht wird. Dieser letztere streckt sich entweder ganz aus und ragt dann weit aus dem Gonophor heraus, oder zieht sich ganz innerhalb desselben zusammen; dabei kann auch die kreisförmige Oeffnung am apicalen Pole des Gonophors ihre Grösse in auffälliger Weise verändern.

Die Contractionen der Gonophorhüllen und des Spadix sind natürlich sehr störend für die Beobachtung der Furchung des membranlosen Eies, namentlich wenn die Furchungskugeln sehr zahlreich geworden sind; daher ist die durch die Figuren 23—34 gegebene, sonst möglichst getreue Darstellung des Furchungsvorganges des Tubulariaeies, insofern der Wirklichkeit nicht vollkommen entsprechend, als dabei die durch die erwähnten Bewegungen erzeugten Formstörungen nicht berücksichtigt sind.

Das Ei von Tubularia entbehrt wie die meisten Coelenterateneier einer Eimembran, und lässt in Folge der eigenthümlichen Beschaffenheit seines Dotters das Keimbläschen nicht erkennen; die Existenz eines solchen kann aber nicht angezweifelt werden, da ja die stets vorhandenen Richtungsbläschen das sicherste Zeugniß von seiner Gegenwart liefern. Dieselben haben gewiss, indem sie in Gonophoren, die viele Eier enthalten, in grosser Anzahl auftreten, die Deutung der Eibildungsverhältnisse von Tubularia erschwert, da sie leicht für junge Eizellen gehalten werden konnten; sie gehen, da sie für die weitere Entwicklung bedeutungslos sind, langsam zu Grunde.

Das Ei, welches anfangs eine ganz regelmässige Gestalt hat, erscheint nach dem Auftreten der Richtungsbläschen an einer Seite etwas conisch zugespitzt und zwar an derjenigen Seite, von der das Keimbläschen ausgetreten ist¹⁾. An dieser Seite (die ich von nun an immer als die obere bezeichnen werde) entsteht die erste Theilungsfurche, welche langsam immer tiefer in das Innere des Eies dringt. In diesem

1) Ueber den Befruchtungsvorgang kann ich keine eigentlichen Beobachtungen vorlegen. Es kann aber keinem Zweifel unterliegen, dass derselbe in der Weise vor sich geht, dass die Spermatozoen durch die apicale Oeffnung der weiblichen Gonophoren in dieselben eindringen und die darin enthaltenen reifen Eier befruchten. In jenen seltenen Fällen, in welchen die Gonophoren hermaphroditisch sind, ist die Selbstbefruchtung wahrscheinlich dadurch unmöglich gemacht, dass die Samenzellen viel später als die Eier die Reife erlangen; wenigstens habe ich in allen den fünf von mir beobachteten Fällen von Hermaphroditismus die Samenzellen immer neben schon weit in der Entwicklung fortgeschrittenen Embryonen angetroffen.

Stadium liefert das Ei von oben gesehen das durch Fig. 34 dargestellte Bild. — Jedoch noch bevor die vollständige Trennung der zwei Hälften stattfindet, beginnt schon die zweite Theilung, welche in einer zur ersten senkrechten Furchungsebene erfolgt, und zwar so, dass dadurch jede der beiden angelegten ersten Furchungskugeln in die zwei verschieden gestalteten Hälften (eine spitze und eine abgerundete) gespalten wird, wobei aber die zwei, der oberen zugespitzten Eihälfte entsprechenden Kugeln, kleiner als die unteren, der abgerundeten Hälfte entsprechenden ausfallen. Die Bildung dieser zweiten Furche beginnt aber nicht aussen; an der Oberfläche, sondern sie entsteht gleichsam als Abzweigung der ersten Hauptfurche, derartig, dass in diesem Stadium das Ei im optischen Querschnitt das durch Fig. 25 dargestellte Bild darbietet. — Nun erfolgt die vollständige Trennung der zwei ersten Furchungskugeln, zugleich aber auch die vollständige Trennung jeder derselben in ihre zwei Hälften, so dass dadurch zwei grosse und zwei kleine Kugeln im Ganzen vorhanden sind. — Die nächste Theilung erfolgt nun in einer dritten zu den zwei ersten senkrecht gestellten Ebene, wodurch jede der vier beschriebenen Kugeln in zwei gleich grosse Hälften zerfällt. Dieses Stadium ist von oben betrachtet auf Fig. 32 abgebildet. Fast gleichzeitig mit der eben beschriebenen Theilung zerfällt jede der vier oberen, kleineren Kugeln in zwei Hälften, indem sie sich längs einer Ebene, die 45° mit der ersten und zweiten Furchungsebene einschliesst, aber senkrecht auf der dritten steht, theilt, während auch in den vier unteren grossen Kugeln vier Furchen in derselben Richtung entstehen. Diese letzteren haben auch bald die Spaltung jeder der vier unteren Kugeln in zwei Hälften zur Folge, so dass man nun längs der Achse der ersten Furchungsebene vier Zonen unterscheiden und demgemäss $4+4$ kleinere obere (Fig. 27 o. o.), vier grosse mittlere (*m*) und vier grosse untere Kugeln (*u*) zählen kann. Die vier grossen Kugeln der unteren Zone (*u*) nehmen vorläufig an der Theilung keinen Antheil und werden von den anderen sich rasch weiter theilenden Furchungskugeln umwachsen. — Die Ebenen der nächsten Theilung stehen auf der zweiten Hauptfurchungsebene senkrecht, während sie mit der ersten und dritten einen Winkel von 45° einschliessen, wodurch acht grosse mittlere, vier grosse untere und $8+4$ kleine obere Kugeln entstehen (Fig. 33, Ansicht von oben). — Durch weitere Theilungsvorgänge, die in Betreff ihrer Richtung schwer zu präcisiren sind, erhält man nun 32 obere und 16 mittlere Furchungskugeln (Fig. 28). Bei den folgenden Theilungen lassen sich aber sowohl die drei ersten Zonen nicht mehr unterscheiden, als auch die Anzahl der Zellen derselben nicht mehr genau bestimmen; man bemerkt nur, dass mit dem Wachsen der Anzahl der Zellen die vier grossen unteren Kugeln

nach und nach von den anderen umwachsen (Fig. 30 und 34), und endlich gänzlich eingeschlossen werden (Fig. 35).

Auf diese Art entsteht eine zusammenhängende Zellschicht, welche die Furchungskugeln der unteren Zone des Eies umhüllt. — Erstere ist die Anlage des Ectoderms, während sich aus den eingeschlossenen Theilungszellen das Entoderm entwickelt (Fig. 36).

Der Vorgang der Eifurchung und die Art der Keimbildung von *Tubularia* hat vielfache Aehnlichkeit mit den entsprechenden Vorgängen anderer Coelenteraten. — Die Art der Dottertheilung, die insofern als eigenthümlich zu bezeichnen ist als ja die Theilungsfurche nicht in regelmässiger Weise längs der ganzen Ausdehnung des betreffenden Theilungsmeridianes entsteht, sondern immer nur an einer Seite desselben auftritt und nach und nach ins Innere der sich theilenden Masse vordringt, findet man sowohl bei *Hydra*, als bei den Siphonophoren, und nach den Beobachtungen von KOWALEVSKY und FOL, in ausgezeichneter Weise auch bei den Rippenquallen wieder. — Ebenso ist die bei *Tubularia* stattfindende Umwachsung einiger in der Theilung zurückbleibender Furchungskugeln durch andere die sich rascher vermehren, bei Ctenophoren beobachtet, und ist vielleicht bei der Entwicklung der Aeginiden¹⁾ von METSCHNIKOFF nur übersehen worden. Es scheint mir nämlich, da die Furchung von *Aegineta flavescens* von METSCHNIKOFF nicht eingehend beschrieben wird, dass jenes durch Fig. 4 auf Tafel III dargestellte Furchungsstadium, in welchem, ähnlich wie bei *Tubularia*, von den acht vorhandenen Theilungskugeln nur die vier oberen weiter zerfallen und so acht kleine Kugeln entstehen lassen, eine solche Annahme berechtige, und zwar deswegen, weil, wie sogleich gezeigt werden soll, die Entwicklung von *Tubularia* grosse Uebereinstimmung mit der Entwicklung der Aeginiden zeigt, und um so mehr da man mit Recht die Actinulae von *Tubularia* mit jungen Quallen verglichen hat.

4. Entwicklung der Actinula.

Die weitere Entwicklung des auf die erörterte Weise entstandenen Embryo bis zur ausschlüpfenden Actinula, konnte ich natürlich nicht direct verfolgen; ich musste mich vielmehr auf die Beobachtung einzelner Entwicklungsstadien beschränken, und dieselben dann zu einer zusammenhängenden Darstellung vereinigen. Dabei habe ich entweder die Embryonen direct in den Gonophoren beobachtet (Fig. 37—40), oder, — namentlich bei den mehr vorgeschrittenen, — dieselben aus den Gonophoren am Präparirmikroskop herausgenommen, und sie dann

¹⁾ ELIAS METSCHNIKOFF, »Studien über die Entwicklung der Medusen und Siphonophoren«. Diese Zeitschr. Bd. XXIV (1874). p. 23. Taf. III, Fig. 4.

nach entsprechender Behandlung¹⁾ weiter untersucht. Nach solchen Präparaten sind die Figuren 41—44 gezeichnet.

Die erste Veränderung, welche an den jungen Embryonen bemerkbar wird, ist das allmälige Verschwinden der Pseudozellen in der äusseren Zellschicht, während sie in den Zellen der von dieser eingeschlossenen Bildungsmasse in vergrösserter Anzahl auftreten. Die Zellen der ersteren (Ectoderm) werden kleiner, ihr Protoplasma feinkörniger, durchsichtig, so dass man bei dem Stadium, das durch Fig. 38 dargestellt wird, den Zellkern deutlich erkennen kann. Zu dieser Zeit beginnt auch die äussere Form sich zu ändern; bisher war die Gestalt des Embryo die eines an einer Seite (untere, aborale) etwas abgeflachten Rotationsellipsoides (Fig. 37). Nun streckt sich derselbe in die Länge, während er sich an den Enden zuspitzt und an der früher abgeflachten Seite etwas ausbuchtet (Fig. 38), so dass er nach und nach eine spindel-förmige Gestalt erhält. Die zwei ausgezogenen Enden der Spindel sind die Anlagen der zwei ersten Tentakel, die namentlich durch das Verschwinden der Pseudozellen, und das Vorhandensein deutlicher Kerne in ihren Entodermzellen sich als solche erkennen lassen (Fig. 39). In den nächsten Stadien erfolgt die Bildung von anderen Tentakeln und die Entstehung der Gastrovascularcavität.

Der Embryo buchtet sich an der einen Seite (untere) immer mehr aus, während er sich an der entgegengesetzten abplattet, und nun entsteht durch Auseinanderweichen der Entodermzellen, deren Contouren und Kerne man nicht genau unterscheiden kann, in der Mitte der beschriebenen Ausbuchtung eine Höhlung, welche die Anlage der künftigen Gastrovascularcavität darstellt (Fig. 40). — Die Tentakel entspringen alle in der Aequatorialebene des Embryo, welche durch die zwei ersten Tentakel bestimmt ist, und krümmen sich dann alle gegen die ausgebuchtete Hälfte desselben. Was ihre Anzahl anbetrifft, so ist diese eine ziemlich schwankende, indem man Actinulae mit sieben, mit sechs und auch mit vier Tentakeln antrifft, wobei allerdings sechs Tentakel die normale Zahl zu sein scheint. Mit Ausnahme der zwei ersten entstehen alle Anderen ziemlich gleichzeitig.

Nun erfährt auch die obere, orale bisher flache Seite des Embryo eine Ausbuchtung, so dass derselbe die Gestalt zweier mit ihren Grundflächen aneinander stossenden Kegel gewinnt, von welchen der untere der grössere ist (Fig. 42); während die Tentakel an Länge bedeutend gewinnen. — Was den histologischen Bau des Embryo um diese Zeit anbetrifft, so besteht das Ectoderm aus deutlichen, kernhaltigen Zellen,

¹⁾ Mit Alkohol oder Ueberosmium behandelt und dann mit Hämatexylin gefärbt.

während man beim Entoderm nur in den Tentakeln die einzelnen Zellen leicht erkennen kann, da die Zellgrenzen sonst noch sehr undeutlich sind.

Die obere Hälfte des Embryo spitzt sich bei der weiteren Entwicklung immer mehr zu, und vergrößert sich dabei derart, dass sie bald die untere übertrifft (Fig. 43). Nun bildet sich etwas unterhalb der Ebene, in welcher die Tentakel entspringen, eine ringförmige Einschnürung, wodurch die zwei Körperhälften noch schärfer von einander getrennt werden, und die Gastrovascularcavität, deren Rauminhalt sich mit dem Wachsthum des Embryo auch vergrößert hatte, in zwei Theile getheilt erscheint. Die Tentakel, die bisher nach abwärts gekrümmt waren, biegen sich nach aufwärts, so dass der Embryo nach und nach ein der fertigen Actinula schon sehr ähnliches Aussehen erhält (Fig. 43). — In diesem Stadium lassen sich auch im Entoderm die einzelnen Zellen deutlich erkennen, sowie man auch eine Abnahme der Keimkörner in denselben bemerken kann.

Die vollkommen entwickelte Actinula unterscheidet sich von der eben beschriebenen Form nur durch die noch mehr vergrößerte orale Leibeshälfte, an deren Spitze schon die vier Mundtentakel als Ectodermwucherungen angelegt sind, und durch das tiefere Eindringen der Einschnürung in der Mitte des Leibes, so dass die obere und untere Hälfte der Gastrovascularcavität nur mehr durch einen Canal mit einander in Verbindung stehen (Fig. 44).

Wenn man die eben beschriebene Entwicklung von Tubularia mit der von METSCHNIKOFF geschilderten Entwicklung¹⁾ der Aeginiden vergleicht, so wird man die grosse Uebereinstimmung, die zwischen denselben herrscht, leicht erkennen. Bei beiden Formen entsteht die Gastrovascularhöhle durch Auseinanderweichen der Entodermzellen²⁾, bei beiden entstehen die zwei ersten Tentakel durch Ausstreckung des ellipsoidischen Leibes des Embryo³⁾, und selbst der Umstand, dass die Tentakel anfangs der aboralen Leibeshälfte zugewendet sind, und sich erst später umbiegen, findet sich in der Entwicklung der Cnuriencnospknospen⁴⁾ wieder. — Somit muss man wohl die Tubularien für sehr verwandt mit den Quallen der Aeginidengruppe erklären, und daher erscheint die Annahme der Abstammung letzterer von tubularienähnlichen Polypen nicht unwahrscheinlich.

Ueber das Ausschlüpfen der fertigen Embryonen aus dem Gonophor

4) Studien über die Entwicklung von Medusen und Siphonophoren. Diese Zeitschrift. Bd. XXIV, p. 45—77.

2) *ibid.* Tafel III, Fig. 9.

3) *ibid.* Tafel III, Fig. 6—8.

4) *ibid.* Tafel V, Fig. 2, 3, 4—8.

hätte ich noch Folgendes zu bemerken (Fig. 22): Die Lage des Eies im Gonophor ist in der Regel eine solche, dass dasselbe mit seiner längsten Achse in einer dem Spadix parallelen Richtung gestellt ist; weiter beobachtet man fast immer, dass der Embryo die orale Seite gegen die Gonophorwandung und die aborale stark gewölbte Fläche gegen den Spadix kehrt. Nun dreht sich in der Regel bei der weiteren Entwicklung der Embryo derart, dass er seine orale Hälfte dem distalen Ende des Gonophors zuwendet, und dass somit seine Längsachse nun dem Spadix parallel läuft. In dieser Lage verharret die Actinula bis zur Zeit des Ausschlüpfens, welches natürlich durch die Oeffnung des Gonophors am apicalen Pole erfolgt. Dieselbe ist anfänglich nur so gross, um dem Spadix den Durchtritt zu gestatten, später aber erweitert sie sich derart, dass neben dem Spadix noch ein freier Raum übrig bleibt. — Vor dem Austreten der Actinula dringen zwei bis drei Tentakel derselben durch die Gonophoröffnung hinaus, während sich der Spadix entweder stark ausstreckt und dann natürlich sehr verdünnt erscheint, oder sich so zusammenzieht, dass er die Oeffnung ganz frei macht. Alsdann folgen die anderen Tentakel, und nun dringt, während sich die Gonophoröffnung in Folge ihrer Contractilität etwas erweitert, die Actinula mit ihrer oralen Hälfte durch dieselbe hinaus, während dann durch Contraction der Gonophorhüllen und durch die Bewegungen der Tentakel auch die hintere Hälfte hinausschlüpft.

Sind alle Actinulae auf diesem Wege aus dem Gonophor ausgetreten, so bleibt blos der Ectodermüberzug des Spadix übrig, die Gonophorhüllen fallen ein und das Ganze erhält eine langgestreckte Gestalt. Ob sich aus den Zellen der epithelialen Ectodermbekleidung des Spadix neue Eier und Embryonen entwickeln, oder ob die alten Gonophoren zu Grunde gehen, kann ich nicht mit Bestimmtheit entscheiden, jedenfalls ist die Entwicklung einer zweiten Generation in denselben Gonophoren während der Sommermonate sehr wahrscheinlich.

5. Verwandlung der Actinula in den festsitzenden Polyp.

Die freigewordenen Actinulae, welche eine Länge von ungefähr 0,2 mm haben, bleiben, indem sie ihre Tentakel horizontal ausgestreckt halten, eine Zeit lang im Meerwasser schweben, sinken aber nach wenigen Stunden zu Boden und setzen sich fest.

Zur Beobachtung der weiteren Entwicklung der Actinulae habe ich folgenden Weg eingeschlagen. Wenn man solche Polypen nimmt, welche in ihren Gonophoren reife Larven enthalten, so genügt der leiseste Druck auf das Polypenköpfchen, um dieselben zum Ausschlüpfen zu bringen.

Man legt daher zu diesem Zwecke ein solches Köpfchen, das man vom Stiel getrennt hat, auf einen Objectträger, lässt eine genügende Menge Meerwasser hinzutreten und fährt dann ganz leise, etwa mit einer Präparirnadel über das Köpfchen hinweg; auf diese Weise kann man sicher sein zwei oder drei Actinulae in ganz unversehrtem Zustande in dem Wasser auf dem Objectträger zu bekommen. Diese werden dann in kleine Aquarien abgespült, wo sie sich nach vier bis sechs Stunden festsetzen.

Der ganze Vorgang dabei, sowie überhaupt die ganze erste Entwicklungsperiode besteht fast ausschliesslich in den Veränderungen und in dem schnellen Wachsthum der aboralen Körperhälfte, die orale Hälfte, welche die Anlage des eigentlichen Polypenköpfchens ohne den Stiel darstellt, behält während dieser ganzen Zeit nahezu ihre ursprüngliche Grösse bei.

Zwei bis drei Stunden nach dem Ausschlüpfen der Larve bemerkt man folgende Veränderungen des unteren Körperendes derselben. Die aborale Körperhälfte, welche ihre ursprüngliche conische Gestalt verloren hat und als ein stielartiger Fortsatz des oberen Leibesabschnittes erscheint (Fig. 44), bekommt an ihrer Spitze durch Wucherung des Ectoderms einen halbkugelförmigen Auswuchs, der aus hohen, sehr schmalen Zellen besteht, welche gegen die Leibesachse etwas gekrümmt sind. Weiter bemerkt man, dass diese Hervorragung des Körperstieles (denn so kann man den aboralen Abschnitt nennen) von einem durchsichtigen, äusserst zarten Häutchen bedeckt ist, welches sich über den ganzen Stiel nach und nach ausbreitet. Es ist dies die Anlage des durch Ausscheidung der Ectodermzellen entstehenden Perisarkes. Durch diese chitinige Secretion wird auch die Befestigung der Actinula vermittelt. Nun streckt sich der stielartige Fortsatz des oralen Körperabschnittes sehr rasch aus, so dass er schon innerhalb eines Tages den letzteren um das vier- bis fünffache an Länge übertrifft. Dann bleibt allerdings seine Ausdehnung während der ganzen Zeit, durch welche ich die Larven am Leben erhalten konnte (fünf bis sieben Tage), fast unverändert. — Die Ausstreckung des Körperstieles geht nun so vor sich, dass die halbkugelige Hervorragung am unteren Ende desselben zur künftigen Hydorrhiza auswächst, wie ALLMAN den horizontal verlaufenden Theil des Polypenstiels nennt, während die ganze obere Partie des aboralen Leibesabschnittes der Actinula in das Hydrocaulus übergeht (Fig. 45). Die festgesetzte Larve hat nach drei bis vier Tagen die Länge von circa 4—4,5 mm erreicht und besteht nun aus folgenden Abschnitten: Zuerst aus der Anlage des Polypenköpfchens, welches durch die schon früher beschriebene Einschnürung vom Stiele getrennt

wird (Fig. 45 *a a*), dann aus dem eigentlichen, aufrecht stehenden Stiele (*aa* bis *cc*) und endlich aus einem horizontalen Fortsatz desselben, die künftige Hydromorpha. An solchen Larven ist auch das chitinige Perisark schon deutlich entwickelt, und zwar ist dasselbe am kriechenden Theile des Stieles sehr dünn, verdickt sich aber am aufsteigenden Theile und hört in einer gewissen Höhe plötzlich auf, ohne bis an das Polypenköpfchen zu reichen. Dadurch erscheint der Hydrocaulus in zwei Abschnitte gesondert, wovon der obere (von *aa* bis *bb*) kugelförmig aufgetrieben und hüllenlos, während der untere, längere Theil mehr cylindrisch ist, obwohl er auch an seinem unteren Ende etwas kolbig aufgetrieben sein kann, und vom Perisark umgeben wird. Dieser letztgenannte Theil des Hydrocaulus wächst nun auch zum eigentlichen Stiele der künftigen Tubularie aus, während der nackte obere Abschnitt sich nicht viel mehr vergrößert und das oft reich pigmentirte Verbindungsglied des Köpfchens mit dem Stiele darstellt.

Die weitere Entwicklung von diesem Stadium an bis zum ausgewachsenen Polypen konnte ich bisher nicht verfolgen und bleibt dieselbe somit einer späteren Untersuchung vorbehalten.

Was die Verwandlungen der Gewebe betrifft, die während der Metamorphose der Actinula vor sich gehen, so ist vor Allem zu bemerken, dass gleich nach dem Fortsetzen der Letzteren die Keimkörner in den Entodermzellen gänzlich verschwinden, welche nun ihren Zellkern deutlich erkennen lassen. — Bei der Ausstreckung des Stieles des Polypenköpfchens erscheint sowohl das Ectoderm als auch das Entoderm sehr verdünnt im Verhältniss zu ihrer früheren Dicke im Stielfortsatz der Actinula, so dass dadurch das innere Lumen desselben einen viel grösseren Querschnitt erhält. — Eigenthümlich sind die Gewebe des horizontalen Abschnittes des Stieles der drei oder viertägigen Larve; Ecto- und Entoderm bestehen aus grossen sehr dünnen tafelförmigen Zellen mit durchsichtigem Plasma, und verwandeln sich bald, namentlich das Ectoderm, in homogene dünne Häutchen, in welchen nur mehr die Zellkerne erkennbar sind. — Sonst haben Ecto- und Entoderm ihr gewöhnliches Aussehen. Die Entodermzellen erhalten ihre blasige Gestalt und lassen ihre Kerne deutlich erkennen, und im Ectoderm kann man schon die verschiedenartigen Zellen unterscheiden. — Die Cnidoblasten entstehen durch oftmalige Theilung des der Stützlamelle anliegenden Theiles der Ectodermzellen, so dass diese nun durch die Cnidoblasten von der Stützlamelle getrennt werden (Fig. 8). Was die Entstehung der Muskelzellen anbelangt, so kann ich leider darüber keine Beobachtungen vorlegen, aber nach der früher hervorgehobenen Aehnlichkeit derselben

mit den Cnidoblasten, ist es wahrscheinlich, dass ihre Entstehung auch in analoger Weise vor sich gehe.

Noch einer eigenthümlichen Erscheinung hätte ich Erwähnung zu thun, die eigentlich in das Gebiet der Missbildungen gehört. Wenn man nämlich unreife Actinulae künstlich aus dem Gonophor herausnimmt und sie in kleine Aquarien legt, so gehen dieselben nicht immer zu Grunde, sondern können sich mitunter festsetzen, obwohl sie noch unvollständig entwickelt sind. Eine solche einen Tag lang im Aquarium verweilende, festgesetzte Larve ist durch Fig. 46 dargestellt; dieselbe ist noch dadurch merkwürdig, dass sie eben eine vierarmige Larve ist. Ob solche Gebilde weiter sich entwickeln können oder ob sie später doch zu Grunde gehen, konnte ich nicht bestimmen.

Wien, im November 1878.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII und XIX.

Fig. 1. Ein Stück eines Tentakels aus dem proximalen Kreise. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 2. Dasselbe stärker vergrößert, nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Optischer Längsschnitt. *Ec*, Ectoderm, *En*, Entoderm, *M*, Stützlamelle und Muskelfaserschicht. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 3.) Vergr. 420.

Fig. 3. Ein Stück des Ectoderms eines Tentakels von oben betrachtet. Neben den grossen, sechsseitigen, kernhaltigen Ectodermzellen sieht man die kleineren runden Cnidoblasten. Nach einem Osmiumeosin-Präparat. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 3.) Vergr. 630.

Fig. 4. Längsschnitt durch das Hypostom eines in Chromsäure gehärteten und mit Eosin gefärbten Polypenköpfchens, um die Längswülste des Entoderms zu zeigen. *T*, Tentakel des distalen Kreises. (HARTNACK, Syst. IV; Oc. 3.) Vergr. 45.

Fig. 5. Muskelzellen der Längsfaserschicht. Nach einem Chromsäureeosin-Präparat. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 950.

Fig. 6. Muskelzellen der Querfaserschicht. Idem. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 950.

Fig. 7. Ein Stück eines Tentakels des proximalen Kreises nach eintägiger Maceration in Chromsäure. Zerzupfpräparat um die Lage der Muskelzellen zu zeigen. Die grossen Ectodermzellen der oberen Schicht sind weggenommen, so dass nur die tieferliegenden jungen Cnidoblasten übriggeblieben sind. *St*, Stützlamelle. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 420.

Fig. 8. Ein Stück eines Tentakel einer fünf Tage alten Larve. Nach Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Optischer Längsschnitt. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 3.) Vergr. 830.

Fig. 9. Ein Stück des Ectoderms eines Tentakels nach eintägiger Maceration in Chromsäure. Zerzupfpräparat um die fadenförmigen Fortsätze der Cnidoblasten und das Zusammenfließen ersterer zu einer der Muskelschicht aufliegenden Faserlage zu zeigen. *Cd*, Cnidoblasten, *m*, Faserschicht der Ausläufer derselben, *M*, Muskelfaserschicht, *St*, Stützlamelle. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 3; ausgez. Tubus.) Vergr. 800.

Fig. 10. Cnidoblasten in verschiedenen Entwicklungszuständen. *a*, *b*, ganz junge von oben gesehen; *c*, *d*, von der Seite gesehen; *d'*, älteres Cnidoblast; *e*, ein solches, wo die kernhaltige Hälfte der Zelle sich abzuschnüren beginnt, von oben gesehen; *e'*, idem, von der Seite betrachtet; *f*, *f'*, reife Cnidoblasten nach erfolgter Abschnürung der kernhaltigen Hälfte der Mutterzelle; *g*, reifes Cnidoblast, dessen Wand aufgesprungen und die Nesselkapsel entladen ist; *h*, abgestossene Cnidoblasten, aus welchen die entladene Kapsel herausgefallen ist. Nach einem Chromsäureeosin-Präparat. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 950.

Fig. 11. Stützlamelle eines ganzen Tentakels, mit Carmin gefärbt. (HARTNACK, Syst. IV; Oc. 3.) Vergr. 45.

Fig. 12. Ein Stück derselben stärker vergrößert. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 300.

Fig. 13 *a*. Junges Gonophor im opt. Längsschnitt. *Gp*, medusoide Lamelle oder Gefässplatte. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 420.

Fig. 13 *b*. Dasselbe im optischen Querschnitt. *Es*, Ectodermzellen der Spadixumhüllung. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 420.

Fig. 14. Älteres weibliches Gonophor vor dem Austritt des Spadix. Nach einem Alkoholhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 15. Das obere Endstück eines solchen beim Austritt des Spadix. Idem. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 280.

Fig. 16. Älteres weibliches Gonophor mit ausgetretenem Spadix und mit beginnender Bildung der acht tentakelähnlichen Hervorragungen um die kreisförmige Gonophoröffnung. — Nach einem Ueberosmiumhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 280.

Fig. 17. Längsschnitt durch ein mittelreifes Gonophor mit beginnender Eibildung. Rechts bemerkt man drei junge Eizellen, von welchen die mittlere die grösste ist; links ist ein mittelreifes Ei, dessen Keimbläschen in Folge der grobkörnigen, undurchsichtigen Beschaffenheit des Dotters nicht erkennbar ist. Alkoholhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 18. Längsschnitt durch ein reifes Gonophor. Links bemerkt man ein reifes Ei vor der Furchung; rechts deren zwei, wovon das untere in der Zweitheilung begriffen ist. Am Grunde des Gonophors ist der Raum zwischen Eizelle, Spadix und Gonophorwandung durch die mächtig gewucherte epitheliale Ectodermumhüllung des Spadix ausgefüllt. Nach einem Alkoholhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 19. Eine Partie des Plasma einer reifen Eizelle. Man unterscheidet neben dem blasigen Dotter die dunkler gefärbten Pseudozellen. Alkoholhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 3.) Vergr. 630.

Fig. 20. Die Pseudozellen stärker vergrößert in verschiedenen Entwicklungsstadien. (HARTNACK, Syst. IX; Oc. 4.) Vergr. 950.

Fig. 21. Ein reifes Gonophor von oben betrachtet. Links sieht man ein reifes Ei; rechts scheinen durch die Masse der kleineren Ectodermzellen der Spadixumhüllung zwei grössere Eizellen hindurch. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 4.) Vergrößerung 200.

Fig. 22. Ein reifes Gonophor im Momente des Ausschlüpfens der Actinula. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 4.) Vergr. 200.

Fig. 23. Das reife Ei von *Tubularia Mesembryanthemum* nach der Bildung der Richtungsbläschen; von oben betrachtet. (Bei den Figuren 23—35 beträgt die Vergrößerung 200 Mal, gezeichnet mit Syst. VII, Oc. 3 von HARTNACK.)

Fig. 24. Bildung der ersten Theilungsfurche. Optischer Querschnitt.

Fig. 25. Entstehung der zweiten Theilungsfurche noch bevor die zwei ersten Theilungshälften vollkommen getrennt sind. Optischer Querschnitt.

Fig. 26. Das Ei hat sich in die vier ersten Kugeln getheilt, wovon die zwei kleineren sich zur abermaligen Theilung anschicken. Optischer Querschnitt.

Fig. 27. Weiteres Furchungsstadium, bei welchem das Ei in acht obere kleinere und vier untere grössere Kugeln zerfallen ist; gesehen im optischen Querschnitt.

Fig. 28. Furchungsstadium, in welchem das Ei aus 8 — 16 kleineren oberen (*o' o''*), 8 mittleren (*m*) und 4 unteren (*u*) Furchungskugeln besteht. Die 8 mittleren Kugeln sind wieder in Theilung begriffen. Optischer Querschnitt.

Fig. 29. Die Furchungskugeln der zwei oberen Zonen (*o* und *m*) haben sich weiter getheilt. Optischer Querschnitt.

Fig. 30. Die Kugeln der oberen Zonen sind im Begriff die vier Kugeln der unteren Zone zu umwachsen. Optischer Querschnitt.

Fig. 31. Die Bildung der ersten Theilungsfurche betrachtet bei auffallendem Lichte. Ansicht von oben.

Fig. 32. Theilung des Eies nach den drei Hauptfurchungsebenen, betrachtet bei auffallendem Lichte. Ansicht von oben (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3).

Fig. 33. Das durch Fig. 28 im optischen Querschnitt dargestellte Furchungsstadium (VII), ist hier von oben betrachtet, bei auffallendem Lichte abgebildet.

Fig. 34. Ansicht des durch Fig. 30 im optischen Querschnitt dargestellten Furchungsstadiums (VIII) bei auffallendem Lichte.

Fig. 35. Die Furchungskugeln der oberen Zonen haben jene der unteren gänzlich umwachsen und so eine continuirliche Zellschicht gebildet. Optischer Querschnitt. Vergr. 200.

Fig. 36. Die Keimkörner treten in der äusseren Zellschicht (Ectoderm) zurück, während sie sich im Inneren des Embryo (Entoderm) vermehren. Vergr. 200.

Fig. 37. Das Ectoderm des Embryo wird dünner. Alkoholhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 38. Der Embryo streckt sich etwas in die Länge, während er sich an der unteren Fläche ausbuchtet. Idem. Vergr. 200.

Fig. 39. Derselbe in einem weiteren Entwicklungsstadium. Entstehung der zwei ersten Tentakel. Vergr. 200.

Fig. 40. Derselbe buchtet sich an seiner unteren Seite stark aus. Entstehung der anderen Tentakel der künftigen Larve; Bildung der ersten Anlage der Gastrovascularcavität. Vergr. 200.

Fig. 41. Dasselbe Stadium von unten betrachtet. Vergr. 133.

Fig. 42. Der Embryo hat sich auch an seiner oberen Seite conisch ausgebuchtet. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 43. Bildung der Einschnürung zwischen der oralen und aboralen Leibes-
hälfte des Embryo. Die Tentakel, die bisher nach abwärts gekrümmt waren, biegen
sich nun der oberen Hälfte zu. Ueberosmiumhämatoxylin-Präparat. (HARTNACK,
Syst. VII; Oc. 3.) Vergr. 200.

Fig. 44. Freischwebende Actinula, zwei Stunden nach dem Ausschlüpfen aus
dem Gonophor. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 4 a. T.) Vergr. 466.

Fig. 45. Festgesetzte; fünf Tage alte Larve. (HARTNACK, Syst. VII; Oc. 4 ausg.
Tubus) Vergr. 466.

Fig. 46. Eine vierarmige Larve, die noch unreif aus' dem Gonophor heraus-
genommen wurde und die sich trotzdem festgesetzt hat. (HARTNACK, Syst. VII;
Oc. 4 a. T.) Vergr. 466.

Fig. 1.

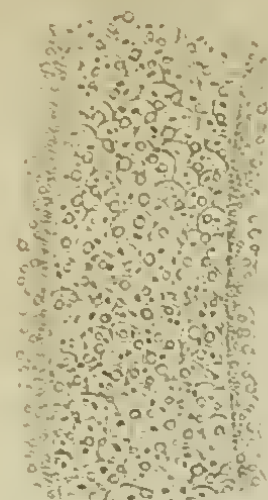


Fig. 3.

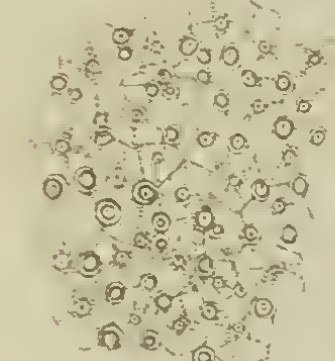


Fig. 7.

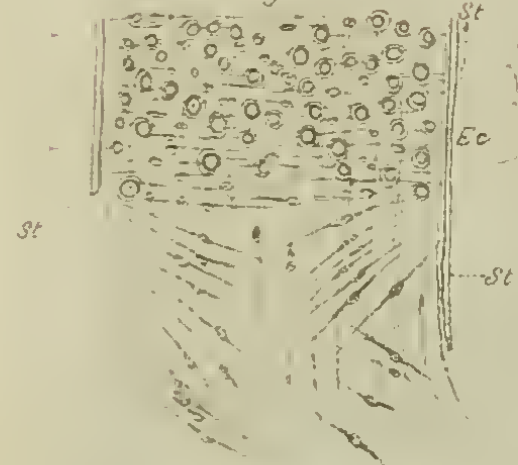


Fig. 8.

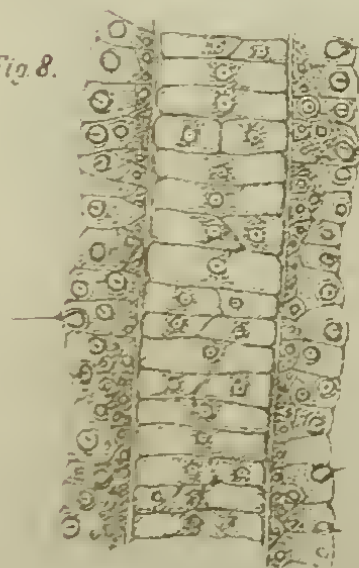


Fig. 2. Ec M En



Fig. 4.

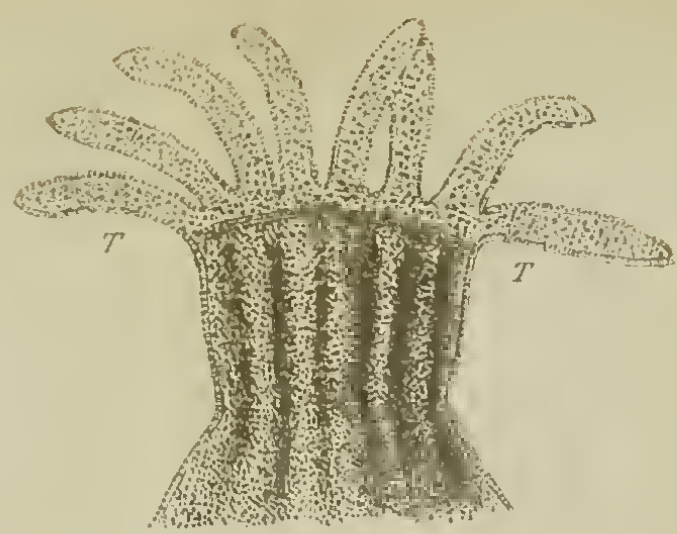


Fig. 5.

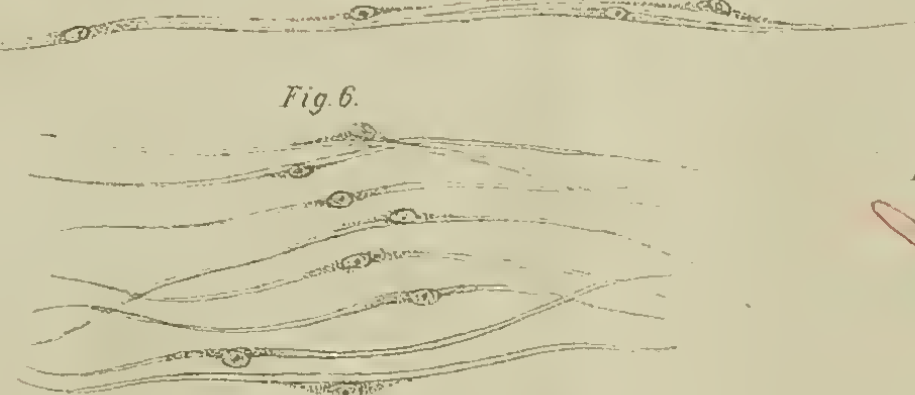


Fig. 11.



Fig. 12



Fig. 13 a.



Fig. 13 b.



Fig. 14.

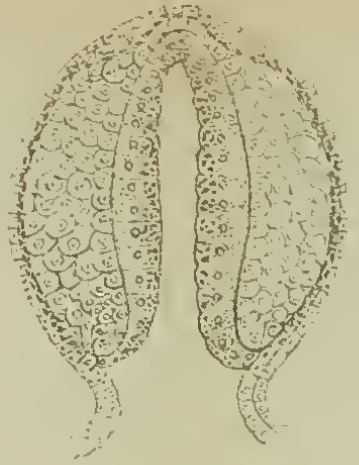


Fig. 15.



Fig. 16.

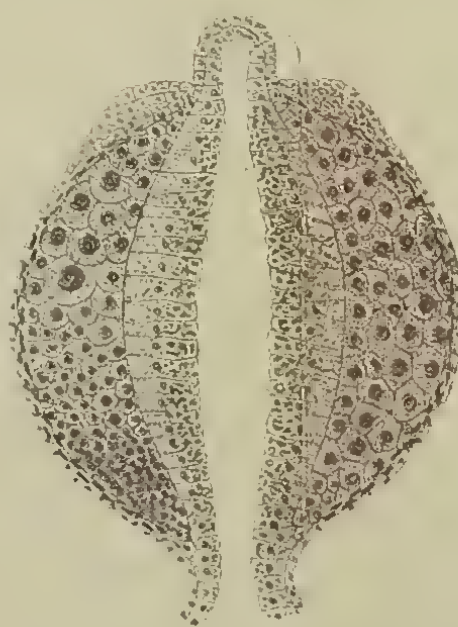


Fig. 21.



Fig. 17.

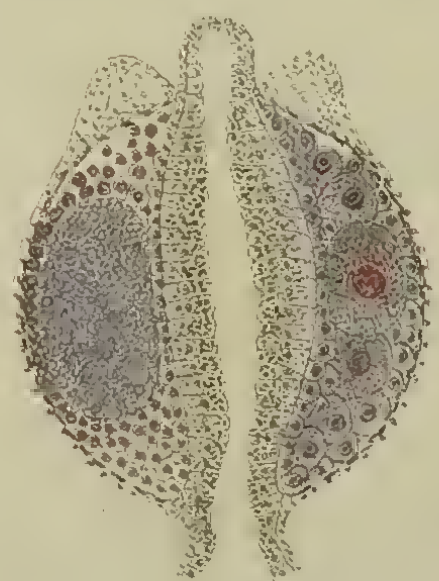


Fig. 22.



Fig. 18.

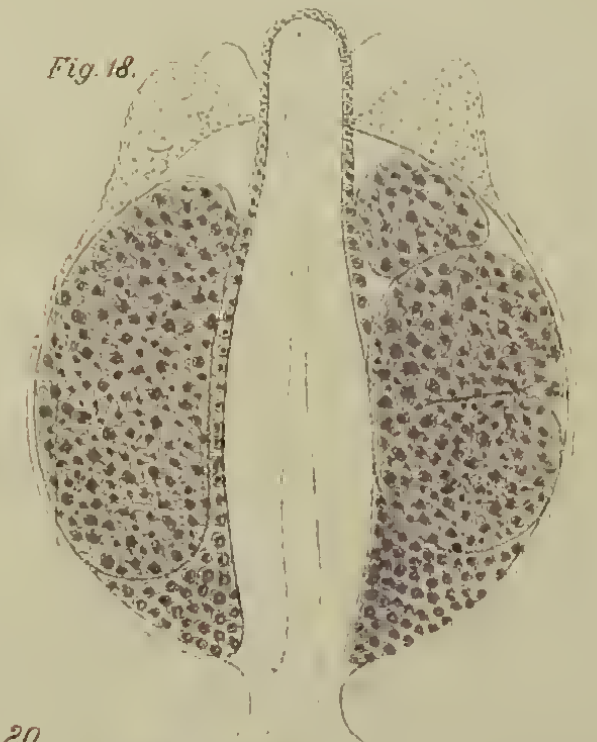
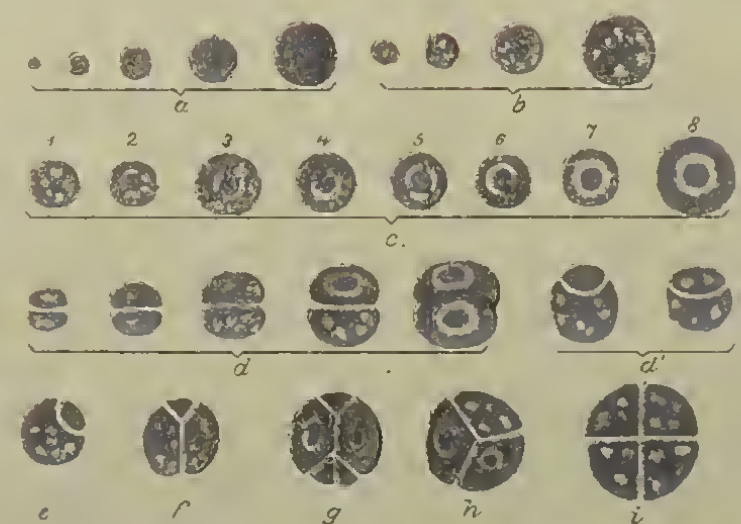


Fig. 20.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1879

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Ciamician J.

Artikel/Article: [Ueber den feineren Bau und die Entwicklung von Tubularia Mesembryanthemum Allman 323-347](#)