© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

# Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien.

## Fünfte Mittheilung.

## Die Metamorphose von Sycandra raphanus.

Von

Franz Eilhard Schulze in Graz.

Mit Tafel XVIII und XIX.

## Literaturverzeichniss.

Nr. 1. 1859. Lieberkühn. Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien. p. 379 im Archiv für Anat. und Phys. 1859.

Nr. 2. 1866. O. Schmidt. Zweites Supplement der adriat. Schwämme. p. 5.

Nr. 3. 1868. Miklucho Maklay. Beiträge zur Kenntniss der Spongien. In der Jenaischen Zeitschrift. Bd. IV. p. 226.

Nr. 4. 1872. Haeckel. Die Kalkschwämme. 1872.

Nr. 5. 1874. Metschnikoff. Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme. Diese Zeitschr. Bd. XXIV. p. 1.

Nr. 6. 1874. Carter. Development of the marine Sponges. In den Annals of nat. hist. 4. ser. Bd. XIV. p. 321.

Nr. 7. 1875. O. Schmidt. Zur Orientirung über die Entwicklung der Schwämme. Diese Zeitschr. Bd. XXV. Suppl. p. 127.

Nr. 8. 1875. F. E. Schulze. Ueber den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus. Diese Zeitschrift. Bd. XXV. Suppl. p. 247.

Nr. 9. 1876. O. Schmidt. Nochmals die Gastrula der Kalkschwämme. Im Archiv für mikrosk. Anat. Bd. XII. p. 551.

Nr. 10. 1876. Barrois. Embryologie de quelques éponges de la Manche. Annales des sc. nat. Zool. VI ser. P. 3. 1876.

Nr. 11. 1876. Metschnikoff. Beiträge zur Morphologie der Spongien. Diese Zeitschrift. Bd. XXVII. p. 275.

Nr. 12. 1876. F. E. Schulze. Zur Entwicklungsgeschichte von Sycandra. Diese Zeitschr. Bd. XXVII. p. 486.

Nr. 13. 1876. Keller. Untersuchungen über Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien. 4.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Nr. 14. 1877. Haeckel. Studien zur Gastraea-Theorie. Jena 1877.
Nr. 15. 1877. O. Schmidt. Das Larvenstadium von Ascetta primord. und Asc. clathrus. im Archiv für mikrosk. Anatomie. Bd. XIV. p. 249.
Nr. 16. 1878. Keller. Ueber den Bau von Reniera semitubulosa. Diese Zeitschrift. Bd. XXX. p. 563.

---

Endlich ist es mir gelungen, das Festsetzen der Flimmerlarve von Sycandra raphanus und die dabei erfolgende Metamorphose direct zu beobachten. Ich bin dadurch in Stand gesetzt, meine im Jahre 1875 (diese Zeitschrift, Bd. XXV. Suppl.) gegebene Darstellung der ersten Entwicklungsphänomene dieser Spongie so weit fortzuführen, dass sich eine Uebersicht ihrer ganzen Ontogenie gewinnen lässt.

Damit die von mir beobachteten Thatsachen möglichst leicht auch von Andern controlirt werden können, will ich zunächst das Verfahren schildern, welches mich nach längerem erfolglosen Experimentiren zum Ziele führte.

Da die Sycandralarven in der seit Lieberkühn's Mittheilungen (Nr. 1) oft beschriebenen Eiform zur einen Hälfte aus langen schmalen Geisselzellen, zur andern aus breiten dunkelkörnigen geisselosen Zellen bestehend, den mütterlichen Körper verlassen, um mit ziemlich grosser Geschwindigkeit frei durch das Wasser hinzustrudeln, so schien mir anfänglich ihr Auffinden und Einfangen im freien Zustand allzu schwierig, und ich versuchte, sie durch Schütteln und Tupfen von grossen Sycandraexemplaren in einem Wassertropfen isolirt zu erhalten. In der That gelang es auch auf diese Weise, scheinbar lebenskräftige reife Larven in wenig Wasser zu isoliren und längere Zeit hindurch im hängenden Tropfen in der feuchten Kammer zu beobachten. Indessen zeigten die so erhaltenen Larven doch in keinem Falle Neigung, sich festzusetzen; vielmehr gingen sie regelmässig nach einiger Zeit unter zweifellos pathologischen Veränderungen zu Grunde.

In der Ueberzeugung, dass die immerhin etwas gewaltsame Befreiung aus dem Schwammkörper und die dabei schwer zu vermeidenden Verunreinigungen des Wassertropfens ihren Untergang herbeigeführt haben müssten, richtete ich meine Bemühungen fortan darauf, die Larven unter möglichst natürlichen Bedingungen freiwillig ausschwärmen zu lassen und sodann einzufangen. Die erstere Aufgabe suchte ich dadurch zu lösen, dass ich in kleinen durch lose aufgelegte Glasdeckel vor Staub geschützten Aquarien eine Anzahl sorgfältig von den Pfählen des Triester Hafens abgelöster grosser Sycandraexemplare mit vielen grünen Algen (Cladophora) an einem kühlen aber hellen Platze aufstellte. Schwieriger erschien die zweite Aufgabe, nämlich die schwärmenden Larven einzufangen und zu isoliren; jedoch rechnete ich von vornherein darauf, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



— wie so manche andere mikroskopische Larven niederer Thiere, so auch diese in ruhig stehendem Wasser die Oberfläche aufsuchen und sich hier an der dichteren Rindenschicht des Wassers ansetzen würden. Zu meiner grössten Freude bestätigte sich diese Voraussetzung, und ich konnte bereits am zweiten Tage nach der Einrichtung meiner Sycandra-Aquarien an der freien Wasseroberfläche mit einer starken Lupe zahlreiche Larven sich herumtummeln sehen. Ich hob nun mit einem flach auf die Wasserfläche gelegten Deckblättchen einen Tropfen von dieser mit Sycandralarven erfüllten Wasserrindenschicht empor, übertrug Partien davon auf andere dünne Deckblättchen, schloss mit denselben (nach dem Umkehren) die obere Oeffnung von feuchten Kammern, in deren unterem Raum grüne Algen in etwas Wasser lebend erhalten wurden [1]), und hatte so Vorrichtungen geschaffen, um die völlig unversehrten und durchaus normalen Larven längere Zeit hindurch unter günstigen Lebensbedingungen fortdauernd beobachten zu können. Auch konnten mit den an der Wasseroberfläche der Aquarien sich fortentwickelnden und sogar festsetzenden Larven, resp. jungen Schwämmen, immer neue feuchte Kammern ausgerüstet und so zahlreiche Beobachtungsreihen gewonnen werden. In den feuchten Kammern hielten sich die Thierchen bei fortlaufender Entwicklung unter günstigen Verhältnissen mehrere Tage. Besondere Sorgfalt hat man dabei auf die Fernhaltung von Fäulnissfermenten, resp. Pilzen, zu verwenden. Die feuchten Kammern wie die Aquarien sind vor Allem gut vor Staub zu schützen, die für den Gaswechsel bestimmten grünen Algen müssen frisch und lebenskräftig sein, eine Erhöhung der Temperatur über 18° C. muss vermieden, dagegen für die Einwirkung des hellen Tageslichtes (mit Ausschluss directer Sonnenbestrahlung) gesorgt werden.

---

Bei der Schilderung der zur Metamorphose führenden Veränderungen werde ich zwar von der zum Ausschwärmen reifen, eiförmigen Larve ausgehen, will aber doch zuvor an die zuerst von Barrois (Nr. 10) hervorgehobene, dann auch von mir (Nr. 12) bestätigte Thatsache erinnern, dass diese in Fig. 19—20 meiner früheren Arbeit (Nr. 8) dargestellte Larvenform nicht direct und unmittelbar aus der kugeligen oder flach kuchenförmigen Amphiblastula (Fig. 18 meiner Arbeit Nr. 8) durch einfache Verkleinerung der Furchungshöhle und Auswachsen der Zellen hervorgeht, sondern dass in der Regel noch innerhalb des mütterlichen Organismus eine mehr oder minder tiefe Einstülpung der dunkelkörnigen

1) Diese zuerst von Selenka empfohlene Einrichtung hat sich mir in diesen und ähnlichen Fällen vortrefflich bewährt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


breiten Zellen gegen die andere, aus helleren, schmalen, cylindrischen Zellen gebildete Hälfte stattfindet, welche sich dabei mit starker Convexität gegen das benachbarte Kragenzellenlager der Mutter vorbaucht (Fig. 3, Taf. XIX meiner Arbeit Nr. 8).

Aus dieser (einer Gastrula jedenfalls sehr ähnlichen) schüsselförmigen Larve geht dann erst durch starkes Auswachsen und Vordrängen der vorher eingestülpten dunkelkörnigen Zellen die bekannte eiförmige Larve hervor, wobei sich die zuvor auf einen schmalen halbkugelschalenförmigen Spalt zusammengedrängte Furchungshöhle bei starker seitlicher Zusammenziehung des ganzen Larvenkörpers und Strecken in der Hauptachsenrichtung zu einem kleinen kugeligen Hohlraum umformt, ferner im centralen (Basal-)Theile der schmalen, hellen Zellen ein körniges, bräunlichgelbes Pigment entsteht, und endlich aus deren freier distaler Endfläche je eine lange Geissel hervorwächst.

Gewöhnlich durchbricht die Larve in diesem Stadium die Wand ihrer Bruthöhle und zwar wahrscheinlich stets nach dem benachbarten Radialtubus zu, gelangt so in diesen selbst hinein und von da aus durch die grosse Centralhöhle und deren weite Ausgangsöffnung, das Oscum, hinaus ins freie Wasser. Hier schwimmt sie unter beständiger Drehung um die Längsachse, den schmaleren Wimperpol voran, in spiraligen Touren ziemlich schnell umher.

Ohne mich nun auf eine weitere genaue Beschreibung dieser in früheren Publicationen mehrfach beschriebenen eiförmigen Flimmerlarve näher einzulassen, will ich hier nur auf die ziemlich constanten Zahl- und Lagerungsverhältnisse aufmerksam machen, welche ihre dunkelkörnigen Zellen erkennen lassen. Besonders auffällig war es mir, dass diejenigen Körnerzellen, welche, an die Geisselzellenmasse grenzend, einen schon von Barrois und Anderen beschriebenen regelmässigen Kranz bilden, constant die Zahl 15 oder 16 aufweisen. Ueber diesem äquatorialen Grenzkreise folgt ein etwas engerer, weniger regelmässiger Ring von circa neun Zellen, während der Schluss der ganzen Wölbung von vier oder fünf mehr unregelmässig gelagerten Zellen gebildet wird. Ich habe also die dunkelkörnige Larvenhälfte aus 28—30 Zellen zusammengesetzt gefunden, will aber bemerken, dass ich möglicher Weise zwischen dem neungliedrigen Ringe und den vier oder fünf Schlusszellen ein oder zwei eingeschobene Zellen hie und da übersehen haben kann; so dass doch bei vollständiger Entwicklung die Gesammtzahl der dunkelkörnigen Zellen 32 betragen mag. Ich halte diese letztere Zahl deshalb für wahrscheinlich, weil alle dunkelkörnigen Zellen aus dem achtgliedrigen polaren Zellenkranze durch Theilung hervorgegangen sind, welcher schon an der Blastula (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 16) durch die dunkelkörnige Beschaffen-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



heit auffällt, und wahrscheinlich mit jenem achttheiligen Zellenkranze identisch ist, der im 16theiligen Furchungsstadium von dem Kragenzellenlager des mütterlichen Radialtubus abgewandt liegt.

Die erste Veränderung, welche nun an solchen freischwimmenden Larven bei andauernder Beobachtung im hängenden Tropfen wahrzunehmen ist, besteht in einer Vergrösserung der zunächst ja nur unbedeutenden Centralhöhle. Und zwar erweitert sich sowohl der zwischen den gelblichen Basalenden der Geisselzellen befindliche Theil als besonders die zwischen den breiten dunkelkörnigen Zellen befindliche Partie, so dass der ganze mit heller Flüssigkeit gefüllte Hohlraum eine birnförmige Gestalt annimmt (Fig. 1). Dabei verkürzen und verbreitern sich die ursprünglich in radiärer Richtung gestreckten Körnerzellen, und auch die hellen prismatischen Geisselzellen erfahren eine geringe Verkürzung.

Wie zart und empfindlich in dieser Zeit die Larve sein muss, erhellt aus den schon von O. Schmidt mehrfach erwähnten mannigfachen Verzerrungen, localen Einbuchtungen oder Auftreibungen, welche man nur zu häufig antrifft, und welche gar leicht zu falschen Vorstellungen von dem normalen Gange der Entwicklung führen können. So tritt zuweilen eine seitliche Compression der ganzen Larve, oft auch eine seitliche Abplattung der flimmernden Hälfte in der einen, der dunkelkörnigen flimmerlosen Hälfte in der anderen darauf senkrechten Querrichtung ein, so dass sich die Querachsen der beiden abgeplatteten Larvenhälften kreuzen. Nicht selten bilden sich auch einseitige Depressionen oder Einziehungen an beliebigen Stellen aus.

Ob gewisse totale Abflachungen oder gar Invaginationen der dunkelkörnigen Zellenschicht gegen die Geisselzellenschicht, wie sie gar nicht selten zu finden sind, auch auf solche nachträglichen, wahrscheinlich durch ungewöhnliche Spannungs- oder Diffusionsverhältnisse herbeigeführten Aenderungen der eiförmigen Larve zu beziehen sind, oder sich vielleicht noch direct von der früher bestandenen Invagination ableiten, muss ich zweifelhaft lassen. Jedenfalls haben sie für den weiteren normalen Entwicklungsgang keine wesentliche Bedeutung. Da ich aber selbst durch solche, natürlich stets mit besonderem Interesse beobachtete und sogar eifrig aufgesuchte Formen anfangs vielfach irregeleitet bin, so habe ich in Fig. 2 einen extremen Fall von einer derartigen, wahrscheinlich rein zufälligen und bedeutungslosen Einziehung der dunkelkörnigen Zellenlage in die Höhle, welche von der convexen Kuppe der Geisselzellen gebildet wird, dargestellt. Auch will ich besonders darauf aufmerksam machen, dass zweifellos eine ganze Reihe solcher Bilder, wie sie sich in Fig. 22—24 der Taf. XXI meiner früheren Arbeit (Nr. 8), und bei Keller (Nr. 13) in Fig. 6, 7, 9, 10 und 12, getreu

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



nach der Natur wiedergegeben finden, auf solche für die spätere Weiterentwicklung bedeutungslose Zustände zu beziehen sein werden.

Der normale, direct zum Ziele führende Entwicklungsgang der eiförmigen Larve ist nun aber folgender:

Zunächst bemerkt man eine Verkürzung der Haupt- (Längs-) Achse mit gleichzeitiger entsprechender Verbreiterung im äquatorialen Durchmesser. Besonders bemerkbar wird diese Längsachsenverkürzung an der vorher hochgewölbten, geradezu bienenkorbförmigen, aus Geisselzellen bestehenden Körperhälfte, welche sich langsam abflacht, dabei aber auch bedeutend an Breitendurchmesser zunimmt. Weniger auffällig tritt die Abflachung an der aus dunkelkörnigen Zellen bestehenden geisselosen Partie hervor, jedoch macht sich auch hier die Zunahme des Querdurchmessers, besonders an der Erweiterung jenes aus 15 oder 16 Zellen bestehenden Ringes bemerkbar, welcher den allmälig immer mehr seitlich vorragenden Randtheil der Larve bildet (Fig. 3).

Bei weiter fortschreitender Abflachung der Geisselzellenschicht rückt besonders deren mittlere Partie in die centrale Larvenhöhle mehr und mehr vor; die Körnerzellen aber behalten ihre kuppenförmige Anordnung bei, und platten sich nur unter gleichzeitiger Verbreiterung der ganzen Larve etwas ab. Auf diese Weise nimmt die Larve nach einiger Zeit die Gestalt einer planconvexen Linse an, deren ebene Fläche von dem zierlichen Mosaik der freien Geisselzellenenden, deren Convexität von der freien Oberfläche der stark abgeflachten Körnerzellen, deren leicht abgerundeter Seitenrand aber von den 15 oder 16 Zellen des äussersten Körnerzellenkreises — wir wollen sie fortan einfach »Randzellen« nennen — gebildet wird (Fig. 4). Es ist leicht begreiflich, dass bei diesen Formveränderungen der Larve die prismatischen Geisselzellen und mit ihnen die in ihrer Längsrichtung vorstehenden Geisseln selbst aus der ursprünglich divergirenden, radiären Stellung in eine rein parallele übergehn müssen.

Auch nachdem die planconvexe Form erreicht ist, nimmt der Process der Einziehung oder Einstülpung des Geisselzellenlagers in die Centralhöhle und gegen die Innenseite der Körnerzellenkuppe ununterbrochen seinen Fortgang, so dass die soeben noch ganz ebene geisseltragende Partie der Larvenoberfläche alsbald zur concaven Innenfläche einer erst schüsselförmigen, sodann mehr sackförmigen zweiblättrigen — Gastrula — Larve wird (Fig. 5). Dabei wölbt sich das zum äusseren Blatte gewordene Körnerzellenlager wieder stärker hervor, und sein äusserster Zellenkreis biegt sich um den freien Rand der Einstülpungsöffnung so nach innen herum, dass die Begrenzung dieses »Gastrulamundes« ausschliesslich von den nach einwärts gerichteten Enden der 15 oder 16

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



grossen Randzellen gebildet wird. Die langen, nur noch matt schlagenden Geisseln haben sich entsprechend der jetzt mehr convergirenden Stellung ihrer zugehörigen Cylinderzellen zu einem nach aussen convergirenden, zunächst noch weit aus der Oeffnung hervorragenden Schopfe genähert, welcher aber bei weiterem Fortschritte der Invagination mehr und mehr in die Gastralhöhle hineingezogen wird (Fig. 5 u. 6).

Schliesslich entsteht durch immer stärkeres Einstülpen des Geisselzellenlagers und durch gleichzeitige Verengerung der Invaginationsöffnung ein halbkugeliger, doppelblätteriger Sack, dessen beide Zellenblätter sich so dicht aneinander legen, dass die ursprünglich zwischen ihnen vorhandene Furchungshöhle vollkommen verschwindet. Dadurch dass jetzt die Randzellen mit ihren die Invaginationsöffnung begrenzenden Innenrändern in der Ebene dieser Apertur selbst centripetal gegen einander vorwachsen, verengt sich der Gastrulamund immer mehr, und es gewinnt gleichzeitig die halbkugelige Larve eine ziemlich ebene, nur in der Mitte von einer mehr oder minder engen Oeffnung durchbrochene Basalfläche (Fig. 6 u. 7).

Sämmtliche so eben beschriebene Veränderungen vom Stadium der eiförmigen Flimmerlarve an bis zu dem der halbkugeligen, doppelblättrigen Gastrula habe ich Mitte Mai dieses Jahres 1878 an mehreren im hängenden Tropfen continuirlich beobachteten Sycandralarven etwa in einer halben Stunde sich vollziehen sehen. Wahrscheinlich ist es gerade diese Schnelligkeit des ganzen Invaginationsvorganges gewesen, welche seine Beobachtung bisher so erschwert hat.

Nachdem die Einstülpung des Geisselzellenlagers gegen die Körnerzellenkappe vollendet und damit eine typische Gastrula gebildet ist, beginnt der wichtige Act des Festsetzens der Larve.

Dieselbe legt sich mit ihrer ebenen Basalfläche, welche, wie erwähnt, nur von den 15 oder 16 radiär ausgezogenen, den Gastrulamund umgebenden Randzellen gebildet wird, an irgend einen festen Körper, etwa an die Unterseite des Deckblättchens oder, wie bei den meisten meiner Zuchtlarven, an die freie Oberflächenschicht des hängenden Wassertropfens an. Dabei wachsen von den äusseren Enden einzelner Randzellen unregelmässig zackige, hier und da auch in feine Spitzen auslaufende, flache, hyaline Protoplasmafortsätze nach aussen vor, welche durchaus den Pseudopodien vieler amöboider Zellen, etwa der farblosen Blutkörperchen, gleichen. Auch die übrigen Randzellen erhalten einen hellen, hyalinen Randsaum. Diese hyalinen Protoplasmaausbreitungen schmiegen sich dicht an die Unterlage an und vergrössern ausserdem die ganze Basalfläche nicht unerheblich. Es kann daher wohl keinem Zweifel unterliegen, dass sie zum Anheften der Larve

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


dienen. Dass übrigens nicht nur die Randzellen, sondern gelegentlich auch die den gewölbten Theil des Larvenkörpers deckenden Körnerzellen derartige hyaline Fortsätze aussenden können, vermochte ich in einigen Fällen zu constatiren, in welchen eine Larve zufällig in eine sehr flache Schicht des hängenden Tropfens gerathen war. Wenn sich dann ihre flache Basis mittelst der Randzellenfortsätze an der freien unteren Wasserfläche ausbreitete, so entstanden zugleich auch an der gewölbten Larvenoberfläche zackige hyaline Erhebungen, welche sich an die Deckglasunterseite inserirten. Man sieht hieraus, dass ein principieller Unterschied zwischen den Randzellen und den übrigen Körnerzellen wenigstens in dieser Beziehung nicht besteht.

Durch die grosse Ausdehnung der sämmtlichen Körnerzellen, vielleicht auch durch Resorption eines Theiles der stark lichtbrechenden rundlichen Körnchen verliert nun die äussere Zellenlage, besonders aber die basale Randzellenschicht etwas von ihrem früheren dunkelkörnigen, opaken Charakter und wird so durchscheinend, dass man unter günstigen Verhältnissen die innere Cylinderzellenlage und die von diesen umschlossene Gastralhöhle ziemlich deutlich erkennen kann. Besonders ist es das braungelbe körnige Pigment, welches immer noch, wenn auch weniger reichlich, in dem basalen Endtheil der (ehemaligen) Geisselzellen enthalten ist, welches über die Lage und Ausdehnung dieser Elemente orientirt. Stellt man genau auf den optischen Durchschnitt einer in der Seitenansicht vorliegenden Larve dieses Stadiums ein, so kann man zwischen dem durch das eben erwähnte körnige Pigment scharf markirten Basalrande der inneren Cylinderzellen und dem mit Körnchen erfüllten Körper der äusseren Zellen einen schmalen hellen Saum erkennen, welcher nicht den Eindruck einer mit Flüssigkeit gefüllten Spalte macht, sondern mehr wie eine dünne Schicht einer mässig stark lichtbrechenden, sulzigen Masse aussieht; dieselbe hebt sich bei Weitem undeutlicher von den äusseren Körnerzellen, als von den inneren Cylinderzellen ab. Aus dem letzteren Umstande wird man zu der Folgerung geneigt sein, dass diese helle Zwischenlage mit dem äusseren der beiden Zellenblätter in innigerer Verbindung und Beziehung steht, als mit dem inneren; demnach wahrscheinlich durch Umwandlung (oder Secretion) eines Theiles der äusseren Zellen entstanden ist; obwohl natürlich hierbei von einem eigentlichen Beweise keine Rede sein kann.

Ich hebe besonders hervor, dass zu dieser Zeit die Grenzen sämmtlicher Zellen des äusseren wie des inneren Blattes, sowohl an lebenden Larven, als an den mit Osmiumsäure erhärteten und mit Picrocarmin gefärbten Präparaten noch deutlich zu erkennen sind, und dass man an den letzteren Objecten durch Zerdrücken oder Zerklopfen die einzelnen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Zellen sogar leicht von einander isoliren, und hinsichtlich ihrer Gestalt und Structur studiren kann. Bei einem derartigen Isoliren der Zellen des inneren Blattes erscheinen dieselben etwas kürzer und breiter, als früher und lassen die Geissel nicht mehr erkennen. Ob letzteres etwa nur Folge des Präparationsverfahrens ist, oder einen wirklichen Verlust der Geissel bedeutet, kann ich zwar nicht mit Sicherheit entscheiden, möchte aber das Letztere aus folgenden Gründen für wahrscheinlicher halten.

Wenn ich beim Studiren des Einstülpungsactes meine Aufmerksamkeit besonders auf das Verhalten der Geisseln richtete, so konnte ich bei solchen Larven, welche ihren Gastrulamund nach oben gekehrt hatten und sich dementsprechend später an die Unterseite des Deckblättchens anhefteten, noch längere Zeit die (allmälig gänzlich zur Ruhe gelangten) Geisseln durch die sich langsam verengernde Invaginationsöffnung deutlich erkennen, zu einer gewissen Zeit aber wurden sie sämmtlich undeutlich und konnten dann bei keiner Einstellung mehr wahrgenommen werden.

Während nun bei Präparaten, welche mittelst der Osmiumsäure-Picrocarmin-Methode v o r der Einstülpung angefertigt wurden, stets die Geisseln an den isolirten Cylinderzellen gut erhalten waren, so fehlten sie regelmässig an denselben Elementen n a c h vollendeter Invaginirung und Fixirung. Es möchte auch dieses vermuthete Eingehen der Geisseln zur Zeit der Fixirung der Larve dadurch seine Erklärung finden, dass ja die letztere zu jener Zeit einen vollständig geschlossenen Gastralraum besitzt, in welchem eine Wasserbewegung wohl schwerlich irgend welche Bedeutung haben könnte. Auch lässt sich ja das Aufhören der Geisselschwingungen schon zur Zeit der Invagination direct beobachten. Und was soll wohl eine Geissel, welche nicht schwingt?

Eine weitere Veränderung der so fixirten Larve besteht nun darin, dass sich die ehemalige Invaginationsöffnung durch vollständiges Zusammentreffen der Randzellen im Centrum der Basalfläche sowie durch Zusammenziehen der ganzen basalen Gewebsmasse und damit in Verbindung stehendes Zusammenbiegen des basalen Randes des inneren Cylinderzellenlagers v o l l s t ä n d i g s c h l i e s s t. Es entsteht so ein äusserlich kopfförmiger, mit einem breiten Halse festsitzender Körper, in welchem sich als ein von zwei differenten Zellenblättern umschlossener, ziemlich kugelförmiger Hohlraum die G a s t r a l h ö h l e befindet (Fig. 8). Die körnigen Zellen des äusseren Blattes und besonders der Basis nehmen dann immer mehr an Pellucidität zu und lassen von jetzt an bei lebenden Objecten die Grenzlinien nicht mehr deutlich erkennen, woraus übrigens keineswegs zu schliessen ist, dass wirklich ein vollständiges Verschmelzen zu einem echten Syncytium erfolgt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Die bei Weitem wichtigste und interessanteste Erscheinung aber, von welcher jetzt das Auge des Beobachters gefesselt wird, ist das der Regel nach in diese Zeit fallende erste Auftreten der Kalknadeln. Dieselben entstehen als kurze, zarte, spindelförmige, gerade Stäbchen, welche an beiden Enden ganz allmälig spitz auslaufen. In Betreff der Lage dieser ersten zarten Kalknadeln habe ich meine schon früher (Nr. 8) gemachte Angabe zu bestätigen, nach welcher dieselben in der hellen, wahrscheinlich gallertigen Schicht zwischen der äusseren und inneren Zellenlage tangential gelagert erscheinen (Fig. 10). Es lässt sich diese Beobachtung bei genauer Einstellung auf den optischen Querschnitt der jetzt gerade sehr durchsichtigen Larve mit solcher Sicherheit machen, dass ich dieselbe auch bald von anderen Forschern bestätigt zu sehen hoffe. Da ich jene hyaline, von mir schon früher der Stützlamelle niederer Cölenteraten verglichene Zwischenschicht zwischen dem äusseren und inneren Zellenblatte als ein Product der äusseren Zellenlage anzusehen geneigt bin, so betrachte ich auch die ersten Kalknadeln als in der äusseren Gewebsschicht entstanden, jedoch nicht in deren Zellen, sondern in einer von diesen producirten Grundsubstanz oder Zwischensubstanz. Bei dem sehr schnell erfolgenden Wachsthume der Kalkspicula gerathen allerdings die spitzen Enden derselben zwischen oder selbst in die Zellenkörper des äusseren Zellenlagers (Fig. 11), indessen ist dies selbstverständlich für die Beurtheilung des ersten Entstehungsortes der Nadeln nicht relevant.

Bevor wir die Veränderungen unserer Schwammlarve weiter verfolgen, wird es zweckmässig sein, noch einmal einen kurzen recapitulirenden Blick auf die Organisationsverhältnisse der bisher, etwa 48 Stunden nach der Invagination des Geisselzellenlagers, erreichten Entwicklungsstufe zu werfen.

Wir sehen einen kugel- oder kopfförmigen Körper von circa 0,1 mm Durchmesser, mit einer breiten zackig begrenzten Basalfläche angewachsen, dessen ebenfalls kugelige Centralhöhle etwa dem halben Durchmesser des ganzen Organismus entspricht und von zwei einfachen, durch wenig hyaline Zwischenmasse getrennten concentrischen Zellenlagern völlig umschlossen wird. Das äussere dieser beiden Zellenblätter besteht aus verhältnissmässig wenigen (28 bis höchstens 32), grossen, flachen und ziemlich durchscheinenden, nur undeutlich sich gegen einander abgrenzenden Zellen, deren einige, nämlich die 15 oder 16 Randzellen, mit ganzer Aussenfläche der Unterlage anliegen und theilweise auch noch mittelst unregelmässig zackiger Randfortsätze sich angeheftet haben. Das innere Blatt wird von etwas stärker lichtbrechenden radiär gerichteten Cylinderzellen gebildet, welche sich mit ihren äusseren platten Endflächen viel

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



schärfer gegen die hyaline Zwischenschicht absetzen als die Zellen des äusseren Blattes. Eine Anzahl gerader oder schwach gebogener einfacher Kalknadeln von gestreckter Spindelform finden sich zwischen den beiden Zellenschichten in tangentialer, übrigens aber durchaus unregelmässiger Lagerung. Während ihre mittlere verdickte Partie in der hyalinen Zwischenschicht liegt, ragen die spitzen Enden zwischen oder in die flachen äusseren Zellen hinein, die letzteren oft in schmale kegelförmige Erhebungen vorstülpend (Fig. 11).

Die jetzt folgenden Veränderungen führen direct zur Bildung jener ebenso einfachen als typischen Schwammform, welche Haeckel mit dem Namen Olynthus bezeichnet hat. Da sie sich jedoch weit langsamer vollziehen, als die bisher beschriebenen, so habe ich sie nicht durch zusammenhängende, an denselben Individuen in der feuchten Kammer angestellte Beobachtungsreihen ermitteln können, sondern aus den von Zeit zu Zeit untersuchten Stadien der in den Aquarien gezüchteten Larven erschlossen.

Durch Streckung der Larve in einer zur Unterlage senkrechten Richtung entsteht ein tonnenförmiger oder cylindrischer Körper, dessen vordere freie Endfläche anfangs noch schwach gewölbt, später quer abgestutzt erscheint, und sehr merkwürdige Veränderungen erfährt. Während nämlich in der ganzen übrigen Körperwand die Kalknadeln rasch an Zahl und Grösse zunehmen, bleibt der sich besonders stark vorbauchende distale Pol von Nadeln frei, und es bildet sich in seiner Mitte eine anfangs kleine, später sich ein wenig erweiternde rundliche Oeffnung, welche die ganze Wand durchsetzend die Binnenhöhle mit dem äusseren Wasser in offene Communication bringt. Indem nun das innere Cylinderzellenlager von dieser Perforationsstelle allseitig zurückweicht, oder wohl richtiger zurückbleibt, die äussere Gewebslage aber daselbst eine Ausdehnung und Verdünnung erfährt, bildet sich eine kreisförmig begrenzte, nadelfreie, mit kleiner rundlicher Centralöffnung versehene, irisartig ausgespannte, dünne Platte der äusseren hellen Gewebslage als terminale Grenzwand des cylindrischen Hohlraumes. Durch Osmiumsäure-Picrocarmin-Behandlung lassen sich in derselben leicht bläschenförmige Kerne mit körnigem Protoplasmahofe nachweisen (Fig. 12 und 13).

Während dieser Vorgänge haben sich die in der Nähe der distalen Endfläche gelegenen, einfach stabförmigen, umspitzigen Nadeln so gerichtet, dass einige (zum Theil am Ende schwach ausgebogen) eine Kragenröhre bilden, welche in der Fortsetzung der Cylinderwand zur Hälfte über die terminale Grenzmembran hervorragt, andere dagegen einen ringsum quer abstehenden Nadelkranz formiren. Die einfachen

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Stabnadeln der Seitenwand ragen, grösstentheils schräg nach vorn und aussen gerichtet, mit dem distalen Ende etwas hervor; in der Basalregion stehen sie sogar ziemlich quer ab. Zwischen diesen gewöhnlichen stabförmigen Umspitzern finden sich in der Seitenwand schon früh dreistrahlige Nadeln mit annähernd gleichen Richtungswinkeln, deren einer Strahl stets der Hauptkörperachse parallel gegen die Schwammbasis gerichtet ist, sodann auch Vierstrahler, an welchen sich ebenfalls ein parallel der Längsachse gegen die Basis gerichteter längerer Hauptstrahl, zwei zu diesem letztern ziemlich rechtwinklig abstehende Seitenstrahlen und ein quer gegen die Schwammachse gerichteter, dabei aber etwas nach vorn sich umbiegender Innenstrahl unterscheiden lässt. Die Vierstrahler sieht man zuerst am Vorderrand des Schwammes, wo sie mit ihrem mehr oder minder kräftigen Innenstrahle in die soeben beschriebene, im Uebrigen skeletlose terminale Grenzmembran hineinragen (Fig. 13). Die Zahl dieser den Vorderrand umstehenden, ziemlich regelmässig angeordneten Vierstrahler nimmt mit dem Wachsthum des Schwammes allmälig zu. Ich habe bei den einfach röhrenförmig gestalteten jungen Syconen, Olynthus, je nach ihrer Grösse 4, 6, 8 und mehr, doch stets in symmetrischer Anordnung, gefunden.

Merkwürdiger Weise zeigen sich auch jene mit Widerhaken versehenen stumpfspitzen oder keulenförmigen Nadeln, auf welche ich in meiner Darstellung des Baues der erwachsenen Sycandra raphanus (Nr. 8) früher aufmerksam gemacht habe, schon sehr bald nach der ersten Anlage des jungen Olynthus. Sie finden sich vereinzelt zwischen den quer abstehenden Umspitzern der Basis und richten ihr stumpfes oder keulenförmig verdicktes Ende stets nach auswärts (Fig. 13).

Unterdessen haben sich in der Seitenwand jene kleinen rundlichen Löcher, die pori, welche das Wasser von aussen in die Gastralhöhle eintreten lassen, durch einfaches Auseinanderweichen der zelligen Elemente gebildet. Dass übrigens zu dieser Zeit auch die zum Einziehen des Wassers erforderlichen Geisseln an den cylindrischen Binnenzellen wirklich bereits vorhanden sind, kann man an lebenden oder mittelst Osmiumsäure und Picrocarmin gut conservirten Thieren durch die helle, irisartige, vordere Grenzmembran leicht erkennen. Ja, es lassen sich sogar unter günstigen Bedingungen jene eigenthümlichen hyalinen Kragensäume erkennen, welche jenen Zellen den Namen der »Kragenzellen« verschafft haben (Fig. 12).

Hinsichtlich der Reihenfolge, in welcher die verschiedenen Nadeln, die Poren und das terminale Osculum der Zeit nach auftreten, will ich hervorheben, dass ich die einfachen umspitzigen Stabnadeln stest

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



sehr bald nach dem Festsetzen der Larve, ausnahmsweise sogar an noch nicht fixirten aber schon invaginirten Larven entstehen sah. Sodann traten die dreispitzigen Nadeln in der Seitenwand auf. Die Zeitfolge für die Entstehung der Poren, des Osculums und der vierstrahligen Spicula scheint mir nicht ganz bestimmt. Bald habe ich nämlich Poren gesehen ohne das Osculum, bald auch ein Osculum da, wo ich noch keine Poren fand. Die Vierstrahler schienen immer zuerst in der Peripherie der Oscularzone zu entstehen. Gewöhnlich entdeckte ich alle drei Bildungen zugleich.

So ist denn die Metamorphose der Larve in den eigentlichen Schwamm im Wesentlichen vollendet. Beim weiteren, unter selbstständiger Nahrungsaufnahme rasch fortschreitenden Wachsthume des jungen Olynthus entwickeln sich zwar noch einige für die Familie, Gattung und Art bezeichnende Eigenthümlichkeiten, aber der allgemeine Charakter der Spongien, sowie derjenige der Kalkschwammgruppe ist doch schon jetzt mit aller Schärfe ausgeprägt.

Von den noch folgenden Umwandlungen, auf welche ich an einem anderen Orte näher einzugehen gedenke, ist die wichtigste jene Ausstülpung der Seitenwand in zahlreiche radiär gerichtete Divertikel, welche durch weiteres Auswachsen zu den für die Syconenfamilie so charakteristischen »Radialtuben« werden. Besonders merkwürdig ist dabei der Umstand, dass die ursprünglich den centralen Hohlraum auskleidenden Kragenzellen sämmtlich in diese divertikelförmigen Anlagen der Radialtuben hineingerathen; wodurch es geschieht, dass die zwischen den dicht aneinanderliegenden radiären Aussackungen übrig bleibenden inneren Grenzränder von Kragenzellen vollständig entblösst werden.

Wenn nun die eben geschilderten Erscheinungen der Invagination, Fixirung und Metamorphose der Sycandralarve dem gewöhnlichen und normalen Entwicklungsvorgange entsprechen, so sind doch Abweichungen von dieser Norm gar nicht selten zu beobachten, ohne dass man dieselben gerade als pathologisch zu betrachten hätte. Schon die so leicht zu Täuschungen über den Einstülpungsmodus führenden Abflachungen und temporären Einbuchtungen des Körnerzellenpoles der Flimmerlarve wäre hierher zu rechnen; ferner das Festsetzen der invaginirten Larve an einer ungewöhnlichen Stelle z. B. mit dem Seitentheile, wodurch meistens eine grössere oder geringere Schrägstellung der späteren Olynthusachse zur Unterlage bedingt ist. Auch kann die Fixirung der bereits vollständig invaginirten, und sogar zum totalen Schluss des Gastrulamundes gelangten Larve so lange verzögert werden, dass selbst

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



die Kalkspicula in grösserer Zahl sich ausgebildet haben, bevor endlich eine günstige Gelegenheit zum Festsetzen gefunden wird.

Beim Fixirungsacte selbst lösen sich zuweilen einzelne mit pseudopodienartigen Fortsätzen angeheftete Zellen so weit von den übrigen ab, dass sie nur noch durch einen schwachen fadenförmigen Ausläufer mit dem Mutterorganismus zusammenhängen, oder selbst vollständig von demselben losreissen. Gar nicht selten tritt der Fall ein, dass benachbarte Larven durch vorgestreckte hyaline Plasmafortsätze der äusseren Körnerzellen mit einander verschmelzen. Da sich die meisten der in kleinen Aquarien ausschwärmenden Larven an dem lichtseitigen Randtheile der Wasseroberfläche selbst, oder an dem betreffenden Theile der Gefässwandung inseriren, und dabei einander sehr nahe kommen, so finden sich oft an diesen Stellen grosse zusammenhängende Nester oder Klumpen, welche aus zahllosen mehr oder minder innig verwachenen Schwammlarven bestehen. Derartige Verschmelzungen brauchen aber keineswegs rein äusserliche zu bleiben; oft genug kommen dabei auch die Binnenräume zu offener Communication, so dass sehr complicirte mit mehreren Osculis versehene Sycandrastöcke auf diese Weise entstehen können.

---

Diesen meinen eigenen Beobachtungsergebnissen werde ich jetzt die Angaben anderer Autoren über Invagination, Fixirung und Metamorphose der Larve von Sycandra raphanus oder anderer Kalkspongien zur Vergleichung gegenüberstellen, und dabei jeden der drei Hauptacte gesondert berücksichtigen.

Haeckel, welcher im Jahre 1872 in seinem grossen Werke über die Kalkschwämme zuerst eine zusammenhängende Darstellung ihrer Ontogenie zu geben versuchte, nahm damals überhaupt keine Invagination an. Vielmehr liess er eine doppelblättrige, sackförmige Gastrula in der Weise entstehen, dass im Innern einer aus einem compacten Zellenhaufen bestehenden, aussen mit Geisseln besetzten Planula zunächst eine kleine, mit Flüssigkeit gefüllte Höhle sich bilden sollte. Diese »Gastralhöhle« sollte die aus zwei differenten Zellenblättern, einem äusseren Geisselzellenlager und einer inneren dunkelkörnigen Zellenschicht gebildete Wand an einem Pole durchbrechen, wodurch dann eine Mundöffnung geschaffen und die ganze Larve zur Gastrula geworden wäre.

Zu ganz anderen Resultaten gelangte zwei Jahr später Metschnikoff durch Untersuchungen über die Entwicklung von Sycandra raphanus (Nr. 5). Nach Metschnikoff's Angaben verschwindet zunächst die centrale Höhle der bekannten eiförmigen, zur Hälfte flimmernden Larven vollständig, während gleichzeitig die wimperntragende, vordere Hälfte des Larven-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



körpers an Grösse merklich reducirt wird. Sodann tritt eine Verschmelzung der kugeligen Zellen des Hintertheiles zu einer compacten Masse ein; nur eine Reihe der letzteren, nämlich die den Wimperzellen unmittelbar anliegenden, bewahren ihre Integrität noch längere Zeit. »Die Hauptsache in der Metamorphose aber besteht darin, dass sich die wimperlose, hintere Hälfte in die skeletgebende Schicht verwandelt, während sich der vordere, mit Wimperhaaren bedeckte Abschnitt ins Innere des Larvenkörpers einzieht, um in das Entoderm überzugehen.« »Die eingestülpte (wimpertragende) Halbkugel bildet demnach einen sackförmigen Körper, welcher von der skeletgebenden Schicht umgeben erscheint. Es stellt sich auf dem nächstfolgenden Stadium heraus, dass die Einstülpungsöffnung sich nicht sogleich in das definitive Osculum verwandelt, sondern dass dieselbe gänzlich verwächst.«

In einer 1875 erschienenen Mittheilung (Nr. 7), bestreitet Oscar Schmidt zunächst den Zellenwerth der dunkelkörnigen geissellosen Elemente des hinteren Theiles der eiförmigen (Sycandra-) Larve. Er findet keine Kerne in denselben und nennt sie einfach »Körnerballen«. Ferner bestreitet er, dass überhaupt eine Gastrula gebildet werde. Scheinbare Einstülpungen der Körnerballen in die Centralhöhle führt er auf Trugbilder oder Unregelmässigkeiten zurück. Ebensowenig konnte er sich jedoch von einer Einziehung des Geisselzellenlagers in das Innere der Larve, wie Metschnikoff sie beschrieben hatte, überzeugen.

Meine in demselben Jahre publicirten Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung von Sycandra raphanus (Nr. 8), enthalten eine Beschreibung der Einstülpung der von mir für wahre Zellen mit je einem deutlichen Kerne erklärten dunkelkörnigen Elemente des hinteren Theiles der eiförmigen Larve in die Furchungshöhle gegen die Geisselzellenkuppe und die dadurch erzielte Bildung einer deutlichen Gastrula. Die so zur Aussenlage der ganzen doppelblättrigen Larve gewordenen cylindrischen Geisselzellen sollten später ihre Geisseln verlieren und sich bedeutend abflachen. Diese letztere Veränderung war jedoch ebensowenig direct beobachtet, wie die folgenden Schicksale jener Gastrula, auf welchen Umstand O. Schmidt später (Nr. 9) mit Recht besonders aufmerksam machte.

Die im Jahre 1876 erschienenen Mittheilungen Barrois' über die Embryologie der Spongien (Nr. 10), beziehen sich zum grössten Theile auf eine der Sycandra raphanus sehr nahestehende Kalkschwammart, Sycandra compressa, und stimmen hinsichtlich der ersten Larvenbildung und der Einstülpung der dunkelkörnigen Zellenlage mit meinen Angaben im Wesentlichen überein; doch macht Barrois darauf aufmerksam, dass sich eine Invagination der dunkelkörnigen Zellen gegen die Cylinder-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


zellenschicht bereits vor dem Ausschwärmen der Larven beobachten lässt ,und dass später die dunkelkörnigen Zellen zur Bildung der bekannten eiförmigen Larve wieder hervortreten. Diese letzteren sollen übrigens nach Barrois (Nr. 10, p. 24) noch vor dem Festsetzen der Larve untereinander verschmelzen.

Eine solche frühzeitige Einstülpung hatte ich inzwischen ebenfalls wahrgenommen, und konnte daher dieser Angabe Barrois' sofort beistimmen (Nr. 12).

Die Existenz einer Gastrulaform bei der Entwicklung von Sycandra hat darauf Keller bestätigt, ohne sich indessen der Annahme Barrois' anzuschliessen, dass die freie eiförmige Larve erst aus jener Gastrula invaginata durch nachfolgendes Auswachsen der Körnerzellen entstehe, und dass demnach diese Gastrulabildung überhaupt nur eine unwichtige Erscheinung sei. Vielmehr giebt er an, einerseits ganz frei herumschwimmende Gastrulae typischer Form, andererseits eiförmige Larven mit weit vorragenden Körnerzellen im Innern der Mutter gefunden zu haben.

In einer das Larvenstadium von Ascetta primordialis und clathrus behandelnden Arbeit (Nr. 15) spricht sich O. Schmidt zunächst dahin aus, dass das von Barrois und mir beschriebene frühe Einstülpungsstadium, da es für den Gang der Entwicklung bedeutungslos sei, keinen morphologischen Werth habe und deshalb auch nicht als eine wahre Gastrula bezeichnet werden dürfe; sodann theilt er eigene Beobachtungen über die beiden genannten Kalkschwammlarven mit. Nach Schmidt's Angabe besteht die eiförmige Flimmerlarve von Ascetta primordialis und clathrus anfangs nur aus einer einzigen Schicht geisseltragender Cylinderzellen, welche eine weite, mit Flüssigkeit erfüllte Höhle umschliessen. Nur der Form und Lage nach weichen die Geisselzellen des breiteren Vordertheiles von denjenigen des Hintertheiles ab, indem die ersteren schlanker sind. Die beobachteten Veränderungen sind folgende. Zunächst beginnen die Zellen des spitzeren Hinterpoles sich etwas zu lockern und zu verbreitern, auch ein wenig nach aussen vorzuwölben. Eine dieser Zellen erweitert sich stärker, zieht die Geissel ein, verkürzt sich um das Dreifache und bekommt einen grobkörnigen Inhalt. Ihr folgt eine zweite, dritte und so weiter. Die so veränderten Zellen schlüpfen nun in derselben Reihenfolge wie sie entstanden sind in die Höhle. »Die Lücke, aus welcher die erste Entodermzelle eingetreten, schliesst sich alsbald wieder, und der Umwandlungsprocess der Ectodermzellen zu einwandernden Entodermelementen hat seinen Fortgang.« Eine Anordnung dieser eingewanderten Zellen zu einem regelmässigen Lager, einem eigentlichen Entoderm nach dem Sinne des Wortes, findet nicht statt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



In einer neueren, zunächst der Beschreibung des Baues eines Kieselschwammes gewidmeten Publication (Nr. 16) bekräftigt Keller noch einmal seine oben erwähnten Angaben über die Gastrula von Ascandra Lieberkühni; sodann weist er darauf hin, dass jene scheinbar sehr grosse Differenz in der Entwicklung dieser und der von Schmidt beobachteten Ascettalarven sehr wohl durch den Gattungs- und Artunterschied begründet sein könne, und spricht endlich die Vermuthung aus, dass möglicher Weise die weiteren, von O. Schmidt nicht controlirten Entwicklungsphasen jener Ascettalarven immerhin noch zur Bildung eines inneren Zellenblattes und somit zur Bildung der von Haeckel früher abgebildeten zweischichtigen Planogastrula (von Ascetta clathrus) geführt haben könnte.

Eine Vergleichung dieser unter einander stark divergirender Angaben anderer Forscher mit meinen oben mitgetheilten Beobachtungsresultaten lehrt, dass diese letzteren am meisten mit der im Jahre 1874 von Metschnikoff gegebenen Darstellung übereinstimmen. Denn wenn ich auch das von Metschnikoff behauptete primäre Verschwinden der Furchungshöhle, eine Verkleinerung der Geisselzellenmasse und ein Verschmelzen der mittleren Körnerzellen nicht constatiren konnte, so habe ich doch den wesentlichsten Punkt, nämlich die Einstülpung des Geisselzellenlagers in das Innere des Larvenkörpers bestätigt gefunden.

Da nun durch diese Invagination einer Larvenhälfte gegen und in die andere eine doppelblättrige, anfänglich schüsselförmige, später deutlich sackförmige Larve gebildet wird, welche auf ganz directem Wege in den jungen Schwamm übergeht, so sehe ich keinen Grund, diesem Larvenstadium den Namen der Gastrula zu verweigern. Jene frühere Einziehung der dunkelkörnigen Zellenschicht freilich, welche sich, ohne zu einem dauernden Resultate zu führen oder auch nur einen nachweisbaren Fortschritt in der Entwicklung bedingt zu haben, wieder ausgleicht, könnte man wohl höchstens als Pseudogastrula bezeichnen.

Weniger zahlreiche und bestimmte Angaben als über die Art der Invagination, finden sich in der Literatur über die Art und Weise des Festsetzens der Larve; ja, dieser Act ist bisher überhaupt noch nicht direct beobachtet worden. Selbst die Frage nach dem Pole, mit welchem die Fixirung erfolgt, wird von den verschiedenen Autoren im entgegengesetzten Sinne beantwortet oder ganz unentschieden gelassen.

Während Haeckel (Nr. 4, p. 337) annimmt, dass die Anheftung der frei herumstrudelnden Gastrula mit dem aboralen Pole erfolge, dass sich dabei die Geisselzellen des äusseren Blattes nach Einziehen der Geisseln zu platten Zellen an der Oberfläche ausbreiten, die nicht flimmernden inneren Zellen dagegen nach wiederholter Theilung eine Geissel bilden, und sich zu den Kragenzellen gestalten — spricht Metschnikoff

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


in seinem ersten Aufsatze (Nr. 5) sich nicht bestimmt über diesen Punkt aus. Nach seiner ganzen Darstellung aber möchte man annehmen, dass die Fixirung mit dem der Invaginationsöffnung gegenüberliegenden Ende der Larve also mit dem Körnerzellenpole geschehen soll. O. Schmidt giebt dieser letzteren Anschauung insofern einen präcisen Ausdruck, als er ausdrücklich sagt (Nr. 9, p. 551), dass die Anheftung der Larve von Sycandra raphanus mit dem Pole der Körnerballen erfolge. Ich selbst hatte im Jahre 1875 (Nr. 8) noch keine eigenen Beobachtungen über das Festsetzen der Larve, nahm aber die mir damals plausible Ansicht von Haeckel als wahrscheinlich an. Barrois hält zwar wie O. Schmidt das Festsetzen der Larve mit dem hinteren Pole, des dunkelkörnigen Zellenlagers, für sicher, wenn er in seinem Resumé der Entwicklung der Kalkschwämme (p. 38, Nr. 10) sagt: »La larve se fixe par sa partie postérieure«; hat dasselbe aber keineswegs direct beobachtet, sondern auch nur erschlossen, wie aus seiner Mittheilung über die Entwicklung von Sycandra compressa (Nr. 10, p. 25) erhellt: »L'analogie avec les éponges siliceuses et la suite du développement s'accordent du reste, pour montrer, que c'est par cette partie postérieure que les larves s'attachent.« Im Gegensatze hierzu nimmt Keller wieder ebenso wie Haeckel die Fixirung der Larve mit dem aus den Geisselzellen gebildeten aboralen Gastrulapole an. Er sagt (Nr. 13, p. 31): »Das Festsetzen erfolgt, wie ich aus wiederholten Beobachtungen schliessen muss, mit dem aboralen Pole.« Aus der von O. Schmidt in seiner Mittheilung über den Larvenzustand von Ascetta primordialis und clathrus gegebenen Schilderung der Vorgänge beim Festsetzen der Larve von Ascetta primordialis lässt sich nicht bestimmt entnehmen, mit welchem Pole die Fixirung erfolgen soll. Der betreffende Passus lautet (Nr. 15, p. 254): »Nach zwei bis drei Tagen wurden die Larven sesshaft in Form von flachen, unregelmässigen Fladen. Die Zellen des Ectoderms verkürzen sich unter Einziehung der Geissel und fangen an zu verschmelzen. Das wie eine Zwischenmasse erscheinende nunmehr gemeinschaftliche Protoplasma zieht sich in feine Fortsätze aus, die auch zum Theil direct aus den Geisseln hervorgegangen sind. Denn ich beobachtete wiederholt, dass die von ihrer Unterlage durch die mikroskopischen Hantirungen losgelösten Pseudopodien wieder die Form der Geissel annahmen. Letztere also hatten sich vorher theilweise zurückgezogen, verdickt und dienten so zur Fixirung des Körpers. An der Mehrzahl der Exemplare konnte man auf diese Weise eine langsame amöbenartige Veränderung des Randes wahrnehmen. Ich beobachtete in einem Falle, dass der Rand sich im Verlaufe einer halben Stunde abgerundet hatte und der ganze Körper uhrglasförmig geworden war; alle Protoplasmafortsätze waren einge-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



zogen, und die schon verwischten Zellencontouren wieder deutlich geworden. Es scheint jedoch, als ob schon auf diesem Stadium die Zahl der zum Syncytium sich verbindenden Zellen verringert sei.« Etwas später (Nr. 15, p. 225) sagt dann Schmidt: »Allem Anscheine nach gehört auch die auf der Unterlage aufliegende Partie der sich umwandelnden Larve dem Ectoderm (d. h. dem Geisselzellenlager) an.«

Man sieht, dass eigentlich keine der hier zusammengestellten Angaben über den Modus des Festsetzens der Larve mit meinen Beobachtungen übereinstimmt, nach welchen sich die Larve weder mit dem Geisselzellenpole noch mit dem Körnerzellenpole, sondern normaler Weise mit dem Gastrulamunde oder genauer mit dem über den Invaginationsrand nach innen sich umlegenden Randtheil der äusseren Körnerzellenkuppe ansetzt.

Da das Festsetzen der Larve bisher nicht direct beobachtet wurde, so ist es erklärlich, dass die Angaben der Autoren über die während und gleich nach der Fixirung erfolgenden Veränderungen des Larvenkörpers, welche zur Metamorphose in den fertigen Schwamm führen, sehr wenig mit einander harmoniren.

Am Einfachsten erscheint zunächst die Theorie von Haeckel, nach welcher das äussere Geisselzellenlager der mit dem aboralen Pole fixirten Gastrula sich durch Verschmelzen der veränderten Zellen zu dem skeletbildenden Syncytium umwandelt, die Elemente des inneren Körnerzellenlagers dagegen nach wiederholter Theilung zu cylindrischen, mit je einer langen Geissel und dem merkwürdigen Kragen versehenen Entodermzellen auswachsen. Dadurch ist dann ein als Ascula bezeichnetes Entwicklungsstadium entstanden, welches der Jugendform der meisten Hydroidpolypen und Korallen gleicht. Durch Entwicklung kleiner rundlicher Löcher, pori, in der Wandung dieses doppelblättrigen, sackförmigen Wesens bildet sich sodann die »Protospongia« und aus dieser durch Auftreten von Skeletstücken (Kalknadeln) in der äusseren Gewebsschicht der »Olynthus«. Erscheinen die Spicula vor den Poren, was häufig der Fall ist, so wird ein solcher Zustand, in welchem noch keine Poren dagegen schon Spicula vorhanden sind, von Haeckel als »Protolynthus« bezeichnet. Aus dem Olynthus entwickelt sich dann die Syconenform einfach durch strobiloide Knospung der Radialtuben.

Nach Metschnikoff entstehen die Kalknadeln bei Sycandra raphanus schon sehr früh (zuweilen sogar schon vor dem Festsetzen) in der durch Verschmelzen der wimperlosen Körnerzellen entstandenen compacten Masse des Larvenhintertheiles. Nach der Fixirung der Larve schliesst sich die Einstülpungsöffnung vollständig, so dass ein Gebilde entsteht, in welchem eine äussere, mit mehreren Stabnadeln durchsetzte Schicht

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


von einem inneren »das Entoderm repräsentirenden, geschlossenen Körper unterschieden werden kann«. In dem letzteren kann wegen seiner dicken Wandung erst später eine Höhle unterschieden werden, wodurch sich das Ganze zu einer doppelschichtigen Blase gestaltet. Die innere Höhle vergrössert sich sodann bei zunehmendem Wachsthume des Schwammes; jedoch konnte an einem sechs Tage alten Schwamme (dem spätesten Entwicklungsstadium, welches Metschnikoff zu Gesicht kam) trotzdem schon dreispitzige Nadeln in der Wandung gebildet waren, noch keine Mundöffnung wahrgenommen werden.

Nach einer Beobachtung O. Schmidt's (Nr. 7, p. 131) war aus den »Körnerballen« einer eben fixirten Sycandra raphanus-Larve eine wechselnd dicke Schicht körnigen Protoplasmas getreten, welche sodann eine Aussenschicht bildete. Später (Nr. 15, p. 249) hat jedoch Schmidt die Angabe, dass diese wechselnd dicke Aussenschicht aus den Körnerballen ausgetreten sei, zurückgenommen und sie von dem Geisselzellenlager abgeleitet. Nach einer andern Mittheilung Schmidt's (Nr. 9, p. 553) zeigen die jüngsten von ihm beobachteten festsitzenden Stadien von Ascandra variabilis und Ascetta coriacea nicht die Olynthusform, sondern entbehren des Osculums.

An zwei älteren, schon mit Kalknadeln versehenen und bereits in der Metamorphose begriffenen Larven von Sycandra raphanus konnte ich selbst im Jahre 1875 (Nr. 8, p. 274) zwischen einer äusseren, aus flachen geissellosen Zellen gebildeten Schicht und einer inneren Lage cubischer Zellen eine dünne hyaline Grenzlage erkennen. In dieser letzteren fand sich der Mitteltheil aller Stabnadeln, welche in tangentialer Richtung aber sonst ganz unregelmässig gelagert waren, und mit ihren spitzen Enden aussen vorragten. Ich äusserte schon damals die Ansicht, dass die Kalknadeln sich zuerst in jener hyalinen Zwischenschicht anlegen.

Nach Barrois' Angaben wandelt sich die mit dem Körnerzellenpole festgesetzte Larve sehr schnell in den mit Poren und Spiculis versehenen Schwamm in der Weise um, dass sie sich gleich bei der Fixirung stark abplattet und eine unregelmässig begrenzte Kruste darstellt, welche aus zwei übereinander liegenden Schichten besteht. Die obere oder äussere dieser beiden Schichten ist aus dem vorderen (Geisselzellen-) Theile der Larve hervorgegangen. Sie ist ziemlich dünn und durchscheinend, von Vacuolen und unregelmässigen Poren durchsetzt, zeigt amöboide Bewegungen und treibt unregelmässige zur Befestigung dienende Fortsätze. Die untere oder innere Schicht stammt von den geissellosen Körnerzellen des hinteren Larvenendes. Sie liegt der Unterlage direct auf und wird von oben und am Rande von der äusseren umschlossen. Sie besteht aus einem dunkleren, von Körnchen und Kernen durchsetzten Protoplasma

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


und einigen an der Peripherie gelegenen dicken rundlichen Zellen. Da sich diese beiden Gewebslagen so dicht zusammenlegen, dass die Furchungshöhle ebenso wie die ehemalige Invaginationshöhle völlig verschwunden ist, so nimmt Barrois an, dass die Hohlräume und Canäle des jungen Schwammes ganz neue Bildungen sind, welche sich ebenso wie die Spicula im Mesoderm selbständig entwickeln. Bald wandelt sich nun die untere dunkelkörnige Gewebslage in ein deutliches Zellenlager um, dessen Elemente ein dichtes körniges Protoplasma und einen ziemlich grossen Kern zeigen. Bemerkenswerth ist es, dass Barrois von dieser unteren Zellenschicht behauptet, sie repräsentire Entoderm und Mesoderm zugleich. Darauf erscheinen im neu angelegten Mesoderm die stabförmigen Kalkspicula und bald vor bald nach denselben auch die Poren. Oft vereinigen sich zwei oder mehrere benachbarte dieser in der Gestalt ausserordentlich variirenden jungen Schwämme mittelst ihrer pseudopodenartigen äusseren Fortsätze, um sich später wieder zu trennen. Geht jedoch die zunächst nur auf die äussere Gewebsschicht sich erstreckende Verschmelzung auch auf das innere Zellenlager über, so ist eine nachträgliche Trennung der vereinigten Individuen nicht mehr möglich. Später treten die dreispitzigen Nadeln auf. Hat sich schliesslich am distalen Ende des zu einer kurzen Röhre ausgewachsenen Schwammes die Oscularöffnung gebildet, so ist die Metamorphose der Hauptsache nach beendet.

In ähnlicher Weise lässt Keller (Nr. 13) die Metamorphose vor sich gehen. Nachdem die Gastrula sich mit dem aboralen (Geisselzellen-) Pole festgesetzt und ihre Oscularmundöffnung vollständig geschlossen hat, werden die Zellen der äusseren (ehemaligen Geisselzellen-) Lage niedriger und unregelmässig, während die, eine centrale Höhle umschliessenden Zellen der inneren Lage, die ehemaligen Körnerzellen, ihre Körnchen mehr und mehr verlieren. Zwischen beiden Gewebsschichten hat auch Keller eine helle Zone erkannt, welche sich langsam nach aussen zu verbreitert. Er denkt sich dieselbe durch Verschmelzen der Ectodermzellen entstanden und lässt in ihr auch die ersten stabförmigen Kalknadeln in tangentialer Lagerung auftreten. Später bilden sich neben den aussen vorstehenden Stabnadeln auch Dreistrahler. Die Entstehung des Osculum und der Poren hat Keller nicht beobachtet.

O. Schmidt's Bemühungen, die Verwandlung der Larven von Ascetta primordialis zu beobachten, ergaben folgende Resultate (Nr. 15, p. 254). Zwei bis drei Tage nach dem Ausschwärmen werden die Larven sesshaft in Form flacher unregelmässiger Fladen. Die Geisselzellen der äusseren Lage verkürzen sich unter Einziehung der Geissel und fangen an zu verschmelzen. Die verschmolzene Protoplasmamasse zieht sich in

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


feine zur Fixirung dienende Fortsätze aus. Später sondern sich die verschmolzenen Zellen wieder, zeigen aber eine Verminderung der Zahl. Aus diesen Zellen geht das ganze Syncytium (nicht etwa blos die von mir an der Oberfläche erwachsener Schwämme beschriebenen Pflasterzellen) hervor. Auch die der Unterlage direct aufliegende Partie der sich umwandelnden Larve gehört nach Schmidt mit Wahrscheinlichkeit derselben Aussenschicht (Ectoderm) an. Die aus eingewanderten dunkelkörnigen und geisselosen Zellen hervorgegangene innere Zellenlage (Entoderm) liess sich nur als ein dunkler Klumpen durchscheinend erkennen.

In einer neusten Mittheilung (Nr. 16) hebt Keller noch einmal hervor, dass nach seiner Ansicht der durch Einstülpung der Körnerzellenschicht entstandene Larvenraum direct in den Gastralraum des jungen Schwammes übergeht, während das Osculum als Neubildung zu betrachten sei. Ganz junge Exemplare des schon ausgebildeten Schwammes (Sycandra raphanus) fand Keller von ziemlich unregelmässiger Gestalt. Die Radialtuben stellen zunächst blosse Ausbauchungen des centralen Raumes dar. Der ganze Innenraum sammt den Ausstülpungen ist anfangs noch mit Entodermzellen besetzt; später finden sich die Entodermzellen nur noch vereinzelt auf der Gastralfläche. Die späteren Radialtuben entstehen nicht mehr durch Ausstülpung sondern durch Längstheilung der bereits angelegten.

Bei einer Vergleichung dieser verschiedenen Angaben unter einander und mit meiner obigen Darstellung zeigt sich hinsichtlich des wichtigsten Punktes, nämlich des Schicksales der beiden verschiedenen Zellenlager des Larvenkörpers folgende Differenz. Während nach Haeckel, O. Schmidt, Barrois und Keller die hinteren dunkelkörnigen, geisselosen Zellen der Larve nach vorausgegangener Vermehrung durch Theilung zu dem Kragenzellenlager — dem Entoderm, oder nach Barrois eigentlich zum Entoderm und Mesoderm des ausgebildeten Schwammes, die hellen cylindrischen Geisselzellen des Vorderendes der Larve dagegen nach einer vorausgegangenen Verschmelzung mehrerer Geisselzellen zu je einer grossen Plattenzelle und Vereinigung dieser letzteren zu einem Syncytium zur äusseren skeletbildenden Gewebsschicht des Schwammes werden sollen, so bestätige ich jetzt die ältere Angabe Metschnikoff's, dass es die Geisselzellen der Larve sind, welche nach ihrer Einstülpung in das Innere und ihrer Umwachsung durch das Körnerzellenlager zur Kragenzellenauskleidung (Entoderm) des erwachsenen Schwammes werden, während die skeletbildende Schicht und ihre oberflächliche Deckzellenlage aus den Körnerzellen der Larve hervorgeht. Es ist daher eine weitere eingehende Vergleichung eigentlich nur zwischen Metschnikoff's

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Angaben und meinen Beobachtungsresultaten durchzuführen. Bei einer solchen zeigt sich denn, dass Metschnikoff, anders als ich, die Entstehung der Stabnadeln schon vor dem Festsetzen der Larve als die Norm ansieht, und dass er die invaginirte Geisselzellenschicht gleich nach der Fixirung der Larve zunächst zu einer geschlossenen compacten Masse sich zusammenlegen lässt, in welcher erst später die Gastralhöhle wieder erscheint, während ich eine Continuität der Invaginationshöhle mit der späteren Gastralhöhle annehme.

Jene hellen pseudopodienartigen Fortsätze, welche ich von den an die Unterlage sich anschmiegenden randständigen Körnerzellen ausgehen sah, sind zwar auch von Barrois, Schmidt und Keller beobachtet, aber auf Ausstrahlungen des vom Geisselzellenlager abgeleiteten Syncytiums, resp. der nach O. Schmidt zur Verschmelzung sich anschickenden Geisselzellen selbst bezogen worden. Die eigenthümliche helle Zone zwischen der äusseren und inneren Zellenschicht, welche ich als erste Anlage der Grundsubstanz der skeletbildenden Schicht betrachte, und in welcher ich die ersten Kalkspicula sich bilden sah, ist von Haeckel, Metschnikoff und Barrois nicht besonders beachtet worden. Keller hat sie zwar gesehen und auch für den Entstehungsort der ersten Spicula erklärt, betrachtet sie aber als die erste Anlage des durch Verschmelzen der Zellen entstehenden Syncytiums.

Die Entstehung der ersten Kalknadeln haben übrigens alle bisherigen Beobachter (ausser Metschnikoff) ebenso wie ich normaler Weise bald nach dem Festsetzen der Larve wahrgenommen; und zwar wurden stets zuerst nur einfache umspitzige Stabnadeln und später erst dreispitzige gesehen. Die Angaben über den ersten möglichen Termin des Auftretens der Nadeln stimmen weniger genau überein, doch sind sowohl von Metschnikoff und Götte als auch gelegentlich einmal von mir selbst zarte Nadeln sogar schon vor dem Festsetzen der Larve beobachtet.

Die Entstehung der Poren scheint sich ebenfalls nicht auf einen bestimmten Zeitpunkt zu beschränken, wenigstens hat Barrois ebenso wie ich bemerkt, dass dieselben bald vor bald nach dem Auftreten der Dreistrahler erscheinen können.

Dass der Durchbruch des Osculum erst bedeutend später als die Porenbildung erfolge, haben Barrois und Keller angegeben, während ich das Osculum ebenso wie die ersten Vierstrahler gewöhnlich mit den Poren zugleich auffand.

In der Auffassung der ersten Radialtuben als einfacher Ausstülpungen der Seitenwand des jungen Olynthus stimmen Haeckel, Keller und ich überein.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Bevor ich mich nun zu einer Verwerthung meiner Beobachtungsresultate für die morphologische Deutung des Schwammorganismus vor und nach der Metamorphose wende, will ich mit Benutzung meiner früheren Untersuchungen hier noch einmal eine kurze zusammenhängende Darstellung der ganzen Entwicklung von Sycandra raphanus geben.

Bei erwachsenen Exemplaren von Sycandra raphanus finden sich in der hyalinen Grundsubstanz der die Kalknadeln enthaltenden Gewebsschicht neben den sternförmigen Zellen, welche den fixen Bindegewebskörperchen des Gallertgewebes höherer Thiergruppen gleichen, auch andersartige, unregelmässig rundliche Zellen mit stärker lichtbrechendem Protoplasmakörper, welche mittelst amöboider Bewegungen, Form und Lage zu ändern vermögen (Nr. 8, Taf. XVIII, Fig. 1). Einige dieser letzteren Zellen, vielleicht sogar alle, wachsen im Frühjahre und Sommer, nachdem sie in die Nähe des Kragenzellenlagers der Radialtuben gelangt sind, zu grossen annähernd kugeligen Eiern, bis zu 0,05 mm Durchmesser, heran. Sie erscheinen dann membranlos, glatt begrenzt, mit grossem hellen, kugeligen Kerne, grossem stark lichtbrechenden Kernkörperchen und einem von zahlreichen feinen dunkeln Körnchen durchsetzten Plasmakörper versehen (Nr. 8, Taf. XIX, Fig. 2).

Den Befruchtungsact, welcher wahrscheinlich bald nach der vollständigen Reifung des Eies erfolgt, habe ich nicht beobachtet.

Die erste Furchungsspalte, welche das Ei in zwei gleiche Hälften zerfällt, steht senkrecht zur Oberfläche des benachbarten Radialtubus. Die beiden ersten Furchungszellen sind aber nicht halbkugelig gestaltet, sondern gleichen abgerundeten Kegelhälften. Sie legen sich mit ihren ebenen (Spaltungs-) Flächen an einander und richten ihre abgerundete Spitze gegen die Radialtubenwand ihre breite Basalfläche nach aussen (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 4 und Nr. 13, Taf. I, Fig. 1). Durch diese ganz bestimmte und constante Richtung der differenten Zellenenden kann bereits um diese Zeit entschieden werden, aus welchen Theilen der zwei ersten Furchungszellen jede der beiden verschiedenen Larvenhälften (Keimblätter) wird; da ja bei der weiteren Entwicklung aus den dem Radialtubus zugewandten schmaleren Endtheilen die Geisselzellen, aus den entgegengesetzten breiten Basalenden dagegen die Körnerzellen der Larve hervorgehen. Indessen trennen sich diese beiden verschiedenartigen Abschnitte der ersten Furchungszellen keineswegs sofort von einander. Vielmehr zerschneidet die nächste Furchung jede der letzteren noch einmal der Länge nach durch eine zur Basis wie zur ersten Theilungsebene senkrecht gerichtete Spalte in zwei gleiche Hälften; so dass nun vier kreuzweise gestellte, unter sich gleichartige Zellen entstehen, deren seitliche Berührungsflächen stark abgeflacht sind. Bemerkenswerth

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

erscheint es jedoch, dass diese vier ersten Furchungszellen mit ihrer rechtwinkligen Innenkante nicht völlig zusammenstossen, sondern etwas abgerundet, einen schmalen spaltförmigen Raum umschliessen, welcher die erste Anlage der Furchungshöhle darstellt (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 5).

Durch eine weitere Längsspaltung jeder dieser vier Zellen entsteht alsdann ein achttheiliger Zellenring mit noch weiterem Centrallumen, dessen gleichartig erscheinende keilförmige Zellen natürlich auch sämmtlich ihr spitzeres Ende dem Radialtubus zuwenden, ihre in einer Ebene liegenden abgestutzten Basalflächen dagegen nach aussen richten (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 8 u. 9). Die nächste Furchung durchschneidet alle acht Zellen quer, etwa in halber Höhe, parallel der Basalfläche, und führt so zur Bildung von zwei parallelen achttheiligen Zellenringen, deren äusserer, d. h. vom Geisselzellenlager des Radialtubus abgekehrter Kranz ein weiteres Centrallumen zeigt, als der dem Radialtubus näher liegende. Doch neigen sich auch die centralen Enden dieser (vom Radialtubus aus) distalen Zellen so zusammen, dass die Oeffnung verengert, dafür aber ein etwas weiteres Centrallumen der ganzen Larvenanlage gebildet wird (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 10—13). Ob nun an den nächsten Zellentheilungen, welche sowohl in radiärer als circulärer Richtung erfolgen, beide Zellenkreise in gleicher Weise betheiligt sind (wie ich früher glaubte), oder ob vielleicht der proximale in dieser Hinsicht vorauseilt, wie Barrois anzunehmen geneigt ist, kann ich nicht mit Sicherheit angeben. Thatsache ist, dass in Kurzem ein von 48 Zellen umschlossener linsenförmiger Hohlkörper entsteht mit zwei polaren, von je acht radiär gestellten Zellen umgebenen Oeffnungen (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 14—16). Mit der weiter fortschreitenden Zellenvermehrung nimmt diese einschichtige Zellenblase allmälig die Gestalt einer Hohlkugel an und es schliesst sich die von Anfang an etwas engere Oeffnung am proximalen, d. h. dem Radialtubus zugewandten Pole; während jene acht Zellen, welche die distale Polöffnung in radiärer Stellung umgeben, sich durch dunkelkörniges Aussehen von den übrigen zu unterscheiden beginnen (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 16 u. 17). Erst wenn sich die letzteren durch fortgesetzte (stets nur in der Richtung der Kugelradien des Larvenkörpers erfolgende) Theilung stark vermehrt haben und dabei zu radiär gerichteten Prismen ausgewachsen sind, fangen auch jene dunkelkörnigen Zellen in der Umgebung des distalen Poles an sich zu theilen. Sie werden zu breiten, mehr klumpigen Gebilden, während die von ihnen bisher umschlossene Oeffnung vollständig verschwindet (Nr. 8, Taf. XX, Fig. 18). In der Folge findet man nun dies dunkelkörnige, aus nahezu 32 Elementen bestehende Zellenlager stark abgeflacht oder sogar soweit in die Furchungshöhle eingezogen, dass die letztere auf einen engen Spalt reducirt er-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


scheint. Dadurch ist dann eine doppelblättrige schüsselförmige Larve entstanden, welche der Gastrula mancher höherer Thiere ausserordentlich gleicht und daher auch von Barrois und ehemals von mir selbst so genannt wurde (Nr. 8, Taf. XIX, Fig. 3). Nachdem es sich jedoch jetzt herausgestellt hat, dass die so entstandene Invaginationshöhle keineswegs zum Gastralraum des späteren Schwammes wird, sondern nur eine wahrscheinlich ganz zufällige und bedeutungslose Erscheinung ist, welche später beim Ausstülpen und Auswachsen des dunkelkörnigen Zellenlagers wieder verschwindet, so wird man O. Schmidt beistimmen, wenn er diese morphologisch bedeutungslose Larvenform nicht als eine wahre Gastrula anerkennt (Nr. 15, p. 257). Merkwürdig ist es übrigens, dass auch in dem folgenden Entwicklungsstadium, wenn bereits jede der hellen prismatischen Zellen an ihrer äusseren Endfläche je eine lange Geissel erhalten hat, und die Larve nach Durchbrechung ihrer mit flachen, epithelartigen Zellen austapezirten Kapsel frei im Wasser herumstrudelt, gar nicht selten noch derartige Pseudogastrulae zu sehen sind, deren Körnerzellenlager mehr oder minder weit gegen die Geisselzellendecke eingestülpt erscheint (Fig. 2). Normaler Weise stellt aber die aus dem mütterlichen Schwamm hervorgetretene Flimmerlarve einen eiförmigen Körper dar, dessen schmalere, bienenkorbähnlich gestaltete Hälfte von zahlreichen radiär gerichteten hellen prismatischen Geisselzellen, deren andere dickere Hälfte von etwa 30 breiten, stark vorgewölbten dunkelkörnigen Zellen gebildet wird. In der Mitte dieses Larvenkörpers befindet sich die zunächst nur kleine kugelige Furchungshöhle, welche zur Hälfte von den braungelb pigmentirten inneren Enden der Geisselzellen zur anderen Hälfte von den Körnerzellen begrenzt wird. Durch allmäliges Aufblähen desjenigen Theiles der Furchungshöhle, welcher von den Körnerzellen umgeben ist, nimmt dieselbe jedoch eine Birnform an; wobei die anfangs radiär gestreckten Körnerzellen sich mehr und mehr abflachen und in tangentialer Richtung verbreitern (Fig. 1). Die nächsten ziemlich rasch ablaufenden Veränderungen sind folgende.

Zunächst bemerkt man eine Abflachung des Geisselzellenlagers mit gleichzeitiger Verbreiterung des äquatorialen Durchmessers der Larve (Fig. 3). Während dieser Abflachung der geisseltragenden Larvenhälfte verringert sich auch die Wölbung des anderen Theiles etwas, aber bei Weitem weniger rasch; so dass die ganze Larve bald die Gestalt einer planconvexen Linse erreicht, deren Rand von einem aus 15 oder 16 breiten Körnerzellen bestehenden Ringgürtel eingefasst ist (Fig. 4). Während sich jetzt die Geisselzellenlage gegen und in die convexe Körnerzellenkuppe einstülpt, biegen sich die erwähnten körnigen Randzellen so um den Invaginationsrand nach innen herum, dass sie allein

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


die weite Apertur der jetzt kappenförmigen und bereits eine wahre Gastrula darstellenden Larve bilden und begrenzen (Fig. 5). Bei weiterer Einstülpung des Geisselzellenblattes legt sich dasselbe dicht an die Innenseite der halbkugeligen Körnerzellendecke an. Die Randzellen wachsen in der Aperturebene radiär nach innen vor und verengern die Invaginationsöffnung bedeutend (Fig. 6). Jetzt legt sich die Larve mit dem Gastrulamunde an irgend einen festen Körper (resp. die Oberfläche eines kleinen ruhig stehenden Aquariums) dicht an. Die Randzellen treiben am äusseren Rande unregelmässig zackige, hyaline, zur Befestigung dienende Fortsätze oder bilden doch einen hyalinen Randsaum, und wachsen, die centrale Apertur bis zum vollständigen Verschluss verengend, nach innen gegen einander vor (Fig. 7 u. 8). Während sich auf diese Weise die Invaginationshöhle schliesst, verändern sich die ihre Innenwand bildenden Zellen, indem sie etwas kürzer und stärker lichtbrechend werden, die braungelbe Färbung des Basalendes weniger deutlich hervortreten lassen, und höchst wahrscheinlich auch die Geissel einziehen (Fig. 9). Jene 28—32 Körnerzellen dagegen, welche die äussere Lage bilden, werden durch starke Ausdehnung und Resorption von Körnchen heller und gehen nach innen zu in eine hyaline Substanz über, welche wie eine helle Grenzschicht zwischen den beiden concentrisch sich umschliessenden Zellblättern erscheint. In dieser hyalinen Grenzschicht treten zuerst die Kalknadeln als kleine zarte, gerade, umspitzige Stäbchen in tangentialer Lagerung auf, um alsbald, an beiden Enden stark auswachsend, in und zwischen die Zellenkörper der äusseren Lage zu gerathen oder selbst nach aussen scheinbar frei vorzuragen (Fig. 10 u. 11).

Während sich dann die Larve in einer zur Basalfläche senkrechten Richtung streckt und dadurch Röhrenform annimmt, vermehren sich die Zellen der äusseren Lage und lassen auch zwischen sich eine hyaline helle Substanz erscheinen, wobei die ehemaligen Zellgrenzen undeutlich werden und verschwinden. Die Zahl der Kalknadeln vermehrt sich bedeutend, und es treten reichlich Dreispitzer zwischen den einfachen Umspitzern auf. Am äusseren freien Larvenende bildet sich unter Zurückweichen des inneren Cylinderzellenlagers eine Perforation der äusseren Gewebsschicht, das Osculum, und es treten in der Seitenwand einzelne kleine rundliche Löcher, die pori, auf. Um diese Zeit lassen sich auch an den inneren Cylinderzellen wieder Geisseln erkennen und es tritt deutlich der so charakteristische Kragen hervor. An der Peripherie des quer abgestutzten Osculartfeldes erscheinen symmetrisch angeordnete Vierstrahler, ferner kräftige, theilweise etwas gebogene Stabnadeln, welche parallel longitudinal geordnet einen weit vorstehenden Röhrenkranz bilden. Zuweilen finden sich auch gerade zartere

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Stabnadeln, welche in radiärer Stellung einen quer abstehenden Radkragen formiren. Wenn dann endlich noch in der etwas verdickten Basalpartie der äusseren Gewebslage keulenförmige Nadeln mit einer oder mehreren Reihen seitlicher Widerhaken entstanden sind, hat der junge Olynthus alle für die Art charakteristischen Nadeln gebildet, und bedarf nur noch der Ausbauchung seiner zunächst einfach röhrenförmigen Seitenwand in radiäre, zu wirklichen Radialtuben auswachsende und dabei sämmtliche Kragenzellen mitnehmende Divertikel, um im Wesentlichen die typische Organisation der erwachsenen Sycandra raphanus erreicht zu haben.

---

Als das Hauptergebniss meiner Beobachtungen sehe ich die Sicherung der Thatsache an, dass der Körper der Spongien sich ebenso wie derjenige aller übrigen Metazoa aus zwei **differenten Zellenlagen** oder **Keimblättern** anlegt. Dieselben entstehen aus den polar gegenüberstehenden Theilen einer einschichtigen Zellenblase, Blastula, und bilden, indem sich das eine Keimblatt gegen das andere einstülpt und unter Verengerung der Invaginationsöffnung an dessen Innenseite dicht anlegt, eine zweiblättrige sackförmige Larve, eine wahre Gastrula, deren inneres Blatt, Entoderm, zu dem Epithellager wird, welches die ernährenden Binnenräume des fertigen Schwammes auskleidet, deren äusseres Blatt, Ectoderm, wahrscheinlich die ganze übrige Gewebsmasse des Schwammkörpers bildet.

Sehr merkwürdig ist der Umstand, dass hier der zum Entoderm werdende Theil der Blastula aus hellen cylindrischen Geisselzellen, der zum Ectoderm werdende Theil dagegen aus breiten dunkelkörnigen, geisselosen Zellen besteht, während doch bekanntlich bei den meisten übrigen Thiergruppen das Verhältniss ein umgekehrtes ist, nämlich das Entoderm aus grossen dunkelkörnigen Zellen, das Ectoderm dagegen aus kleineren, hellen, cylindrischen, häufig geisseltragenden Zellen hervorgeht. Es folgt hieraus, dass die Figuration der bei der Furchung entstehenden Elemente für ihre Bestimmung als Theile des einen oder des anderen Keimblattes keineswegs so charakteristisch und entscheidend ist, wie man wohl früher glaubte.

Die Frage, ob der Schwammkörper aus zwei oder drei differenten Gewebsschichten besteht, und ob, falls drei vorhanden sind, diese sich auf drei oder zwei besondere Keimblätter zurückführen lassen, wird zwar durch meine neueren Beobachtungen nicht direct und endgültig entschieden; doch sind immerhin einige Anhaltspunkte gewonnen, welche im Folgenden verwerthet werden sollen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Bekanntlich habe ich bei sämmtlichen von mir näher studirten Spongien, und zwar gerade zuerst bei Sycandra raphanus an der ganzen vom Wasser bespülten und nicht etwa vom Kragenzellenlager gedeckten Oberfläche ein aus platten Epithelzellen bestehendes continuirliches, einschichtiges Zellenlager gefunden und dasselbe nach Analogie mit dem oberflächlichen Epithellager der höheren Cölenteraten, speciell der Quallen, bisher einstweilen als secundäres Ectoderm, die darunter gelegene, dem gallertigen Bindegewebe anderer Thiergruppen in der Regel vollständig gleichende skeletbildende Schicht aber vorläufig als Mesoderm bezeichnet; während O. Schmidt, Haeckel und Keller eine solche Trennung dieser beiden äusseren Gewebsschichten nicht gebilligt haben, vielmehr beide zusammen als ein durch Verschmelzung der Zellen entstandenes Syncytium ansehen, welches nur einem einzigen Keimblatte entspricht.

Bei einer Erörterung dieser Verhältnisse sind zunächst folgende beide Fragen auseinander zu halten und gesondert zu besprechen. Erstens handelt es sich darum, ob der ganze Körper der erwachsenen, ausgebildeten Spongien, nach Abzug der aus dem Entoderm hervorgegangenen geisseltragenden Kragenzellen, wirklich nur aus einem Syncytium besteht, d. h. aus einer gemeinsamen Protoplasmamasse, in welcher zerstreute, nakte Kerne vorkommen, oder ob discrete zellige Elemente — sei es in der Weise von Epithelzellen völlig gesondert, sei es eingelagert in einer nicht protoplasmatischen Grundlage, etwa wie die Zellen einer Bindesubstanz (Bindegewebe, Knorpel etc.) in ihrer Grundsubstanz — sich nachweisen lassen. Falls sich wirklich ein solches epithel- oder bindesubstanzartiges Gewebe im ausgebildeten Schwamme finden sollte, wäre zu ermitteln wie die verschiedenen Gewebslagen entstehen, und es wäre speciell die Frage zu entscheiden, ob jede derselben aus einem besonderen Keimblatte abgeleitet oder wenigstens dem Producte eines besonderen Keimblattes anderer Thiere morphologisch verglichen werden kann oder nicht.

Dass in der That ein einschichtiges Lager platter epithelialer Zellen an der ganzen vom Wasser bespülten Oberfläche der skeletführenden Schicht, soweit sie nicht von Kragenzellen eingenommen ist, vorkommt, kann jetzt wohl nicht mehr ernstlich in Zweifel gezogen werden. Nachdem ich dasselbe zuerst bei Sycandra raphanus sicher nachgewiesen (Nr. 8), hat Metschnikoff es an einem Kieselschwamme (Reniera aquaeductus) und an einer Halisarcaspecies erkannt (Nr. 11). Weiter habe ich es bei Chondrosia, Chondrilla, bei Aplysilla und Aplysina und, wie ich hier mittheilen will, bei vielen andern Horn- und Kieselschwämmen sowie auch bei Asconen deutlich gesehen. Bei Halisarca lobularis tritt

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


es sogar in Form eines Geisselepithels auf (diese Zeitschr. Bd. XXVIII, p. 1), und kann auf das Leichteste schon am lebenden Schwamme wahrgenommen werden.

Weshalb Keller (Nr. 16), nachdem er sich von dem Vorhandensein eines unzweifelhaften Oberflächenepithels bei Halisarca überzeugt hat, die charakteristischen Silberlinien, welche an der Oberfläche der übrigen Spongien leicht zu erhalten sind, und mit ihren Maschen durch Tinction deutlich hervortretende Kerne umschliessen, nicht auch dort auf ein Plattenzellenlager beziehen will, ist mir nicht recht verständlich. Denn dass hie und da, wie z. B. nach Kölliker's Mittheilungen bei Cacospongia sich eine Cuticula an der Oberfläche zeigen kann, möchte wohl eher für als gegen eine Grenzzellenschicht sprechen, da doch sonst cuticulare Grenzsäume in der Regel von einer Epithelschicht producirt zu werden pflegen.

Es wird daher das Vorkommen eines äusseren Plattenepithelgrenzlagers in die allgemeine Charakteristik des Spongienkörpers aufgenommen werden müssen, selbst wenn es nicht überall deutlich nachweisbar sein sollte.

Ebenso zweifellos erscheint mir die Entscheidung über die Constitution der von jenem epithelialen Grenzzellenlager gedeckten Gewebsschicht, welche bei den mit Skelet versehenen Schwämmen die festen Kalk-, Kiesel- oder Spongiolinbildungen erzeugt, und deshalb kurzweg als skeletbildende Schicht bezeichnet wird. Hier handelt es sich darum, festzustellen, ob jene hyaline Substanz, welche sich zwischen den überall deutlich erkennbaren Zellen (Kernen mit Protoplasmahof) in grösserer oder geringerer Menge befindet, eine verschmolzene Protoplasmamasse, ein Syncytium, oder, wie Metschnikoff und ich behauptet haben, eine nichtprotoplasmatische Zwischen- oder Grundsubstanz darstellt. Wenn ich mich in meinen bisherigen Publicationen mit Entschiedenheit für die letztere Auffassung ausgesprochen habe, so ward ich dazu durch folgende Gründe bestimmt.

Bei den von mir histiologisch näher studirten Spongien finden sich in einer bald ganz hyalinen bald von Körnchen oder Fasern reich durchsetzten Grundlage, deren Consistenz vom Gallertigen (Halisarca) bis zur Knorpelhärte (Corticium) wechseln kann, zahlreiche unregelmässig sternförmige, mit langen verästelten Ausläufern versehene, und häufig deutlich anastomosirende Gebilde, in deren körnigem Körper ein bläschenförmiger Kern leicht nachweisbar ist. Diese Zellen, welche sich scharf gegen die hellere Grundmasse absetzen, gleichen so vollständig den bekannten Bindegewebskörperchen des gallertigen Bindegewebes anderer Thiertypen, dass ich an ihrer principiellen Uebereinstimmung mit den-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


selben zu zweifeln keinen Grund sehe. Bei einigen Arten, wie z. B. bei Aplysilla sulfurea (diese Zeitschrift Bd. XXX, Taf. XXIII, Fig. 22) lassen sich ferner neben den fixen sternförmigen auch ganz unregelmässig gestaltete Zellen erkennen, welche mit pseudopodienartigen, höchst veränderlichen, hyalinen Fortsätzen in der hellen, weit schwächer lichtbrechenden Grundlage herumkriechen. Es stimmt also weder die physikalische noch auch, wie schon Metschnikoff (Nr. 11) gezeigt hat, die chemische Qualität dieser Grundmasse mit derjenigen eines wahren contractilen Protoplasmas überein, und fliesst dementsprechend auch nicht mit dem letzteren zusammen. Hieraus schliesse ich, dass es eben kein Protoplasma ist, sondern eine zwischen den zelligen Elementen befindliche Substanz von einer bei den verschiedenen Spongien gewiss sehr verschiedenen Qualität, welche der Grundsubstanz der sogenannten Bindesubstanzen (Bindegewebe, Knorpel etc.) gleicht und auch so bezeichnet werden muss.

Eine andere Frage ist es, wie diese vom echten Zellenprotoplasma differente Grundsubstanz entstanden ist. Ob eine Einwanderung von Zellen in eine ursprünglich structurlose, flüssige oder gallertige Secretmasse stattfand, wie sie z. B. bei manchen Medusen vorkommt und bei der Entwicklung der Echinodermen von Hensen, Selenka u. A. beobachtet ist, oder ob die Grundsubstanz durch Umwandlung von echtem Zellenprotoplasma entstand. Bekanntlich wird diese letztere Vorstellung von der Entstehung der Grundsubstanz, welche zuerst von M. Schultze präcis gefasst wurde, auch jetzt noch von manchen Forschern für die Bindesubstanzen höherer Thiere festgehalten. So soll z. B. die Grundsubstanz des hyalinen Knorpels dadurch entstehen, dass die anfänglich als hüllenlos zu denkenden Zellen mit ihren Protoplasmaleibern unmittelbar aneinanderstossen; dass dann die Randschicht der Zellen sich direct in eine Membran oder Rinde vom Wesen der hyalinen Knorpelgrundsubstanz umwandelt; und dass endlich, während diese ersten Zellmembranen mit einander verschmelzen, an ihrer Innenfläche neue Schichten gleicher Art abgelagert werden, und so fort.

Eine solche Umwandlung des Zellenprotoplasmas in nichtprotoplasmatische Grundsubstanz könnte natürlich auch nach vorgängigem Verschmelzen der Protoplasmaränder der benachbarten Zellen auf den Grenzterritorien erfolgen, wobei dasselbe Endresultat erzielt wird.

Für die Spongien lässt sich nun aus den bisherigen Beobachtungen weder für den einen noch für den anderen Bildungsmodus der Grundsubstanz eine sichere Begründung entnehmen. Denn jene hyaline Zwischenschicht, welche sich bald nach dem Festsetzen der Sycandralarve zwischen der äusseren und der inneren Zellenlage erkennen lässt, und

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



später den ersten Spiculis als Entstehungsort dient, kann ebensowohl eine ausgeschiedene Secretmasse sein, in welche erst später Zellen einwandern, als sie durch Zusammenfliessen des hyalinen Protoplasmas der Ectodermzellen mit nachträglicher Umwandlung desselben zu einer andersartigen Grundsubstanz entstanden sein kann. Aber auch im letzteren Falle würde es sich nur um die Entstehung einer Bindesubstanz aus einem Syncytium, nicht aber um die Anlage eines dauernden Syncytiums handeln. Jedenfalls lässt sich das aus der directen Beobachtung erschliessen, dass die an der äusseren Oberfläche sich ausbreitenden epithelialen Plattenzellen aus Zellen des äusseren Keimblattes, des Ectoderms hervorgehen. Dass dasselbe auch von den Zellen der unterliegenden Bindesubstanz gilt, ist mir zwar höchst wahrscheinlich, lässt sich aber einstweilen nicht mit aller wünschenswerthen Sicherheit behaupten, da möglicher Weise auch Zellen von dem inneren Keimblatte eingewandert sein können.

Wenn ich sonach die skeletbildende Gewebsschicht beim erwachsenen Schwamm, also im ausgebildeten Zustande, den Bindesubstanzen zurechne und ihr dementsprechend eine Grundsubstanz vindicire, welche zwar möglicher Weise aus einer verschmolzenen Protoplasmamasse entstanden sein kann, aber jedenfalls selbst kein Protoplasma ist, so gebe ich andererseits gern zu, dass unter Umständen an gewissen Stellen, z. B. da, wo sich neues Gewebe anbildet — etwa an der Oberfläche eines wachsenden Schwammes — ein im Entwicklungszustande befindliches Gewebe anzutreffen sein mag, welches dort mit Recht den Namen eines Syncytiums verdient. Nur das möchte ich wiederholt hervorheben, dass das ausgebildete Gewebe der skeletbildenden Schicht der Spongien nicht ein Syncytium, sondern eine Bindesubstanz mit discreten, in einer nichtprotoplasmatischen Grundsubstanz gelegenen Zellen darstellt. Man betrachte nur, um sich davon zu überzeugen, einen feinen Schnitt von der Basalpartie eines lebenden oder gut conservirten Corticium. Hier ist die Grundsubstanz geradezu knorpelhart, also sicher kein bewegliches contractiles Protoplasma; und die Zellen liegen gerade ebenso in glattwandigen, theils rundlichen, theils mit röhrenförmigen Fortsätzen versehenen Höhlungen dieser festen Grundsubstanz wie beim hyalinen Knorpel.

Soll nun diese so beschaffene Gewebsschicht, in welcher die Skelettheile entstehen, die Genitalzellen sich ausbilden und stellenweise sogar contractile Faserzellen zu finden sind, Mesoderm, und ihre äussere Plattenepitheldecke Ectoderm genannt werden oder nicht?

Es hängt dies meiner Ansicht nach davon ab, ob man den Ausdruck Mesoderm nur in dem Falle anwenden will, wenn sich eine nach beiden

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Seiten abgegrenzte Zellenlage schon früh, d. h. vor der Entwicklung der Gewebe und Organe, also gleichsam schon am Keime als ein besonderes Keimblatt anlegt, oder ob man auch dann von einem Mesoderm sprechen will, wenn eine Sonderung einer mittleren differenten Gewebsschicht von dem äusseren oder inneren epithelialen Lager erst später und ohne die Ausbildung eines eigentlichen Keimblattes erfolgt. Beispiele für den letzteren Fall haben wir auch ausserhalb der Spongiengruppe, unter den Cölenteraten z. B. bei den Medusen, wo zwischen den beiden primären Keimblättern, dem Ectoderm und Entoderm, zunächst nur eine ganz structurlose Gallerte ausgeschieden wird. Wenn später in diese Gallertmasse Zellen einwandern, so ist dadurch eine sowohl von dem äusseren Grenzzellenlager als auch von dem inneren Epithel des Gastrovasculärsystems differente Bindegewebslage entstanden. Dieselbe wird nun in der That von einigen Forschern Mesoderm genannt, während andere ihr diese Bezeichnung nicht zugestehen wollen.

Wenn man sich an die ursprüngliche und wörtliche Bedeutung des Ausdruckes »Keimblatt« hält und darunter eine schon im Keime angelegte besondere Zellenlage versteht, so kommen allerdings den Spongien sicher nur zwei Keimblätter Ectoderm und Entoderm zu; denn die fragliche beim ausgebildeten Schwamme zu findende Bindegewebslage tritt jedenfalls nicht als ein besonderes Keimblatt in dem erwähnten Sinne auf.

Hiernach scheint es mir gerathen, wenigstens den Ausdruck »mittleres Keimblatt« einstweilen nicht auf die skeletbildende Bindesubstanzschicht der Spongien anzuwenden und die Spongien mit Bezug auf die Keimblattlehre künftig nicht dreiblättrige, sondern zweiblättrige Thiere zu nennen. Dagegen erlaube ich mir für diesen und verwandte Fälle die Anzahl der differenten Gewebsschichten mit dem Ausdruck »schichtig« anzugeben. Die Spongien sind also zweiblättrige aber dreischichtige Thiere.

Um die wichtige Frage zu entscheiden, wie sich diese Schichten zu den secundären Keimblättern der höheren Thiere verhalten, ob sie vielleicht phylogenetisch als Vorläufer der letzteren anzusehen sind, scheinen mir einstweilen unsere Kenntnisse noch nicht auszureichen.

Graz, am 19. Juni 1878.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


## Erklärung der Abbildungen.

### Tafel XVIII u. XIX.

Sämmtliche Figuren der Tafeln sind bei circa 600facher Vergrösserung gezeichnet und stellen Entwicklungsstadien von Sycandra raphanus dar.

Fig. 1. Flimmerlarve, deren Furchungshöhle birnförmig aufgetrieben und besonders in der Körnerzellenhälfte stark erweitert ist. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 2. Abnormer Zustand einer Flimmerlarve, bei welchem die Körnerzellen in die Furchungshöhle invaginirt erscheinen. Nach einem Osmiumsäure-Picrocarmin-Präparat.

Fig. 3. Normal weiter entwickelte Flimmerlarve mit abgeflachten Polen und geringer Verbreiterung im Aequator. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 4. Larve, deren Geisselzellenlager sich soweit in die Furchungshöhle eingezogen hat, dass ihre Aussenfläche plan erscheint. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 5. Larve, deren Geisselzellenlager sich vollständig in das umgreifende Körnerzellenlager eingestülpt hat. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 6. Ansicht einer invaginirten Larve von der bereits verengten Einstülpungsöffnung. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 7. Ansicht einer Larve, welche sich eben festgesetzt hat, von der Basalfläche. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 8. Seitenansicht einer soeben mit der Basalfläche fixirten Larve. Nach einem Osmiumsäure-Picrocarmin-Präparat.

Fig. 9. Optischer Querschnitt einer eben fixirten Larve. Ansicht von der Basis. Nach einem Osmiumsäure-Picrocarmin-Präparat.

Fig. 10. Fixirte Larve in der Ansicht von oben. In der hellen Zwischenschicht haben sich die ersten Kalknadeln gebildet. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 11. Etwas ältere fixirte Larve in der Ansicht von oben. Die Kalknadeln sind zahlreicher und länger als bei der in Fig. 10 dargestellten Larve. Nach dem Leben gezeichnet.

Fig. 12. Ausgebildeter junger Olynthus in der Ansicht von oben. Oscularfeld mit der etwas excentrischen Oscularöffnung. Nach einem Osmiumsäure-Picrocarmin-Präparat.

Fig. 13. Seitenansicht eines ausgebildeten Olynthus. Nach einem Osmiumsäure-Picrocarmin-Präparat.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at


Fig. 1.

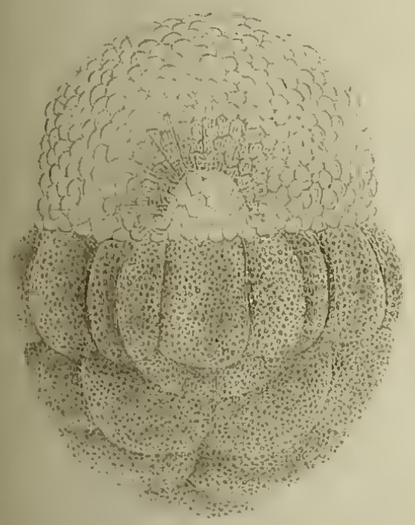


Fig. 2.

Fig. 3.

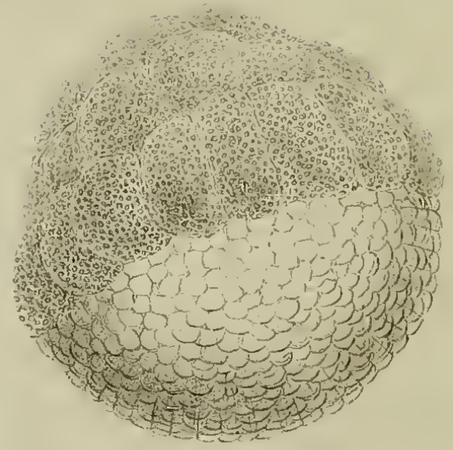


Fig. 4.

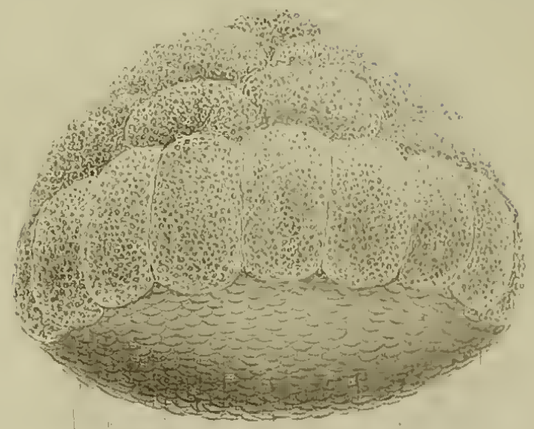


Fig. 5.

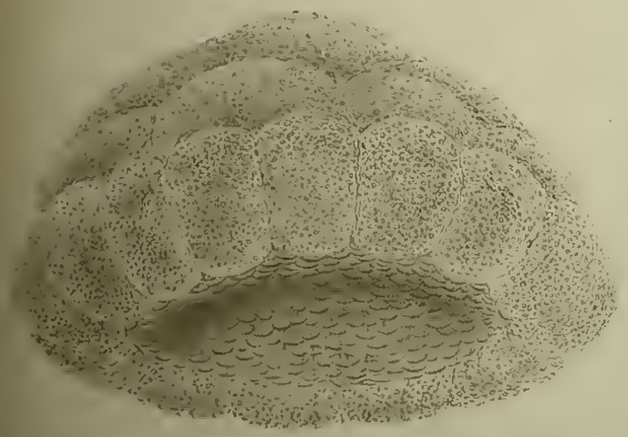


Fig. 6.

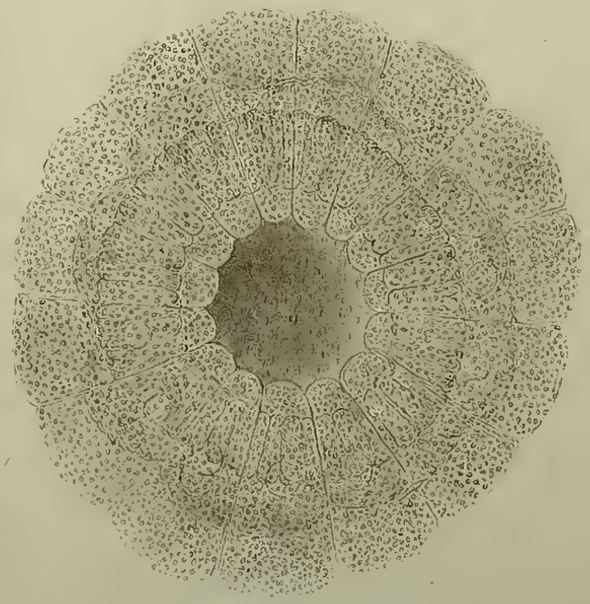


Fig. 7.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at



Fig. 8

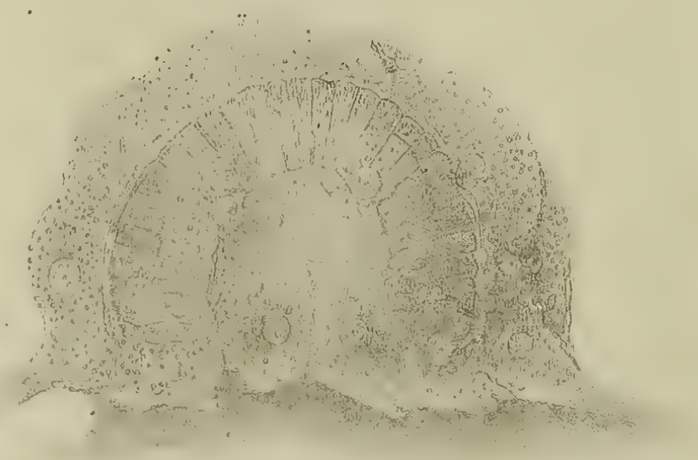


Fig. 9.

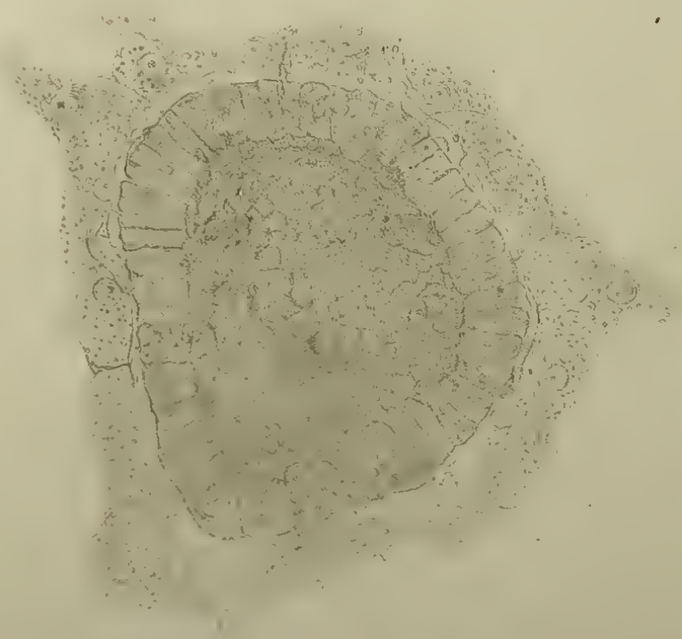


Fig. 10.

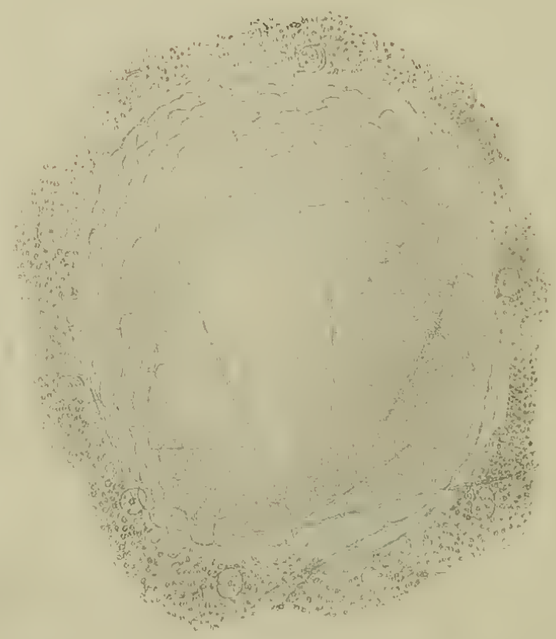


Fig. 11.

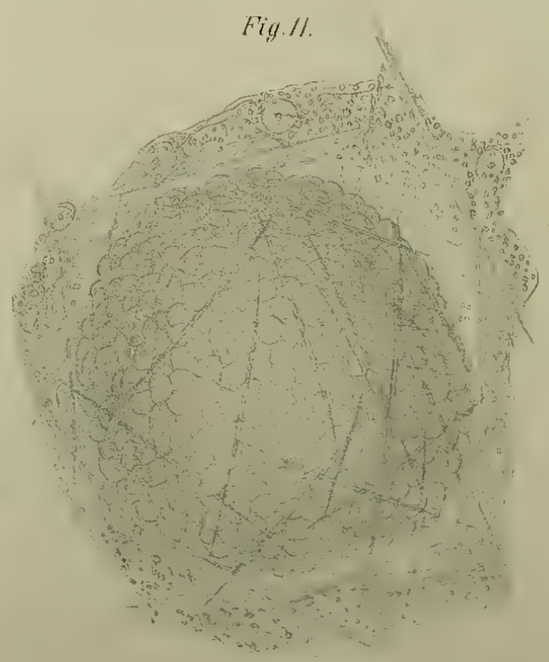


Fig. 12.

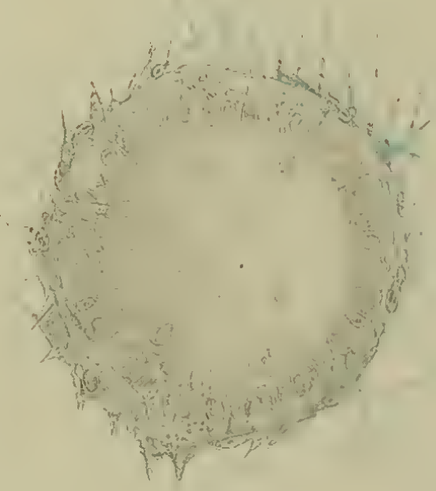
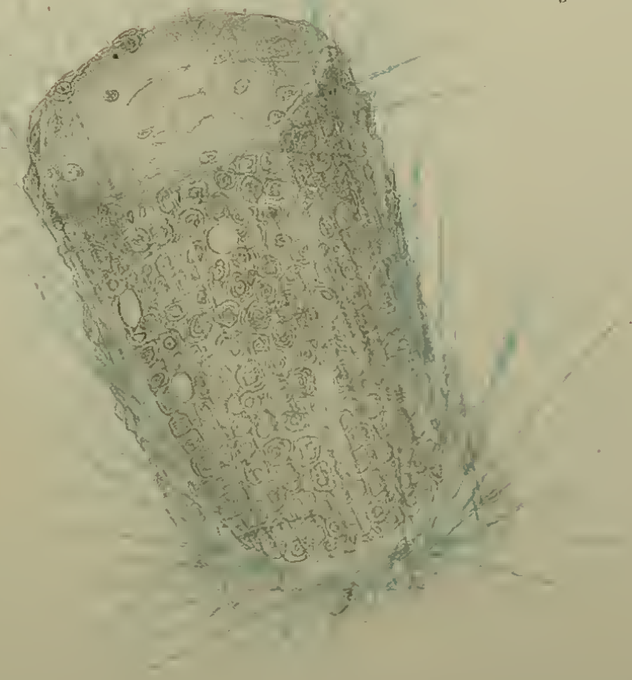


Fig. 13.



Verlag v. Wilh. Engelmann, Leipzig

Lith. Anst. v. J. Bach, Leipzig

# ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Zeitschrift für wissenschaftliche Zoologie

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: 31

Autor(en)/Author(s): Schulze Franz Eilhard

Artikel/Article: Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. 262-295