

Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien.



Durch HAECKEL's Monographie der Kalkschwämme schien wenigstens für diese Abtheilung die Frage über die Entwicklung und die daraus zu erschliessende verwandtschaftliche Stellung gelöst. HAECKEL beschrieb das seitdem so oft genannte und theoretisch verwerthete Gastrula-Stadium. Obwohl ich, wie LIEBERKÜHN, vor Jahren einige mit HAECKEL's Beobachtungen in Widerspruch stehende Larven von Sycandra gesehen, konnte ich doch kein Bedenken haben, mich den neuen von HAECKEL gewonnenen Anschauungen vollständig anzuschliessen. Die Sachlage wurde jedoch eine andere, als METSCHNIKOFF (Diese Zeitschr. Bd. XXIV) seine Beobachtungen »zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme« veröffentlichte, worin HAECKEL auf das Heftigste angegriffen wird, und METSCHNIKOFF erklärt, dass seine Beobachtungen sich eng an meine eigenen, aber, weil lückenhaft, aufgegebenen Wahrnehmungen anschliessen. Ich war jetzt, so zu sagen, moralisch genöthigt, der Sache selbst auf den Grund zu gehen, wozu sich bei meinem Winteraufenthalte in der zoologischen Station in Neapel die Gelegenheit bot.

Ich bin nun zu der im Folgenden näher zu begründenden und zu helegenden Ueberzeugung gekommen, dass in der That nicht nur bei zwei Arten, deren Entwicklung HAECKEL nicht beobachtet hat, Sycandra raphanus H. und Sycandra glabra H., die Gastrula im HAECKEL'schen Sinne nicht existirt, sondern dass auch die in HAECKEL's Werk beschriebene sogenannte Planogastrula der Ascetta clathrus sich dem Schema der zweischichtigen Gastrula nicht fügt.

HAECKEL lässt seine Gastrula entstehen, indem nach der, auch von METSCHNIKOFF und mir beobachteten totalen Furchung die Zellen sich in

zwei Schichten, das Exoderm und das Entoderm um die Leibeshöhle lagern und die Mundöffnung, das Osculum, durchbricht. HAECKEL schloss weiter, dass die äussere, die Geisselzellenschicht, zur veränderlichen, die Kalknadeln abscheidenden Protoplasmamasse, dem Syncytium, werde, während die innere Zellenlage sich mit Wimpern versehe, um zum Epithel des Canalsystems zu werden.

METSCHNIKOFF, welcher eben so wenig wie HAECKEL und, kann ich gleich hinzufügen, wie ich, den Uebergang der Morula in die Flimmerlarve direct beobachten konnte, hat in Uebereinstimmung mit LIEBERKÜHN und mir, »alle normal entwickelten schwärmenden Syconlarven aus zwei beinahe gleich grossen Abschnitten bestehend gefunden, von denen der eine aus flimmernden Cylinderzellen, der andere aus flimmerlosen Kugelzellen zusammengesetzt erschien. Der erstere bildete eine Art Halbkugel, welche in ihrem Innern eine nicht umfangreiche centrale Höhle enthielt, in deren Umgebung eine grosse Anzahl sehr feiner brauner Pigmentkörner angesammelt war«.

Aus einer späteren Aeusserung METSCHNIKOFF's, nämlich: — »Unter den von HAECKEL beschriebenen und abgebildeten Larven ist diejenige von *Sycyssa Huxleyi* noch am meisten mit den Syconlarven verwandt, obwohl jene sich auffallend durch das Vorhandensein einer Schicht die innere Höhle auskleidenden Kugelzellen unterscheidet« — geht hervor, dass METSCHNIKOFF das Vorhandensein dieser Schicht auf dem von HAECKEL beschriebenen und theoretisch verwendeten Stadium nicht direct bestreitet. Das ist nun eine Inconsequenz, denn wäre diese Schicht wirklich vorhanden, so könnten unmöglich in den von HAECKEL beschriebenen Fällen die Dinge so verlaufen, wie METSCHNIKOFF für die postembryonale Entwicklung der *Sycandra raphanus* angiebt und verallgemeinernd auf alle Kalkspongien ausdehnt. Nach METSCHNIKOFF entsteht auch eine Gastrula, aber nicht primitiv, wie nach HAECKEL, sondern durch Einstülpung der flimmernden Larvenhälfte, worauf die Einstülpungsöffnung sich schliesst, und die nunmehr allein auswendig gebliebenen Kugelzellen zum skeletgebenden Syncytium verschmelzen.

Das erste Ziel meiner Untersuchungen war, mir Klarheit über den Bau einer Flimmerlarve zu verschaffen, also des Stadiums, welches nach HAECKEL in allen Fällen aus zwei, die Leibeshöhle umfassenden Zellschichten bestehen und meist eine Mundöffnung zeigen soll. Ich habe mit einem guten Hartnack untersucht, meist mit Immersionssystem No. 44, unter Anwendung verschiedener Reagentien. Am besten bewährte sich Zusatz von Hyperosmiumsäure zu dem, das Object unter dem Deckglas einschliessenden Wasser. Nach Einwirkung von 40 bis 45 Minuten war wiederholt die Isolirung oder wenigstens ganz scharfe

Markirung der langen Cylinderzellen gelungen. Die Flimmerlarven verschaffte ich mir am häufigsten durch Zerzupfen feiner Schnitte oder auch indem ich sie nach dem natürlichen Ausschwärmen auf den Objectträger brachte. Meine Abbildungen zeigen etwa 600 Vergrößerung. *Sycandra raphanus* ist sehr gemein im Kriegshafen von Neapel. *Sycandra glabra* erhielt ich vom Pausilipp.

Die Structur der Flimmerlarve finde ich in beiden erwähnten Arten völlig übereinstimmend mit METSCHNIKOFF'S Beschreibung. Obwohl die Larven ausserordentlichen Unregelmässigkeiten unterworfen sind, welche jedoch nicht als Monstrositäten aufzufassen sind, kann doch, wie es auch bisher geschehen, eine mittlere Normalform festgehalten werden, in welcher der eine, ungefähr halbe Körpertheil aus langgestreckten, mit je einer Geissel versehenen Cylinderzellen, der andre aus Körnerballen besteht. Eine solche Normallarve zeigt Fig. 4 von *Sycandra glabra* und Fig. 2 (die obere Hälfte im optischen Querschnitt) von *Sycandra raphanus*. METSCHNIKOFF nennt die grossen Körnerballen »Kugeln«, also kuglige Zellen. Es ist mir sehr zweifelhaft, dass diese Massen nur je eine Zelle sein sollten. Jedenfalls sind die Furchungszellen weit kleiner, und es ist sehr wahrscheinlich, dass schon eine Verschmelzung stattgefunden. Sie besitzen keine Membran, wenn man nicht eine Schicht zähen Protoplasmas so nennen will, wodurch innen und aussen gleichmässig die den Inhalt bildenden Bläschen und Körnchen zusammengehalten werden. Bei den Normallarven, wie wir sie genannt, kann man gewöhnlich drei Schichten oder Kränze solcher Körnerballen unterscheiden. Sie zeigen keine Wimperung, der aus ihnen bestehende Theil des Körpers wird beim Schwärmen nachgeschleppt und sinkt beim Stillstand, so wie später beim Festsetzen nach unten. HAECKEL'S Abbildungen, so weit sie mit den unsrigen in Uebereinstimmung zu bringen, lassen mit Unrecht das Gegentheil vermuthen. Eine fernere Eigenschaft der Normallarve ist, dass die Körnerballenhälfte seitlich die andere überragt (Fig. 3). Die aus den Cylinderzellen gebildete vordere Körperhälfte besitzt, wie seit LIEBKÜHN bekannt, eine mit bräunlichem Pigment mehr oder weniger erfüllte und umgebene Höhlung. Letztere wird begrenzt von den etwas zugespitzten oder verschmälerten Enden auffallend langer Cylinderzellen. Auch noch zwischen diese dringt das Pigment. Da nun die Cylinderzellen in den zwei unteren Dritteln (Fig. 40, 44) mit einer körnigen Masse erfüllt sind, während ihr nach aussen gelegener Theil ausser dem Kerne fast nur wasserklares Protoplasma enthält, so erscheint auf dem optischen Durchschnitt die Aussenschicht der Cylinderzellen-Halbkugel hell und wie eine eigene Zone gegen das Innere abgegrenzt. Auch an den frische-

sten Embryonen finde ich den Kragen oder Randtrichter der Zellen, aus dessen Grunde die Geisselzelle entspringt, nicht so tief, wie HAECKEL. Oft ist er, wie in Fig. 41, gar nicht vorhanden, oft nur als eine ganz schwache Einsenkung; Fig. 40 und 42. Dasselbe gilt, wie ich hier einfüge, vom Canalepithel, wo meine stärksten Vergrößerungen mir nur das Bild Fig. 43 geben.

Neben solchen Formen der Flimmerlarven, welche wir normale genannt haben, kommen nun in grosser Anzahl andere, offenbar auch ganz gesunde vor mit höchst abweichender Gruppierung der Geisselzellen und der Körnerballen. So zeigt Fig. 4, welcher sich 6 anschliesst, ein starkes Hervortreten des Geisselzellen-Theiles. In 4 ist wahrscheinlich beim Zerzupfen der polare Theil der Körnerballen abgerissen und damit hat die Larve (vergl. opt. Querschnitt Fig. 5) eine auffallende, aber eben nur täuschende Aehnlichkeit mit HAECKEL's Gastrula bekommen, namentlich wenn man sich auch noch darin täuschen wollte, den inneren Theil der Cylinderzellen für ein Endothel zu nehmen. Ich habe nicht selten solche und ähnliche Bilder gehabt, mich aber immer durch drehen und wenden der Objecte von der fundamentalen Uebereinstimmung mit der Normallarve überzeugt. Ich wähle aus der grossen Anzahl von Varietäten nur drei Beispiele aus, Fig. 7, 8 u. 9. Nummer 7 zeigt bei kugliger Centralhöhle und starker Wucherung des Geisselzellen-Theiles eine fast kegelförmige Verlängerung des anderen Körpertheiles. Die häufigsten Unregelmässigkeiten verbinden sich aber (8, 9) mit einer linearen oder röhrenartigen Ausdehnung der Centralhöhle. Dabei wird die sonst kuglig gewölbte Oberfläche des Geisselzellen-Theiles hier und dort vertieft und es kommen endlich als extreme Fälle Doppelindividuen vor. Es ist hier allerdings auch noch die Möglichkeit offen, dass zwei nahe bei einander liegende Embryone mit einander verwachsen.

Ich habe diese Beobachtungen über den Bau der Flimmerlarven von *Sycandra raphanus* und *glabra* mit peinlicher Sorgfalt wiederholt, da ich, wie oben gesagt, von der Richtigkeit der HAECKEL'schen Mittheilungen überzeugt war, ehe METSCHNIKOFF's Einwürfe mich stutzig machten. HAECKEL beschreibt offenbar dasselbe Stadium. Ich kann nur behaupten, dass unsere beiden Arten keine Gastrulae bilden, und dass damit leider die vermeintliche durchgreifende Wichtigkeit der Gastrula für die Kalkspongien mit allen den so schönen theoretischen Folgerungen nicht mehr existirt.

Weder HAECKEL noch METSCHNIKOFF haben, wie es scheint, Vorstadien der Flimmerlarve von der Morula an gesehen. Auch meine Beobachtungen über diesen Punct sind nur lückenhaft und hellen das Verhältniss der Furchungskugeln zu den Elementen der Flimmerlarve

nicht auf. Ein Embryo, bei welchem die noch nicht mit der Geißel versehenen Cylinderzellen vom Durchschnitt des Körpers zwei Drittel einnehmen und dessen Centralhöhle sich auf einen schmalen, vom Geißelzellen-Pol nach dem Körnerballen-Pol gerichteten Spalt beschränkte, war noch regelmässig kuglig. Sicher hängen die späteren, fast zur Regel werdenden Unregelmässigkeiten von ganz zufälligen Ernährungsverhältnissen der zellenhaften Bestandtheile des Embryo und der Larve ab, ohne dass die weitere individuelle Entwicklung davon merklich beeinflusst wird.

Wie es mit dieser, der postembryonalen oder besser postlarvalen Entwicklung steht, auch darüber ist METSCHNIKOFF entgegengesetzter Meinung wie HAECKEL. Nachdem ich bei meinen Larven das Nichtvorhandensein eines Entoderms erkannt, musste ich meine Aufmerksamkeit darauf richten, ob nicht etwa durch Einwanderung aus der Körnerballenhälfte oder Einstülpung derselben eine der HAECKEL'schen Gastrula dennoch entsprechende Stufe sich bildet. Hatte doch schon die in Fig. 4 abgebildete Larve zu einer solchen Prüfung aufgefordert. Wenn auch Einsenkungen der Körnerballen noch tiefer als in Fig. 6 vorkommen, so sind das Ausnahmen, wobei nie eine wahre Gastrula entsteht, und es handelt sich nun um die Prüfung von METSCHNIKOFF's Behauptung, dass die Halbkugel der Geißelzellen sich einsenke, dass auf diese Weise ein vorübergehender Gastrulazustand gebildet werde, die Oeffnung sich aber wieder schliesse; dass ferner die Körnerballen- oder Kugelschicht zum Syncytium HAECKEL's werde und das Skelet liefere. Meine Beobachtungen und die Versuche, die Larven weiter zu züchten, sind leider unzulänglich, bestätigen aber wesentlich METSCHNIKOFF's Mittheilungen. Ich hatte in die Glasschale, in welcher die durch Zerzupfen des Thieres freigewordenen Flimmerlarven sich befanden, Deckgläschen gelegt. An diese hatten sich am 13. März, 2 Tage nach dem unfreiwilligen Schwärmen, eine Anzahl Larven angesetzt, so dass ich sie also unter dem Mikroskop von hinten betrachten konnte. Wie man schon aus der Stellung und Bewegungsrichtung der schwärmenden Larve folgern musste, so fand es sich, nämlich dass die Anheftung mit dem Pole der Körnerballen geschieht (Fig. 4 a b). Bei der abgebildeten Larve ist diese ganze Körperhälfte noch wenig verändert; in einem anderen Falle war aus den Körnerballen eine wechselnd dicke Schicht körnigen Protoplasmas getreten, welche eine Aussenschicht bildete. Bei einem dritten Individuum liessen sich durch tieferes Einstellen des Objectives die ihrer Geißel nunmehr verlustigen Cylinderzellen erkennen. Von einer Einstülpung dieser Hälfte habe ich mich jedoch nicht überzeugt.

Das sind meine Erfahrungen über zwei Arten aus der am höchsten entwickelten Familie der Sykonen. Wenn HAECKEL die Vermuthung ausspricht, die früheren vereinzelt und mit den seinigen in Widerspruch stehenden Angaben von LIEBERKÜHN und mir würden bei näherer Untersuchung sich in seinem Sinne modificiren, so hat sich diese Hoffnung, welche ich selbst hatte, nicht erfüllt. Es lag mir nun ausserordentlich daran, die Larven derjenigen Art zu sehen, welche HAECKEL als geschlossene Blase mit doppelter Wandung beschreibt, diejenigen von *Ascetta clathrus*. Das ist jener proteusartige Schwamm, den ich zuerst in Sebenico vereinzelt fand, ohne damals und später seinen Zusammenhang mit *Nardoa* zu ahnen, bis HAECKEL die Sache ins Reine brachte. Er wies nach, dass die *Ascetta clathrus* zu nennende Form Schwärm-larven hervorbringt, welche in der Leibeshöhle in eignen Fächern liegen, und dass dieselben bis zum Austritt auf der Planula-Form verharren. Exoderm und Entoderm sollen sich genau so, wie bei den offenen eigentlichen Gastrulae verhalten.

Ich fand die *Ascetta clathrus* schon im November in den vom Meere durchströmten Canälen und Gewölben von Nisita, in der Fortpflanzung begriffene Exemplare aber erst in der zweiten Hälfte des März. Ich will zuerst angeben, wie die reifen Flimmerlarven, auf welche allein sich HAECKEL bezieht, beschaffen sind. Sie sind entweder kuglig, oder ellipsoidisch oder eiförmig, Durchmesser 0,14 bis 0,2 Mm. Die Oberfläche ist durch flache Buckel und Buchtungen oft unregelmässig. Ihre intensiv grüne Färbung (nicht gelbe) wird durch eine Schicht grüner Pigmentkörnchen hervorgebracht, welche durch das Medium eines Protoplasma der eigentlichen Exoderm-Zellenschicht dicht auflagert, jedenfalls ein Product derselben ist und von derselben als eine Art Cuticularschicht unterschieden werden kann. Die Pigmentkörner messen 0,0005 bis 0,004 Mm. Bei Berührung mit Essigsäure entfärben sie sich fast augenblicklich und man sieht alsdann überhaupt nur noch die eine und einzige die Körperwandung bildende Zellenschicht. Das sind die wohlbekanntenen Geisselzellen, nicht ganz 0,002 Mm. breit und 0,04 Mm. lang. Es ist mir sehr leicht geworden an zerzupften oder mit dem Deckglas zum Platzen gebrachten Larven Bilder wie Fig. 46 zu erhalten, welche die Wand von aussen, von innen und auf der Kante zeigen. Da über die Identität der von mir und von HAECKEL untersuchten Art nicht der geringste Zweifel aufkommen kann, so ist mir unsere Differenz hinsichtlich des Befundes unbegreiflich, falls nicht etwa HAECKEL durch Ver- kennung eines eigenthümlichen Zellenhaufens im Innern der Larve zur Annahme seiner Entodermischieht verführt worden ist.

Drückt man die frischen, in Seewasser unter dem Mikroskop be-

findlichen Larven allmähig bis zum Zerreißen, so überzeugt man sich schon jetzt, dass der Körper hohl, von einer Flüssigkeit erfüllt ist bis auf eine Stelle, bei den ellipsoidischen Larven eine der Spitzen. Hier, wohl unmittelbar an der Geisselzellen-Schicht haftend, liegt ein Haufen (nicht eine Lage) von 60 bis 70 Zellen von 0,004 bis 0,005 Mm. Durchmesser. Mitunter gelingt es, diesen Haufen aus der Rissöffnung herauszudrücken. Ich habe ferner diese Zellen nach Zusatz von Essigsäure in situ und ausserhalb der Larve untersucht und endlich durch sehr gelungene gefärbte Schnittpräparate, welche mein College Herr Prof. SELENKA mir gütigst anfertigte, das zehnte und zwanzigmal bestätigt, was mich die mühevollen Beobachtung an den frischen Präparaten schon gelehrt hatte. Fig. 17 zeigt den Umriss eines Schnittes. Die Leibeshöhle (*g*) ist unregelmässig zusammengefallen, ihre Wandung besteht aus einer Schicht, derjenigen der Geisselzellen. In dem einen Ende der Höhle sehen wir die Schnittschicht aus dem Zellenhaufen. Es ist klar, dass, wenn der Schnitt senkrecht zu dem vorliegenden durch das Ende mit dem Zellenballen gegangen wäre, wir etwas wie eine Entodermis erhalten hätten. Man kann solche Präparate unter unseren Schnitten sehen.

Wenn man, ausser den frischen Larven, zwanzig und fünfzig solcher Schnitte durchmustert und immer und immer die eintönige Variation desselben Bildes bekommt, allenfalls mit der Modification, dass einmal eine der Ballenzellen durch die Schnittmanipulation von den übrigen getrennt worden, so muss man sich, wie ich, überzeugen, dass ein Entoderm nicht da, und dass man auch die Flimmerlarve der *Ascetta clathrus* weder *Gastrula* noch *Planogastrula* nennen darf.

Es ist mir auch eine dem Flimmer-Stadium vorausgehende Stufe bekannt geworden, welche lediglich das Vorige bestätigt. Der Embryo (Fig. 45, Riss, durch Druck hervorgebracht) besteht aus rundlichen oder ellipsoidischen Zellen von 0,016 bis 0,02 Mm. Diese Zellen enthalten ausser ungefärbten Körnchen auch die grünen Körnchen, welche später eine, wie wir annehmen mussten, selbstständige natürlich von den Geisseln durchbohrte Oberflächenschicht bildeten. Auch schon hier, in unserer Abbildung in dem spitzen Pole, ist der Zellenhaufen vorhanden, die einzelnen Zellen von 0,0064 bis 0,008 Mm. Durchmesser, nachdem sie bei Essigsäurezusatz gequollen sind.

Ob aus unserem Zellenhaufen noch ein Entoderm werden könne, ist eine Frage, die ich unbeantwortet lassen muss. So viel steht aber schon jetzt fest, dass, wenn schon HAECKEL's *Gastrula*-Schema auf *Ascetta clathrus* eben so wenig passt, als auf unsere beiden *Sykonen*, auch die postembryonale Entwicklung aller Wahrscheinlichkeit nicht hier dieselbe

wie bei den Sykonen sein kann. Ein Aequivalent des inneren Zellenhaufens der *Ascetta* findet sich bei Sykon nicht; *Ascetta* wiederum hat nichts, was an die geissellose Körperhälfte der Sykonen erinnert. So wenigstens hat es bis jetzt den Anschein. Möge es bald einem Anderen vergönnt sein, hier neue und erfolgreiche Untersuchungen anzuknüpfen und zu harmonischem Ende zu führen.

Dies ist um so erwünschter, als unsere bisherigen Kenntnisse von der Entwicklung der Kiesel- und Hornschwämme noch äussert lückenhaft und keineswegs im Einklang mit dem Wenigen sind, was wir von den Kalkschwämmen wissen. Ich habe in Neapel die Larven einer *Reniera*, einer *Esperia* und einer *Amorphina* beobachtet. Die ersten beiden Arten erhielt ich aus dem Kriegshafen, wo sie in grossen Mengen an den länger dort liegenden Schiffen mit vielem anderen Gethier wuchern. Sie sind so characterlos, dass ich unmöglich die Arten bestimmen oder machen kann. Die *Amorphina* hängt nach Form und Verhalten mit *Am. bibula* zusammen und findet sich als schneeweisse Incrustation oder verästelt im Aquarium. Bei keinem dieser Schwämme habe ich etwas gesehen, was als Spermatozoen gedeutet werden könnte, so dass ich über diesen Punct, die geschlechtliche Fortpflanzung, wieder ganz schwankend geworden bin, und das umsomehr, als auch die Ausbildung der Eizelle, sagen wir lieber Fortpflanzungszelle zur Flimmerlarve diesen Zweifel nur bestärkt. Man findet bei der *Esperia* neben den jüngsten Embryonen von 0,042 Mm. jene Zellen von 0,008 Mm., welche als Eizellen angesprochen werden. Ihr Durchmesser ist etwa 4 mal grösser als derjenige der Zellen der Wimperkörbe. Ich selbst habe ehemals die jungen Embryonen mit gefurchten Eiern verglichen, allein von einem deutlichen Furchungsprocess kann man doch nicht reden. Man sieht die ganze Stufenfolge der Embryone in den von besonderen Membranen umschlossenen Kapseln neben und hinter einander liegen. Schon auf den jüngsten, sich an die Zelle anschliessenden Stadien geht die wahre Zellennatur verloren. Die Embryone bestehen aus scharf contourirten Körnern von 0,004 Mm., welche entweder in eine ganz klare oder in eine dunklere viscöse Masse eingebettet und von einer festen Membran umgeben sind. Diese Membran erscheint gewöhnlich structurlos, ich habe jedoch bei *Esperia* ganz deutliche Kerne in denselben beobachtet. Man könnte meinen, die helleren Kugeln seien etwas anderes, als die scheinbar homogen dunkel feinkörnigen. Allein da, wie eben erwähnt, der Unterschied nur in der bindenden Zwischenmasse, nicht in den Körnern besteht, der Unterschied sich auch später ausgleicht, so ist er wohl unwesentlich. Erst später ballen sich diese Körner, an denen man die Merkmale von Furchungszellen vergeblich

sucht, zu grösseren Portionen, welche man als Dotterballen oder Dotterzellen ansprechen könnte.

Der heranwachsende Embryo unserer *Esperia* färbt sich gelbroth, und es beginnt im Innern die Nadelbildung, ehe die Aussenschicht zu einem Geisselepithel geworden. Auf keiner Stufe vor dem Schwärmen oder während des Schwärmens ist eine Leibeshöhle vorhanden. So deutlich man sich mit Reagentien das Ectoderm während des Schwärmstadiums zur Anschauung bringen kann, so ist ein Entoderm nie vorhanden, wenn man nicht das gesammte unter dem Geisselepithel liegende und eine Masse bildende Material so nennen will. Sobald die Bildung der Kieseltheile, und zwar deutlich in und aus wahren Zellen, begonnen, bedeckt sich der Embryo, immer in seiner Kapsel liegend, mit Cilien. Dies Stadium der über und über flimmernden Kugel geht aber rasch vorüber, die Larve streckt sich etwas, der eine Pol wird, indem er das Pigment verliert und die Cilien einzieht, weisslich und durchsichtig und die Kiesekörper, die Nadeln nach der Polspitze gerichtet und sie zum Theil durchbohrend, häufen sich hier an. So schwärmt die Larve aus (Fig. 48), den flimmernden Theil nach vorn gewendet. Wie man sieht ist der flimmernde Theil scharf von dem nackten abgesetzt, auch geht der Flimmerbesatz bei allmähigem vorsichtigen Druck in Streifen und Netze auseinander, an welchen auch das Pigment haftet, und zwischen denen die helle Zellenmasse, als deren Fortsetzung der entblösste Hintertheil erscheint, hervortritt. Das Pigment besteht bei dieser *Esperia* aus unmessbar feinen Körnchen. Die Zellen, welche die Cilien tragen, sind sehr schwer zu sehen, und geht man von dieser *Esperia* aus, so kann man leicht zu der Ansicht kommen, es gehe überhaupt das ganze Epithel oder Exoderm verloren, wie METSCHNIKOFF will. Wir werden hierauf zurückkommen.

Auf einem späteren Stadium (Fig. 49) finden wir die Larve, zur Seite liegend, festgesetzt, aber noch mit einem Wimpergürtel versehen. Die Erwartung, dass der eine oder der andere Pol der so schön regelmässig geformten Larve sich einbuchten und das definitive Osculum zeigen werde, ist getäuscht. METSCHNIKOFF, welcher eine *Esperia* in der Entwicklung verfolgte, sagt: »Die äussere Epithelialschicht geht allmähig verloren, so dass eine zeitlang der junge Schwamm aus einem unregelmässigen Haufen Parenchymzellen zusammengesetzt erscheint. Erst später treten die sogenannten Wimperkörbe auf in Form geschlossener Kugeln, welche untereinander noch in keinem Zusammenhange stehen«.

Wir haben das Entstehen der Wimperkörbe nicht hier, aber an einer *Reniera* beobachtet (s. u.).

Etwas vollständigere und weiter führende Beobachtungen habe ich

an *Amorphina* gemacht. Es gelang zwar nicht, die Larven in den Behältern des Aquariums zum Ansetzen auf die ausgehängten Objectträger zu bringen, sie hielten sich aber vom 26. bis 28. Januar in Glasgefässen, wo sie auch in den sesshaften Zustand übergingen. Die voll ausgebildete, mit blossem Auge sichtbare Flimmerlarve verspricht viel (Fig. 20). Sie hat, ausgestreckt schwimmend, fast das Aussehen einer Lanzenspitze, ist auch auf dem Querschnitt nicht drehrund, sondern fast zweiseitig flach mit abgerundeten Seitenkanten. Sie ist total bewimpert, kann sich aber ansetzen, indem sie das Hinterende etwas einzieht und als Saugnapf gebraucht. Der Umkreis dieses temporären Saugnapfes ist dabei kranzartig aufgewulstet. Nadeln finden sich vorzugsweise in der mittleren Körperzone und in axialer Richtung. Der Körper ist sehr contractil und veränderlich. Die oberste Schicht ist ein Geisselepithel, dessen Zellen sich durch Hyperosmiumsäure sehr schön isoliren lassen (Fig. 21). Sie messen 0,009 Mm., sind zum grössten Theil hyalin und im hinteren Drittel mit bräunlichen Körnchen gefüllt. Diese und nicht die feinen Körnchen, welche, wie bei *Esperia*, eine äusserst dünne Lage an der Basis der Cilien bilden, geben der Larve die bräunliche Färbung. Unter diesem Exoderm liegt eine Schicht contractiler, spindelförmiger und quergelagerter Zellen. Man kann die Formveränderungen dieser sich ineinander keilenden Zellen bei den Contractionen beobachten. Sie dürften auch bei den Larven der anderen Gattungen vorhanden sein. Der übrige Körper ist von den skeletbildenden Parenchymzellen erfüllt.

Nach drei Tagen ging mit einigen Larven dieselbe Veränderung vor sich, welche wir ausgeprägter bei *Reniera* finden werden. Die Wimpern des Hinterendes stellen allmählig ihre Thätigkeit ein, krümmen sich und schrumpfen. Dabei stellt sich heraus, dass die Geisseln tragenden Zellen zwar ihre Form etwas verändern, indem sie sich etwas verkürzen, dass sie aber nicht sich abstossen. Sollte wirklich, wie es den Anschein hat, bei *Esperia*, die ganze Exodermschicht, von hinten anfangend, abfallen, so gilt dies doch weder von *Amorphina*, d. h. unserer Art, noch von *Reniera*. Die Larve setzt sich, auf der Seite liegend, an. Unmittelbar nach diesem Act (Fig. 22. Geringere Vergrösserung) sehen wir die Nadeln noch im Innern, und es hat noch keine Verschmelzung der peripherischen Zellschicht stattgefunden. Auf einer nächsten Stufe (Fig. 23) sehen wir eine protoplasmatische Aussenschicht, ein Syncytium, das nur aus einer Verschmelzung jener Exodermzellen hervorgegangen sein kann, und in welche ein grosser Theil der Nadeln aus dem Innern dislocirt ist.

Auch bei *Reniera*, von der ich eine lilafarbige Art aus dem Kriegshafen und eine weissliche aus dem Aquarium untersucht, sind die Em-

bryone auf den jüngeren Stadien kuglig. Anfangs farblos, nehmen sie dann eine gelbliche Färbung an, und es beginnt die Nadelbildung, wenn der Embryo noch gleichförmig gelblich aussieht. Das dauert jedoch nur ganz kurze Zeit, indem das Pigment sich an dem einen Pole ansammelt, womit der übrige Körper heller und durchscheinend wird. Mit dieser Veränderung geht die Kugelform in die Eiform über. Wenn der Embryo austritt, wobei ich sicher beobachtet zu haben glaube, dass er eine eigne, kernhaltige Eihaut zu durchbrechen hat, ist der hellere sowohl wie der pigmentirte Körpertheil gleichmässig bewimpert. Gleich darauf vermindert sich die Lebhaftigkeit der Bewegungen der Geisseln am pigmentirten Abschnitt (Fig. 24); die Cilien scheinen theils abzufallen, theils zurückgezogen zu werden, jedenfalls schwinden sie, aber durchaus nicht die Zellenlage, zu der sie gehören. Ich habe die aus dem Kriegshafen stammenden Flimmerlarven nicht weiter als bis zu diesem Stadium gebracht, aber von der Reniera des Aquarium die allerjüngsten Stadien unmittelbar nach dem Ansetzen beobachtet (Fig. 25, 26). Der junge Schwamm (24) besteht aussen aus dem Syncytium, in welches, wie bei *Amorphina* die Nadeln zum Theil eingedrungen sind, und welches die veränderlichen Poren zeigt. Im Innern lagern Körner, Zellen und isolirte Wimperkörbe. Eine Leibeshöhle ist noch nicht vorhanden. Diese zeigt aber ein etwas weiter vorgeschrittenes Individuum (Fig. 26) zugleich mit einem weiten unregelmässigen Osculum.

Unsere Beobachtungen passen sehr schlecht zu METSCHNIKOFF'S Vergleichen. Er sagt: »Die Schlussfolgerung, zu der ich gekommen, besteht darin, dass das Syncytium der skeletbildenden Schicht der Echinodermen und der Coelenteraten entspricht, während das Ectoderm bei den Kieselschwämmen als ein provisorisches auf das Larvenstadium beschränktes Gebilde auftritt«. Indem er die Larve von *Sycandra raphanus* mit denjenigen der Kieselspongien vergleicht, sagt er: »Vor Allem muss man beachten, dass die Larven vier von mir beobachteter Kieselspongien am Hinterende des Körpers stets eine Lücke im Ectoderm haben, durch welche die skeletbildende Schicht nach aussen hervortragt. Dieses Entblößen, welches überhaupt höchst eigenthümlich ist, findet nun bei den Syconlarven in viel grösserem Maasse statt, was mit der schwachen Entwicklung der wimpertragenden Schicht im Zusammenhang steht. Die letztere, anstatt eine Kugel zu bilden, wie bei so vielen anderen Thieren, bleibt nur in Form eines Kugelsegmentes, das sich nachher einstülpt, um das Entoderm darzustellen«.

Lassen wir einen Augenblick die unrichtige Voraussetzung gelten, dass bei allen von METSCHNIKOFF gesehenen Larven die »Lücke im Ectoderm« vorhanden, so wäre doch die Vergleichung mit den Flimmer-

larven der Kalkschwämme oder auch nur mit der von *Sycandra raphanus* nicht erlaubt; denn hier ist diese sogenannte Lücke eine primäre, d. h. die eine Hälfte des Furchungsmaterials wird zu den Geisselzellen, die andere zu den Körnerballen. Und gleichviel, ob das Ectoderm der Kiesel-spongien bleibt oder sich abstreift: bei den Kalk-spongien sprechen ja **METSCHNIKOFF's** Untersuchungen dafür, dass es, sich einstülpend, zum Entoderm wird, während das bei den Kiesel-spongien entschieden nicht der Fall ist. Wenn ich nun erwäge, dass, wie wir oben gesehen, die Entwicklung der *Ascetta clathrus* eine ganz andere, als die der Sykonen, vorbeholdlich eine etwaigen spätern Zusammentreffens, so scheinen mir alle Verallgemeinerungen verfrüht, auch die, welche **METSCHNIKOFF** aufstellt, nachdem er **HAECKEL** vorgeworfen, er habe sich etwas »erdacht«. Wir wissen noch zu wenig, um die Kalkschwämme unter einander vergleichen und etwas Allgemeines von ihnen aussagen zu können. Bei den Kiesel-spongien ist nochmals zu untersuchen, ob einige oder alle *Esperien* wirklich das Ectoderm verlieren, während es bei einigen oder allen übrigen zum Syncytium wird, ferner, ob überall die Entwicklung so einfach, wie wir an *Amorphina* und *Reniera* gesehen. Erst dann wird sich zeigen, wie weit Kalk- oder Kiesel-schwämme mit einander gehen. Es ist klar, dass durch unsere Beobachtungen auch der fruchtbaren Vergleichung der Spongien mit den Coelenteraten¹⁾ der Boden wieder entzogen ist, welcher durch **HAECKEL** kaum gewonnen zu sein schien, eine neue Unsicherheit, welche Niemand lebhafter als ich bedauert. **METSCHNIKOFF's** Parallelisirung des skeletbildenden Theiles der Larven der Kiesel-spongien mit dem Mesoderm der Coelenteraten ist verfehlt. Wenn man bei den Spongien überhaupt von einem Mesoderm sprechen kann, so dürfte man etwa die von mir bei *Amorphina* beobachtete Muskelzellen-Schicht so nennen. Dass die Nadelbildung erst unterhalb derselben und zwar im innersten Parenchym der Larven vor sich gehe, lehrt jedes Präparat. Dass dann

1) **EIMER's** Angabe, dass bei mehreren *Renieren* von Capri sich Nesselzellen finden, kann ich deshalb nicht positiv widersprechen, weil meine Bemühungen, diese Arten zu erhalten, vergeblich waren. Bei den in Neapel untersuchten Spongien, wo ich mein Augenmerk ganz speciell auf diesen Punkt richtete, habe ich keine Spur eines Nesselorgans entdecken können. Die Mittheilung **EIMER's** (Leipziger Naturforscherversammlung), von einigen Spongien, z. B. einer Hornspongie, die eigentlichen Thiere als polypenartige, mit Tentakeln versehene Wesen gefunden zu haben, lösen sich bei *Euspongia nitens*, welche **EIMER** auf Capri beobachtet zu haben scheint, in eine einfache Täuschung auf. Dieser Schwamm ist nämlich oft von einer mikroskopischen *Actinia* bewohnt, welche sich mit einem, dem Hornfasergewebe ähnlichen Futteral umgiebt. Dasselbe ragt über die Schwammoberfläche heraus.

später, nachdem sich, wie wir uns an Amorphina und Reniera überzeugt, das Exoderm in das Syncytium verwandelt und im Innern erzeugte Nadeln in diese Aussenschicht getreten sind, auch und vorzugsweise in dieser Aussenschicht die Hartgebilde entstehen, ist eben so gewiss. Und das stimmt mit allen meinen und Anderer früheren Untersuchungen über die Beziehungen der Skelettheile zu den Weichtheilen überein. Sie entstehen entweder in Zellen oder im ungeformten Protoplasma und fügen sich nun einmal nicht dem Keimblatterschema, in welches auch METSCHNIKOFF sie zwingen möchte. Ich finde in dieser äusserlichen Mannigfaltigkeit der Entstehung, die wesentlich auf chemisch-krySTALLINISCHEN Vorgängen beruht, nichts Auffallendes.

Ich habe noch einige Beobachtungen über Knospung von Kiesel Schwämmen anzuführen, welche sich an ähnliche frühere Mittheilungen von LAMARCK über Spongillen und mir über Tethya anschliessen. Manche Exemplare der im Aquarium angesiedelten Reniera (Nadeln einseitig, 0,075 Mm. lang) waren im Zerfall begriffen, wobei es dahin gestellt bleibt, ob die zahlreichen im Schwamme befindlichen Monaden und Infusorien Ursache oder Folge der Auflösung sind. Die Geisselzellen der Canäle und Wimperkörbe haften nicht mehr an einander, bewegen sich erst, wenn auch nicht lebhaft, gleich den von ihnen wohl zu unterscheidenden Monaden und gehen dann in einen amöboiden Zustand über, den ich nicht weiter verfolgen konnte. Das Nadelnetz (Fig. 27) bleibt wenigstens theilweise, wie bei den abgestorbenen Spongillen, erhalten und dient einzelnen Plasmakugeln als Stütze, welche, als Keiminseln zurückbleibend, den Schwamm wieder aufleben lassen. Auf den weiteren Stadien gleichen diese Sprossen den jüngsten sich aus den Flimmerlarven entwickelnden Individuen.

Ein anderer Sprossungsprocess, den ich bei einem ebenfalls im Aquarium angesiedelten röhlichen Suberites mit feinen dickköpfigen, oft gekrümmten Nadeln beobachtete (Fig. 28, 29, 30), schliesst sich eng an die Knospbildung von Tethya an. Aus incrustirender Basis erheben sich Fäden, bestehend aus Nadeln und kittartigem Protoplasma. Diese Fäden schwellen zu den Knospen an (28). Neben solchen Knospen, die im unmittelbaren lebendigen Zusammenhange mit dem Mutterschwamme, fanden sich solche Gebilde, wie 29 und 30, welche sich wie die Plasmakugeln von Reniera verhielten. Es ist eben die denkbar einfachste Art der Erhaltung und Vermehrung, über die ich mich hier eben so wenig in weitem Worten und Betrachtungen ergehen will, als ich überhaupt in dieser Arbeit über die Mittheilung der Thatsachen hinausgegangen bin.

Nachtrag.

Die Larve von *Halisarca*, abgebildet von GIARD im II. Bande der »Archives de Zoologie etc.«, auf welche mich HAECKEL aufmerksam macht, ist wohl ebenfalls keine eigentliche *Gastrula*, sondern scheint sich an die von mir beschriebenen Larven anzuschliessen.

Strassburg, 8. Mai 1875.

 Erklärung der Abbildungen.

Tafel VIII.

1. Flimmerlarve von *Sycandra glabra* v. d. Seite.
2. Flimmerlarve von *Sycandra raphanus* v. d. Seite, obere Hälfte im optischen Durchschnitt.
3. Dieselbe von oben.
7. } Unregelmässig gebaute Flimmerlarven von *Sycandra raphanus*, optischer
8. } Durchschnitt.
9. }
41. Eine Geisselzelle der Flimmerlarve von *Syc. raphanus*.
42. Eine Geisselzelle des Canalepithels von *Syc. raphanus*.
46. Stück aus der Körperwand von *Ascetta clathrus*, aus einer einfachen Schicht Geisselepithel bestehend.

Tafel IX.

4. Flimmerlarve von *Sycandra raphanus* von hinten. Ein Theil der Kugeln ist abgerissen.
5. Dieselbe im schematischen Längsschnitt.
6. Eine andere Larve derselben Art im opt. Längsschnitt.
10. } Geisselzellen von der Seite u. von oben.
12. }
14. Larve von *Sycandra glabra* unmittelbar nach dem Festsetzen, von unten: b. Stelle der Anheftung.
15. Noch nicht flimmernder, einschichtiger Embryo von *Ascetta clathrus*. g. durch Druck hervorgebrachter Riss.
17. Schnitt der Flimmerlarve von *Ascetta clathrus*. Wandung einschichtig. Zellenhaufen in einem Pole. g. Höhlung.
20. Flimmerlarve von *Amorphina*.

Tafel X.

18. Larve von *Esperia* mit beginnendem Schwund der Cilien.
 19. Larve derselben *Esperia* unmittelbar nach dem Ansetzen.
 21. Geisselzellen der Larve von *Amorphina*.
 22. } *Amorphina*, früheste Stadien nach dem Ansetzen.
 23. }
 24. Flimmerlarve von *Reniera*.
 25. Frühestes Stadium einer anderen Art von *Reniera* nach dem Ansetzen.
 26. Nächste Stufe, Bildung der Leibeshöhle und des Osculum.
 27. Sprossungs- (Encystirungs-) Zustände der *Reniera* aus dem Aquarium.
 28. }
 29. } Knospung des *Suberites* aus dem Aquarium.
 30. }
-



