

Die Metamorphose von *Esperia lorenzi* O. S. nebst Beobachtungen an andern Schwammlarven.

Von

Dr. Otto Maas.

Mit Tafel 27 und 28.

Es bedarf keiner besonderen Begründung, die Entwicklung der Spongien in Angriff zu nehmen, ein Gebiet, das trotz vieler und guter Arbeiten so dunkel ist, wie kaum ein anderes der Embryologie, und auf dem gerade über die grundlegendsten Fragen, die Verwendung der embryonalen Lager zum Aufbau des fertigen Schwammes, beinahe jede Übereinstimmung fehlt. Manche Probleme, die mir die Entwicklungsgeschichte von *Spongilla* nahe gelegt hatte, gedachte ich durch das Studium der Embryogenese mariner Kieselschwämme der Lösung näher zu bringen, und es war mein Plan, während eines längern Aufenthaltes am Meer eine möglichst große Anzahl von Species auf ihre Entwicklung zu untersuchen, um durch diese mehr extensive Art der Behandlung, wenn möglich, an dem einen Object das zu finden, was mir das andere klar zu sehen versagt hatte. Ich statte dem kgl. preussischen Cultusministerium, das mir einen einjährigen Aufenthalt an der Zoologischen Station in Neapel bewilligt hat, meinen gehorsamsten Dank ab. Allen Herren der Station bin ich für ihr Entgegenkommen äußerst verbunden, besonders Herrn LO BIANCO, der mir unermüdlich in der Beschaffung von Non-Calcareo aller Gruppen behilflich war und es mir so ermöglichte, mich nach und nach in den Besitz eines ziemlich umfangreichen Materials von Entwicklungsstadien aus den verschiedensten Familien zu setzen.

Es wird voraussichtlich längere Zeit vergehen, bis ich meine Beobachtungen lebenden Materials an Schnittserien geprüft und ergänzt habe; von einer Form jedoch, nämlich von *Esperia*, habe ich jetzt schon die Metamorphose so weit verfolgt und ausgearbeitet, erstens deshalb, weil sie durch die Größe der Larven und die Lagerung ihrer Spicula ein günstiges Object ist, und zweitens, weil YVES DELAGE auf Grundlage der Entwicklung dieser Form zu recht abweichenden Ansichten über die Keimblätter der Schwämme gelangt ist. Ansichten, die er nach seinen neuerlichen Untersuchungen an *Spongilla* in noch merkwürdigerer Weise modificirt hat. Nach ihm (4 pag. 655) bilden sich aus dem larvalen Geißelepithel der *Esperia*-Larve während der Metamorphose die Zellen der Kanäle; die Kammern entstehen durch Theilung besonderer Mesodermzellen, und das eigentliche Ectoderm besteht aus einer unzusammenhängenden, über den Geißelzellen liegenden Schicht flacher Zellen. Bei *Spongilla* (5 pag. 267) liegt nach ihm dies »Ectoderm« unter den Geißelzellen der Larve; letztere werden während der Metamorphose von mesodermalen Elementen gefressen, um nach einiger Zeit als Zellen der Geißelkammern wieder ausgestoßen zu werden. Wenn auch der Ort der Veröffentlichung, die Comptes Rendus, dem Verfasser möglichste Kürze vorschrieb, so wäre es doch wohl wissenswerth gewesen, durch welche Methoden diese letzteren Ergebnisse erlangt wurden, um so mehr als sie, wie DELAGE selbst angiebt, sehr merkwürdig und in der ganzen Embryologie ohne Beispiel sind. Die *Spongilla*-Larve ist, wie alle Larven der Monaxonida, mit Ausnahme der Randpartie völlig undurchsichtig, und an Schnitten einen solchen Fress- und Wiederausstoßungsprocess morphologischer Elemente zu beobachten, dürfte kaum möglich sein. Die Nichtübereinstimmung in der Art und Weise, wie er die Verwendung der Keimblätter bei *Spongilla* einerseits und *Esperia* andererseits darstellt, kann nicht Wunder nehmen auf einem Gebiet wie die Schwammentwicklung, wo sogar für einen und denselben Schwamm die Ausdrücke Ectoderm und Entoderm öfters vertauscht worden sind. Auch möchte ich schon zu Anfang bemerken, dass ich auch meine eigenen Ergebnisse an *Esperia* vor der Hand nicht gut mit den an *Spongilla* (von mir oder Anderen) gewonnenen vereinbaren kann, dass sie dagegen mit den Beobachtungen von DELAGE an *Esperia* in vielen Punkten übereinstimmen und mit Beobachtungen anderer Forscher an anderen Schwämmen sich in allen Punkten homologisiren lassen.

Meine Methoden waren im Großen und Ganzen die an *Spongilla* erprobten (9 pag. 529); nur hat mir das Deckglasaquarium im Seewasser keine so guten Dienste geleistet, da seine Wassermenge doch nicht groß genug ist, um die Larven bei Verdunstung des Wassers vor zu großer Concentrirung des Salzgehaltes zu bewahren und, wenigstens auf längere Zeit, in normalen Bedingungen zu halten. Für die Feststellung des Ansatzpales war mir der Apparat immerhin von Nutzen; für die Weiterzüchtung habe ich dagegen meist möglichst große Glasschalen gebraucht, in denen ich die Larven in verschiedenen Stadien sowohl mit eingetauchten Linsen beobachten, als auch mit FLEMMING'scher Lösung conserviren konnte. Für letzteren Zweck fand ich es besonders geeignet, die Schalen mit einer dünnen Schicht Paraffins auszugießen. Man konnte dann eine einzelne Larve in einem bestimmten Ansatzstadium ausschneiden, fixiren, färben und härten und, nachdem man das Paraffin dann in Xylol gelöst, sie entweder als Aufsichtspräparat oder zum Schneiden verwenden. Auf die Einzelheiten dieser Processe, die ich zum Theil noch zu modificiren strebe, werde ich in einer späteren Arbeit eingehen; eine lange Beschäftigung mit dem Gegenstand hat mir bis jetzt gezeigt, dass für die Larven vieles und gutes Wasser die Hauptsache ist, dass manche Bilder von Autoren, die »geplatztetes Ectoderm« oder frei herausstehende Nadeln zeichnen, sicher auf anomalen Verhältnissen beruhen, und dass die Schwierigkeit bei Beobachtung der Schwammentwicklung darin besteht, um die ausgezeichneten Worte von BARROIS zu wiederholen (1 pag. 47.: »de reconnaître la succession normale dans le nombre considérable des formes anormales qu'on rencontre«.

Die erste aber nur gelegentliche Erwähnung der Larve von *Esperia*¹ giebt METSCHNIKOFF in seiner Arbeit »Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme« in einer Fußnote: »die Larven von *Reniera*, *Raspailia* und *Esperia* sind im Wesentlichen gleich gebaut und haben eine Lücke im Hinterende, durch die die skelettbildende Schicht heraustritt (11 pag. 10). Er homologisirt dann diese Larven mit denen von *Sycon*, »nur dass bei letzterem das Entblößen der hinteren skelettbildenden Schicht in viel größerem Maße stattfindet.« OSKAR SCHMIDT hat darauf zu zeigen versucht (13 pag. 135), dass eine solche Homologie nicht möglich sei, indem bei *Sycon* die Lücke in der wimpernden Schicht von vorn herein vorhanden, bei *Esperia* secundär

¹ Ich behalte den Namen *Esperia* bei.

sei. Bei letzterer erscheint zuerst im mütterlichen Körper ein allseitig bewimpertes kugeliges Stadium, und erst durch dessen Streckung vor dem Ausschlüpfen tritt ein hinterer nackter Pol hervor. Er giebt dann eine Beschreibung der Larve, so gut sie sich mit den damaligen Hilfsmitteln machen ließ. Nach ihm besteht dieselbe aus einem flimmernden Ectoderm und einem Entoderm, »wenn man die ganze unter dem Geißelepithel liegende Masse so nennen will«. Über die Nadeln giebt er nur an, dass sie sich an der Polspitze anhäufen. Das gelbe Pigment hat er in den Ectodermzellen »als unmessbar feine Körnchen gefunden«. Dessen Zellen selbst »sind schwer zu sehen und man kann leicht zur Ansicht kommen, dass es verloren ginge, wie METSCHNIKOFF will.« Die Metamorphose hat er nicht beobachtet.

Im gleichen Jahr hat CARTER die Larve einer *Esperia aegagropila* erwähnt (3 pag. 405). Er hat nicht die freischwärmende ovale Larve, sondern die kugelförmige im Körper der Mutter gezeichnet; er erwähnt die Wimpern, im Innern die »Sarcod« mit verschieden geformten Zellen, Körnchen und bereits allen in der Erwachsenen vorkommenden Formen von Spicula (bei der betreffenden Species 4), eine Thatsache, die von andern Beobachtern nicht beschrieben und von solchen, die die Schwammularen in zu nahe Beziehung zu Coelenteratenlarven bringen, nicht genügend berücksichtigt worden ist.

In seiner bekannten Arbeit »Sur le développement de quelques Éponges de la Manche« spricht BARROIS auch von der Entwicklung eines *Desmacidon* (1 pag. 60) und giebt an, dieser Schwamm sei mit der *Esperia* O. SCHMIDT's identisch. Dies kann jedoch unmöglich der Fall sein, indem die von BARROIS beschriebene Larve am hinteren Pole einen braunen Pigmentfleck und eine starke, differenzirte Cilienkrone trägt, beides Dinge, die für *Reniera* und eine ganze Gruppe von Monaxoniden charakteristisch sind, die aber bei *Esperia* und einer anderen sich hier anschließenden Gruppe vollständig fehlen. Nach meinen Erfahrungen scheint mir die von BARROIS beschriebene und als *Reniera* so nahestehend bezeichnete Larve einer *Gellius*-Art anzugehören.

In der folgenden Zeit wird die *Esperia*-Larve mehrfach in der Litteratur erwähnt, theils als Beispiel eines Ectodermschwundes, theils als Beweis unserer ungenügenden Kenntnis der Schwammmetamorphose. Auch RIDLEY & DENDY geben in ihrer Monographie der Challenger-Monaxoniden eine kurze Beschreibung von *Esperia*-Larven, die sie in den mütterlichen Geweben vorgefunden haben (12 pag. LI). Sie beschreiben, so gut sich das an dem Alkohol-

material darstellen ließ, ein äußeres Zellenlager, von dem sie zweifeln, ob es einschichtig ist, und eine innere Masse, wahrscheinlich eine »gelatinöse Matrix« mit sternförmigen Zellen und verschiedenen Spicula, »augenscheinlich ohne jede Ordnung gruppiert«.

Eine ausführlichere Darstellung giebt DELAGE in der oben erwähnten Notiz. Er hat die einzelnen Geißelzellen zuerst gesehen, als außerordentlich lange und schmale Elemente, die den Kern nahe der Basis tragen, lässt aber das eigentliche Ectoderm nicht von diesen, sondern von unzusammenhängenden darüber liegenden Zellen gebildet werden, die ihren Zusammenhang als Epithel erst bei der Metamorphose erreichen. Ähnliche Zellen findet er auch an dem hintern, bisher als nackt beschriebenen Pol. Im Innern befinden sich Spiculazellen, seine cellules conjonctives und große Zellen mit hellen Kernen, die Mutterzellen der Kammern. Die verschiedenen Spicula werden nicht erwähnt. Die Verschiebungen bei der Metamorphose sind theils oben referirt, theils wird ihrer noch vergleichend gedacht werden.

Die neueste Mittheilung über *Esperia* von H. V. WILSON (18) habe ich zu Gesicht bekommen, als ich meine Tafeln bereits fertig gestellt hatte. Nach ihm ist die Larve, so ähnlich sie den »egglarvae« anderer Silicospongien ist, keine Larve, die aus dem Ei kommt, sondern eine Gemmula. Ohne mich darauf einzulassen, ob er diese außerordentliche Angabe genügend beweist, berichte ich über seine Beschreibung der freischwärmenden Larve und deren Verwandlung. Der sog. nackte Pol ist nach ihm nicht secundär (O. SCHMIDT), sondern gleich von vorn herein von einem andern Epithel bedeckt. Die stecknadelförmigen Spicula beschreibt er als in der Achse der Larve gelegen, außerdem hat er, wie der Holzschnitt zeigt, im Innern der Larve zwei verschiedene Zellsorten gesehen. Von einer über den Geißelzellen gelegenen Schicht (DELAGE) erwähnt er nichts. Die Metamorphose geschieht nach ihm durch Abflachung des Ectoderms vom nackten Pol (Ansatzpol) aus. Das Kanalsystem entsteht aus einzelnen Lacunen der inneren Masse, die erst secundär unter einander und mit den Kammern in Verbindung treten. Diese letzteren entstehen aus besonderen Zellen der inneren Masse¹ (»formative cells«) durch wiederholte Theilung und frühere oder spätere Gruppierung zu einem runden Hohlraum. DELAGE'S Untersuchungen scheint WILSON nicht zu kennen, doch bestehen, wie

¹ Man erinnere sich, dass man es nach ihm mit einer Gemmula zu thun hat.

man sieht, zwischen Beiden so beträchtliche Verschiedenheiten, dass die Veröffentlichung einer dritten Untersuchung, auch wenn sie nicht schon vollendet gewesen wäre, gerechtfertigt erscheint.

Meine eigene Darstellung beginne ich nicht vom Ei an, sondern mit der Beschreibung der Larve, wie sie sich zum Ausschwärmen bereit im Gewebe des mütterlichen Schwammes vorfindet. Die Furchung und Bildung der verschiedenen Schichten der Larve, Vorgänge, die ja nur durch Combination von Schnittbildern erschlossen werden können, behalte ich mir vor, im Zusammenhang mit andern Schwämmen zu bearbeiten. Schon aus diesem Grund, noch mehr aber, um an den Vergleich mit den Keimblättern der höhern Thiere gar nicht zu erinnern, werde ich es vermeiden, die Ausdrücke Ectoderm, Entoderm etc. für die Gewebsschichten der Larve anzuwenden.

Es haben mir für meine Untersuchungen zwei verschiedene Species von *Esperia* zur Verfügung gestanden, die große Röhren bildende brüchige *E. lorenzi*, und die massige, incrustirende und harte *E. lingua*, von denen die erstere im October und November, die letztere im December Larven liefert. Es war mir interessant zu sehen, wie zwei so nahe verwandte und doch sehr scharf umschriebene Species auch in ihren Larven sich schon charakteristisch unterscheiden. Die Larven von *lorenzi* sind beträchtlich kleiner, im Längsdurchmesser etwa halb so groß wie die von *lingua*, und weisen einen geringen, aber stets wiederkehrenden Unterschied in den Spicula auf, dessen unten gedacht werden muss. Außerdem liegen sie bei *lorenzi* einzeln im Gewebe zerstreut, bei *lingua* in ganzen Nestern zusammen. Auch die Beziehungen zu den Spiculazügen (die aus stecknadelförmigen, parallel angeordneten und durch Spongien verbundenen Nadeln bestehen) sind bemerkenswerth. RIDLEY & DENDY haben auf solche Lagerungsverhältnisse bereits aufmerksam gemacht (12 pag. L) und z. B. gezeigt, dass bei einer *Esperia*, wo der ganze Schwamm zum größten Theil nur aus einer Achse von stecknadelförmigen Spicula besteht, die Geschlechtsproducte im Innern dieser hohlen Achse liegen. Auch bei unsern beiden Arten lässt sich Ähnliches beobachten. Bei *lorenzi* liegt der einzelne Embryo stets in einer verhältnismäßig engen Masche der starken Spiculazüge, durch deren mannigfache Richtung geschützt (Taf. 28 Fig. 21), bei *lingua* liegt der ganze Eiercomplex nahe dem Grunde in einer großen weiten Masche der gewaltigen »tracts«. Bei der ersten Species hängt überdies der Follikel selbst

nicht ohne Weiteres, sondern durch sehr dünne Gewebemaschen, die ihm wie ausgespannt halten, mit dem übrigen Gewebe zusammen. Solche feine Träger treten von allen Seiten an die Peripherie des Follikels heran, gleich diesem aus sehr platten Zellen mit deutlich das Protoplasma vorwölbenden Kernen zusammengesetzt (Fig. 21), und legen sich breiter werdend an die Follikelwand an. Bei *lingua* ist keine solche Bildung vorhanden, sondern die einzelnen Embryonen des Complexes sind durch ziemlich dicke Gewebsbalken, die sogar Fleischnadeln enthalten, von einander getrennt, eine Art der Befestigung, die wohl mit der großen Masse der Eier zusammenhängt. Niemals finden sich aber im Complex selbst Skelettnadeln; diese bilden vielmehr in Zügen geordnet, die äußere Begrenzung.

In Schnitten durch ganze Schwämme habe ich oft Larven in den größeren ausführenden Kanälen angetroffen; dennoch vermag ich es nach meinen Beobachtungen an lebenden nicht mit völliger Bestimmtheit auszusagen, ob das Ausschwärmen immer durch die Oscula erfolgt. (Bei *Clathria coralloides*, die verhältnismäßig sehr contractile und veränderliche Oscula hat, die sich von dem übrigen compacten Schwamm als äußerst feine und oft weit hervorragende, durchscheinende Röhren deutlich abheben, habe ich oft die Larven durch dieselben ihren Weg nehmen sehen.)

Einmal dem Körper der Mutter entschlüpft, steigen die Larven langsam in großen Spiralen nach der Oberfläche des Wassers, wo sie sich mit Vorliebe gerade an der äußersten, dem Glas adhären den Schicht aufhalten. Sie sind außerordentlich lichtschon und suchen deshalb stets die dem Licht abgewandte Seite des Zuchtaquariums, Glases etc. auf. Ändert man die Stellung des Glases zum Licht, so zieht die ganze Schar der Larven verhältnismäßig schnell nach der andern, entsprechenden Seite. Ich habe unter dem Mikroskop eine Larve beobachtet, die unter dem Deckglas in den spitzen Winkel zwischen einer Luftblase und einem Glassplitter gerathen war. Indem ich dann den Spiegel so stellte, dass die Larve von dem durchfallenden Licht nicht getroffen im Halbdunkel blieb, der offene Theil des Winkels aber ganz hell war, gelang es mir die lebhaft mit den Cilien arbeitende Larve, die sonst alle Vorsprünge umschwimmt und sich in jeder Direction zu helfen weiß, vollständig fest zu halten. Sobald ich dann den Spiegel so stellte, dass auch der offene Theil des Winkels und das freie Wasser im Dunkeln war, schwärmte die Larve sofort heraus. Es ist mir gelungen, dieses kleine, aber lehrreiche Experiment öfters zu wiederholen.

Die Größe der Larven ist bei *Esperia lorenzi* gegen 1 mm in der Länge und 0,55 mm bis 0,65 mm in der Breite, bei *lingua* mehr als das Doppelte. Ihre Farbe ist gelb bis orange, wodurch sie schon als Embryonen von dem grauen¹ Schwammgewebe sehr abstechen und später schwärmend im Glas leicht gesehen werden. Unter dem Mikroskop wird man bei auffallendem Licht leicht gewahr, dass diese Farbe aber nicht der ganzen Larve zukommt. Zunächst ist der sog. nackte d. h. wimperlose Pol vollständig davon frei, wie das die Autoren angeben; dann aber zeigt auch der vordere Pol, der wimpert, eine graue schimmernde Kappe in deutlicher Abgrenzung, dergestalt dass sich also die gelbe Region nur wie ein Gürtel auf der Larve befindet. Die Gründe, die die beiden Pole ohne Farbe erscheinen lassen, sind aber nicht dieselben, und die Structur der Larve ist nicht so aufzufassen, als sei vorn ebenso wie hinten die innere Gewebsmasse durch die flimmernden und pigmenttragenden Elemente hindurchgedrungen. Man überzeugt sich vielmehr leicht davon, dass der vordere Pol ebenso wie die Seiten wimpert, und an ihm die gelbe Farbe vorhanden aber nur wie durch einen Schleier verdeckt ist, während sie am hinteren Ende überhaupt fehlt.

Bei durchfallendem Licht werden diese Verhältnisse noch deutlicher. Die ganze Larve ist natürlich fast undurchsichtig, nur die Randpartie lässt das Erkennen von Einzelheiten mit starker Vergrößerung zu, doch genügt das, um auch hier die Verschiedenheit der Pole festzustellen. So weit der Umkreis nämlich flimmert, erscheint die Peripherie wie schraffirt, aus einer Reihe dicht neben einander gestellter Striche bestehend. Auch am vordern, nicht gelben Pol ist diese Schraffirung, der offenbare optische Ausdruck eines sehr hohen stabförmigen Epithels vorhanden, nur ist die Anordnung dort nicht so regelmäßig, und andere Zellen schieben sich, wie es scheint, dazwischen; am hintern Pol fehlt dagegen dieses hohe Epithel vollständig. Man könnte ihn nach Betrachtung mit schwächerer Vergrößerung wirklich als nackt bezeichnen; in der That sieht es dann, wie O. SCHMIDT beschrieben und abgebildet hat (13 Fig. 18), aus.

¹ Ich habe auch eine nicht uninteressante Varietät beobachtet, indem ich einmal anstatt der grauen oder lilafarbenen Stücke von *Esperia lorenzi* ein wundervoll orangegelbes erhielt. In diesem hatten auch die Larven ein äußerst kräftiges Orange gelb, beinahe Roth, und alles andere Gethier, das in Menge in *Esperia* haust (*Typton spongiicola*, *Spongiicola fistularis*, Anneliden etc.), hatte anstatt der gewöhnlichen Farbe einen gelben Ton.

als ob eine innere Masse, in der man hier und da Nadeln erkennt, durchgebrochen sei und herausrage. Gelingt es aber, das Hinterende ohne Druck mit starker Vergrößerung einzustellen, so sieht man (Taf. 27 Fig. 12), dass auch dies nicht nackt ist, sondern von einem Zellenlager überzogen wird, und dass die Spicula nicht unregelmäßig herausragen, sondern überall von Epithel bekleidet sind. An der Seite erkennt man das an den eigenthümlichen schaufelförmigen Nadeln, in der Mitte an den stecknadelförmigen, die oft, namentlich bei Bewegungen der Larve einen Buckel an der Peripherie herauswölben, stets aber durch ein Zellenlager, das hier sogar doppelt zu sein scheint, nach außen abgeschlossen sind.

Wenn so die Randpartie Manches von der feineren Structur erkennen lässt, so ist doch die ganze Hauptmasse der Larve völlig undurchsichtig. Nur wenn man ein Exemplar längere Zeit im Schwimmen verfolgt und dabei seine Formveränderungen beobachtet, gelingt es, eine Andeutung des inneren Baues zu erhaschen.

Man sieht oft (Taf. 27 Fig. 1), dass die Larve nicht die ovale Form hat, sondern sich etwas zusammenziehen kann, so dass sie nahezu kreisförmig im Umriss wird. Der schimmernde Pol, der beim Schwimmen stets nach vorn gerichtet ist, zeigt dann nicht einen runden, gleichmäßigen Bogen, sondern an beiden Seiten eine leichte Einkerbung. Die ganze Larve scheint nach innen von der Randpartie ihre undurchsichtigste Zone zu besitzen, während die Mittelpartie als Fortsetzung der Gewebsmasse des hinteren Pols viel weniger dicht und auch durchsichtiger aussieht. Namentlich nach vorn zu ist dies der Fall, so dass es beinahe scheint, als sei hier ein Hohlraum, der gar nicht von Gewebe ausgefüllt ist; doch ist dies an solch optischem Schnitt durch das dichte, darüber und darunter liegende Gewebe der mehr peripheren Partie nicht klar zu erkennen.

Alles das, was sich am lebenden Object nur als Andeutung sehen lässt, tritt an Dauerpräparaten und namentlich an Schnittserien deutlich hervor. Durch Zuhilfenahme eines sehr harten Paraffins (Schmelzpunkt 60°) ist es mir gelungen, *Esperia*-Larven in mehr als 200 Querschnitte von 4 und 5 μ , und in gegen 100 Längsschnitte zu zerlegen (nebenbei auch eine Methode, um die Maße der ganzen Larve zu kontrolliren). Mit Hilfe solcher Schnittserien, zumal wenn sie ohne Lücke sind, kann man sich dann unschwer über jedes Detail der Larve orientiren. Druckpräparate der lebenden Larve habe ich desswegen auch zu diesem Zweck wenig angewandt.

Sie machen das Object zwar flach und durchsichtig, im Übrigen ist aber nicht viel mit ihnen gewonnen, da die Gewebe dadurch aus ihrer natürlichen Lagerung kommen und sehr bald absterben.

Es zeigt sich am feinen Längsschnitt (Taf. 2S Fig. 15 und 17), dass die äußere Oberfläche der Larve mit Ausnahme des nicht flimmernden Hinterpoles von äußerst dünnen und langen Geißelzellen gebildet wird. Die Geißeln stehen so dicht, dass sie selbst am Schnitt als unentwirrbarer Filz sichtbar sind, sobald man eine Färbung angewandt hat, die auch Protoplasma tingirt. Die Elemente, die sie tragen, sind so außerordentlich dünn, dass man keine einzelnen Zellen verfolgen kann, und sogar an Schnitten, die noch dünner als $4\ \mu$ gerathen sind, mehrere Schichten von Kernen erhält (Fig. 17). Ich war daher zuerst geneigt zu denken, dass sich unter der äußersten Lage von Zellen eine Schicht kleiner runder Zellen befände, die aus nur sehr wenig Protoplasma, zur Hauptmasse aber aus Kernen bestehe, oder dass es sich um ein mehrschichtiges Epithel handle. Die Beschreibung, die F. E. SCHULZE von der Larve von *Spongelia* giebt (16 pag. 146), ließ mich aber vermuthen, dass man es auch hier mit einem einschichtigen Lager zu thun habe, dessen Kerne nur anscheinend mehrschichtig geordnet sind. Es kommt dies dadurch zu Stande, dass die Kerne im Durchmesser viel breiter sind, als die dünnen Cylinderzellen. Sollen also die letzteren dicht neben einander Platz finden (es kommt dadurch das Bild der Schraffirung zu Stande), so müssen sich die Kerne in einander schieben, wie sie Raum finden. Von dieser Form und Anordnung der Zellen kann man sich am Macerationspräparat überzeugen, das man sich vom lebenden Material, besser aber durch Osmium-Pikrocarmin-Glycerin herstellt. Die einzelnen Zellen (Fig. 13 *a*) sind kaum dicker als die Geißeln, schwellen dann um den Kern herum verhältnismäßig stark an; die meisten, die ich gefunden habe, endigen mit diesem Theil, andere haben auch noch einen weitem fadenförmigen Fortsatz, alle aber tragen den Kern ein gutes Stück unter der Zellenmitte. Einige habe ich auch ohne Geißel, sonst genau von der gleichen Structur gefunden; dagegen sind andere (der Zahl nach verhältnismäßig wenige), die man als intermediäre Elemente beschreiben könnte; denn sie sind nicht so lang, zeigen eine mehr spindelförmige Gestalt und schieben sich in das Epithellager von unten zwischen dies und die innere Gewebsmasse ein (Fig. 13 *int*).

Diese besteht, um nach dem Macerationspräparat und zunächst nur vom histologischen Gesichtspunkte aus zu urtheilen, aus zwei ganz

verschiedenen Arten von Zellen. Die einen haben einen hellen runden Kern mit deutlichem Kernkörperchen (Fig. 13 m_1) und ein ungleichmäßig granulirtes Protoplasma, das theilweise sehr grobe, Dotterkörnern ähnliche Einlagerungen enthält. Die andern haben ein gleichmäßiges Protoplasma, einen mehr oblongen Kern mit feinem Kerngerüst (Fig. 13 m_2) und sind meistens spindelförmig oder amöboid, während die ersteren meistens rund sind. Zu den ersteren zählen die Zellen mit noch nicht verarbeitetem Nährmaterial, zu den letzteren die Bildner der Spicula.

Über die Anordnung, die die verschiedenen zelligen Elemente in der Larve einnehmen, geben genau quer geführte Schnitte durch nachherige Combination guten Anschluss. Man überzeugt sich auch an solchen zunächst leicht davon, dass die Nadeln durchaus nicht frei herausragen. Der erste Schnitt am hinteren Pol angefangen (Fig. 16 *A*) trifft nur Zellen, der zweite (*B*) zeigt in der Mitte die äußerste Spitze der stecknadelförmigen Spicula, an den Seiten Gewebe und die Enden der Schaufelnadeln, erst auf dem folgenden Schnitt (Fig. 16 *C*) werden die Nadeln voll getroffen, immer nach außen von Zellen begrenzt. Diese Zellen gehören zu den oben erwähnten mit Kerngerüst, sind an den vortretenden spitzen Nadeln der Mitte spindelförmig und formveränderlich, an den Seiten, da wo sie zwischen den Schaufelnadeln liegen (Fig. 17 und 13), mehr rhombisch. Weiter vorn treten dann auch die andern oben erwähnten Zellen mit Einlagerungen im Protoplasma und scharf sichtbarem Nucleolus auf, immer mehr nach der Mitte zu gelegen. Noch besser tritt dies am Längsschnitt hervor, wo man deutlich sieht (Fig. 15 und 17 m_1), dass diese Zellen in der Mitte und Achse der Larve ihre Hauptlagerstätte haben. Nach vorn zu dagegen bilden, wenn wir die Spicula und ihre Zellen außer Acht lassen, zumeist spindelförmige und amöboide Elemente den Haupttheil der inneren Gewebsmasse. Diese selbst ist aber dort überhaupt ziemlich locker und spärlich, so dass eine thatsächliche Lücke entsteht, von der ich allerdings nicht feststellen kann, ob sie ein wahrer Hohlraum oder mit Gallerte erfüllt ist (Fig. 15 *h*). Die Form ist sehr ungleich in den einzelnen Exemplaren, sehr oft die eines Halbmondes im Längs-, eines Kreises im Querschnitt; der Umriss ist niemals ganz scharf begrenzt. Oft wird die Lücke durch darin ausgespannte Zellnetze (Fig. 15 m_2) eingengt, oft durch außergewöhnliches Zurücktreten des übrigen Gewebes vergrößert; in andern Individuen scheint sie zu fehlen oder ist durch vieles darin sich netzförmig ausbreitende Gewebe ganz unregelmäßig

in der Form geworden. Einen besondern Antheil an der Bildung des Canalsystems für den künftigen Schwamm kann ich ihr nicht zuschreiben, dagegen sind einige andere Lücken in der mittleren und äußeren Gewebsschicht nicht ohne Bedeutung. Es sind dies einerseits scharf umrissene Lacunen von runder bis langovaler Gestalt im Innern der Larve, die von spindelförmigen oder anderen Zellen epithelial begrenzt werden; andererseits kreisförmige, ebenfalls sehr scharf umschriebene Lücken innerhalb der Kernmasse der äußeren Schicht (Fig. 15). Beide Arten von Hohlräumen werden noch später zu erwähnen sein.

Besondere Betrachtung verdient die überaus merkwürdige Anordnung der Spicula, über die man sich auf verschiedene Weise Aufschluss verschaffen kann. Dass außer den langen Skelettnadeln auch schon Mikrosklera, und zwar Bogen und Schaufeln, in der Larve vorhanden sind, hat bereits CARTER erwähnt (3 pag. 405), und an einem mit vorsichtigem Druck hergestellten Präparat überzeugt man sich leicht davon, dass für dieselben auch eine Regel der Vertheilung existirt. Die großen Stabnadeln finden sich nur in der Achse der Larve, die Schaufeln nach hinten, die Bogen nach vorn. Genaue Bilder erhält man aber nur durch Präparate, die die Spicula der Larve nach langsamer Zerstörung der Weichtheile in natürlicher, unveränderter Anordnung zeigen, ein Verfahren, das ich der gütigen Angabe meines Freundes E. A. MINCHIN verdanke. Unter einem Deckglas mit Wachsfüßchen wird die lebende Larve mit Eau de Javelle behandelt, nach etwa 6 Minuten mit Wasser abgespült und dann durch Alkohol etc. in Balsam gebracht. Da alle Prozeduren vorsichtig vorgenommen werden und das Deckglas nicht drückt, so bleibt die natürliche Lagerung erhalten und bietet ein durch Regelmäßigkeit überraschendes, geradezu hübsches Bild (Fig. 15). Die Stabnadeln liegen in einem dichten Bündel beisammen, mit der Spitze nach dem hintern Pol zugekehrt, mit dem knopfförmig angeschwollenen Ende, das dann ebenfalls spitz zuläuft, nach der Mitte zu. Der Umfang des Bündels wird, da die Nadeln an einem Ende diesen Knopf tragen, hier größer als am andern Ende, und es entsteht dadurch eine mehr kegelförmige als cylindrische Figur des ganzen Packs. Die Nadeln selbst aber liegen so dicht wie möglich an einander und lassen nur in der Mitte einen axialen kleinen Hohlraum, der mit Zellen angefüllt ist, frei. Die bogenförmigen Spicula liegen in einem großen Halbkreis zerstreut mehr nach dem Vorderende zu, jedes mit einer sehr klaren und großen Zelle versehen, die

gerade den hohlen Theil des Bogens ausfüllt, ohne unter sich eine besondere Anordnung zu zeigen. Die Schaufeln dagegen liegen in kugeligen Haufen beisammen, und zwar so (jede Schaufel ist an beiden Enden ungleich), dass die breiteren Endigungen nach außen zu liegen kommen, die schmäleren in der Mitte der Kugel verschränkt sind. RIDLEY & DENDY (12 pag. XX) haben bereits solche Bündel erwähnt und wie CARTER die Ansicht ausgesprochen, dass diese Anordnung mit der Entstehung aus einer einzigen Mutterzelle zusammenhinge. Sie haben aber solche Bündel nur als Kreise in einer Ebene gezeichnet (12 Taf. 17 Fig. 7), nicht wie ich als Kugeln (Taf. 28 Fig. 20). Solche Kreise habe ich im erwachsenen Schwamm ebenfalls gefunden: der Umstand aber, dass diese Kugeln im Embryo vorkommen, spricht um so mehr dafür, dass diese Anordnung mit der Entstehung dieser Nadeln in Zusammenhang zu bringen ist.

Die Kugelbündel selbst sind ihrerseits wieder regelmäßig angeordnet, und zwar in einem Kranz am hintern Pol, dessen Mitte sie zum Durchtritte der langen, stecknadelförmigen Spicula freilassen. Bei den beiden von mir untersuchten Species ist dies übrigens ein wenig verschieden, denn während sich bei *E. lorenzi* die Kugeln, etwa 20 an der Zahl, fast nur in einer Reihe, in einem Kranze mit sehr weiter Öffnung anordnen, sind die Kugeln bei der viel größeren Larve von *lingua* bedeutend zahlreicher und ordnen sich in einem Kreissector an, der nur in der Mitte eine kleine Öffnung für die Spitze der Stecknadeln hat. Die Größe der einzelnen Schaufel in der Larve ist sehr gering (Fig. 19). Zum Vergleich gebe ich die mit der Camera lucida gezeichneten Schaufeln der Erwachsenen daneben (Fig. 18); bei *E. lorenzi* sind nach O. SCHMIDT'S Definition zwei verschiedene Arten dieser Nadeln vorhanden, die auch im Umfang sehr verschieden sind, und die der Larve erreichen kaum die Größe der kleinen von beiden, sie sind auch in der Form etwas verschieden. Was die Mutterzellen je eines ganzen Bündels betrifft, so muss man diese, wenn solche vorhanden sind, auf einem viel früheren Stadium suchen. Jedenfalls sind die kugeligen Bündel der Larve von einer ganzen Anzahl Kerne, ebenfalls in regelmäßiger Anordnung, begleitet: ein Kreis liegt in der Mitte, ein anderer an der Peripherie der Kugel. Bei weiterer Isolation und an feinen Schnitten wird man gewahr (Fig. 19), dass zu jeder Schaufel 4 Kerne gehören, zwei am peripheren, zwei am mittleren Ende, von denen immer je einer dem Bogen der Schaufel rechts und links anliegt.

Nachdem man sich an Totalpräparaten von der regelmäßigen

Lagerung der Nadeln überzeugt hat, kann man dieselbe auch in jedem einzelnen Schnitt erkennen, nur dass dann immer nur Bruchstücke von Spicula getroffen sind, die aber eine Andeutung des ganzen Arrangements wohl erkennen lassen (Fig 17 *ch*).

Die Bedeutung dieser eigenthümlichen Anordnung ist nicht schwer zu finden. Sie liegt in dem Princip, den Raum auszunutzen, um auf diese Weise eine möglichst große Anzahl von Nadeln, die nachher im jungen Schwamm ausgebreitet werden, für den Transport bequem und zusammengedrängt zu führen, sowie etwa in einem Feldkoffer oder in dem Protzkasten eines Geschützes Alles in einander verpackt und jedes Fleckchen Raum ausgebeutet ist. Noch ein anderes Moment tritt bestimmend hinzu: das Schwimmen und seine Richtung. Der Embryo ist in einem früheren Stadium, im Körper der Mutter, eine Kugel, die nach O. SCHMIDT über und über flimmert. Erst vor dem Ausschwärmen streckt er sich, und dadurch wird die innere Masse am sog. nackten Pol entblößt (13 p. 135). Eben so sind die Nadeln im Embryo vorher überall vertheilt und nehmen erst vor dem Ausschwärmen zugleich mit der Streckung ihre Anordnung ein. Die schweren, großen Nadeln liegen als Bündel in der Achse der Schwimmrichtung, etwas mehr in der hinteren Hälfte: ganz hinten die Aggregate der Schaufeln, ebenfalls nach Gleichgewichtsgesetzen regelmäßig vertheilt, und nach vorn die Bogennadeln, letztere zwar nicht in regelmäßiger Reihe, aber immerhin gleichmäßig zerstreut, so dass nirgends eine größere Anhäufung von ihnen eintritt. Man sieht, die auf den ersten Blick frappirende und an Radiärthiere gemahnende Anordnung der Nadeln des Skeletts hat nichts mit Cölenteratennatur zu thun, sondern erklärt sich als zweckmäßige Anpassung. Außerdem ist sie nicht das entwicklungsgeschichtlich frühere Stadium und bezieht sich nur auf die Nadeln, nicht auf die Weichtheile.

Es erübrigt noch, an den letzteren eine eigenthümliche Differenzirung am Vorderende der Larve zu erwähnen. Dies ist nämlich bei allen schwärmenden und bei manchen der zum Ausschwärmen reifen, im Follikel befindlichen nicht aus den hohen Cylinderzellen gebildet, sondern aus einem Zelllager mit Kernen, die direct an der Peripherie liegen (Fig 15 *d*) und nicht wie die Kerne der flimmernden Zellen durch einen schraffirten Zwischenraum (s. oben) von der Peripherie getrennt sind. Es ist dies Zelllager der auch schon im Leben sichtbare Schleier (oben pag. 415), der am Vorderende das in den Cylinderzellen enthaltene gelbe Pigment deckt. Ich habe zuerst daran gedacht, diese Zellen seien das von

DELAGE beschriebene, auf der ganzen Oberfläche zerstreute, unzusammenhängend über den Geißelzellen liegende »Ectoderm«: doch kommen sie nirgends vor als am Vorderende und bilden hier eine zusammenhängende weißliche Kappe, die schon im Leben scharf abgegrenzt zu sehen ist. Auf keinen Fall liegen zwischen dem Vorderende und dem »nackten« Hinterende andre solche Zellen über den wimpernden Elementen. Außerdem sind die Kerne der epithelartig das Hinterende begrenzenden Zellen von denen der innern Masse m_2 mit Kerngerüst an Größe und Aussehen nicht zu unterscheiden. Die in Rede stehenden Kerne am Vorderpol ähneln vielmehr den kleinen Kernen der Geißelzellen. Man könnte um so eher an deplacirte Kerne dieser Schicht denken, als auch am Vorderpol die vom gleichmäßigen Nebeneinanderstehen der Zellen herrührende Streifung vermisst wird und ein unregelmäßiges Bild erscheint (Fig. 15). Außerdem sind die Kerne der Wimperzellen da etwas dünner gesät und lassen hier und da Kerne der innern Schicht zwischen sich erkennen, so dass man die fraglichen Elemente wohl zu den oben beschriebenen intermediären Zellen rechnen darf.

Über die Bedeutung dieser Zellen giebt der Vergleich mit anderen Schwämmen einigcs Licht. Bei der Larve einer *Axinella* und einer anderen verwandten Species finde ich nämlich an der homologen Stelle eine Anzahl von Zellen zwischen den Cylinderzellen, die, wenn auch selbst cylindrisch, doch viel breiter als diese sind. Sie sind sehr stark gekörnt und ähneln in ihrem ganzen Aussehen den mehrfach beschriebenen secernirenden Zellen der Spongien (17 Taf. 22 Fig. 8). Sie tragen den Kern zwar nicht an der Peripherie, noch weniger aber an der Basis, sondern in der Zellenmitte, innerhalb des gestrichelt erscheinenden Raums in Entfernung von dem Kern der Flimmerzellen. Ohne Zweifel stehen sie mit dem Ansetzen in Verbindung, und ich möchte die betreffenden Zellen bei *Esperia* als entsprechende Bildungen betrachten, die rückgebildeter oder vielleicht nur etwas modifizirt sind.

Das Larvenleben ist von kurzer Dauer, wenn man für die Thiere möglichst normale Bedingungen nachzualimen sucht, und nach Allem, was ich an vielen verschiedenen Schwämmen gesehen habe, kann ich nur der Meinung sein, dass ein kurzes Larvenleben und schnelles Ansetzen das Kriterium der Normalität der Entwicklung ist. Sehr oft habe ich constatiren können, dass, wenn ich am Morgen von den Fischern frische Schwammstücke erhielt, welche Larven ausgesandt

hatten, die letzteren, in besondere Gläser gebracht, theilweise schon am Nachmittag sich festgesetzt und die ersten Veränderungen durchgemacht hatten. Bei der Mehrzahl solcher isolirter Larven war die Metamorphose am andern Morgen begonnen, also in 6 bis höchstens 24 Stunden. Später setzten sich kaum noch andre Individuen an; sie hielten sich wohl theilweise noch recht lange Zeit im Glase, zeigten aber manche, meist abnorme Veränderungen und gingen dann ein, während die angesetzten rasch weiter wuchsen und unter günstigen Bedingungen bis zu ganz ansehnlichen Schwämmchen gezüchtet werden konnten. Am geeignetsten fand ich es, die großen Zuchtchalen während des Tags, bis an den Rand in andern Schalen stehend, kühl zu halten und bei Nacht in den großen Circulationsbassins untergetaucht aufzubewahren. Es ist mir auf diese Weise gelungen, nach Verlauf von zehn Tagen kleine *Esperia*krusten von mehreren Millimetern Durchmesser und $1\frac{1}{2}$ mm Höhe zu erzielen.

Ein Punkt, von dem man erwarten sollte, dass ziemliche Klarheit herrschte, ist gerade derjenige, über den für die verschiedenen Schwammlarven die widersprechendsten Ansichten in der Litteratur existiren. Es betrifft dies den Pol des Ansetzens. Bald soll es das differenzirte nackte Hinterende sein (I pag. 77), bald soll dies umgekehrt nach dem Ansetzen nach oben gerichtet sein (z. B. nach MARSHALL bei *Reniera*); bei *Chalinula* erfolgt nach KELLER (7 p. 338) das Ansetzen mit dem vorderen Pol und die Larve legt sich dann auf die Seite. Nach andern Autoren kann es jeder beliebige Punkt sein, der zum Ansetzen verwandt wird (6 pag. 38), und für *Esperia* sind gerade die beiden letzten Beobachter ganz entgegengesetzter Meinung: nach DELAGE ist es ein beliebiger Punkt des vorderen Pols, nach H. V. WILSON der differenzirte Hinterpol, womit die Larve sich ansetzt. Mir schien es, nachdem ich an *Esperia* und *Reniera* alle Möglichkeiten gefunden hatte, dass die betreffenden Beobachter nicht Fälle genug gesehen haben, um wirklich eine Regel aussprechen zu dürfen. Da in den Zuchtbedingungen immer eine Anzahl von Anomalien vorkommen werden, so wird, um letztere abzusondern, nur eine ausgedehntere Statistik einigen Aufschluss verschaffen können, die sich auf eine Reihe von Formen und auf eine möglichst große Anzahl von Individuen jeder Species bezieht. Alsdann wird sich aus der Menge der Fälle eine Regel herauschälen lassen.

So habe ich in der That 15 Fälle bei *Esperia* notirt, wo der hintere (Spicula-) Pol zum Ansetzen verwandt wurde, und 5 oder 6

unregelmäßig auf der Seite angesetzte Larven gesehen: dem stehen aber über 70 Fälle gegenüber, wo ich mit Sicherheit beobachtet habe, dass der vordere Pol als Ansatzbasis benutzt wurde und das die Spicula zeigende Hinterende nach außen und oben gerichtet war. Noch deutlicher zeigte sich dies Verhältnis bei einem *Gellius*, wo über $\frac{9}{10}$ aller Larven den Vorderpol als Ansatzbasis und den hintern (bei *Gellius* pigmentirten) Pol nach oben gerichtet aufwies. Bei einer *Axinella*, wo ich nicht so viele Individuen beobachten konnte, verhielten sich die mit dem Vorderende angesetzten Larven zu den andern etwa wie 5 zu 3; bei *Hircinia*, *Reniera* u. A. ließ sich dagegen stets wieder ein viel größeres Überwiegen der mit dem Vorderpol angesetzten nachweisen, etwa 75 Proc. aller Fälle. Es scheint mir aus alledem als Regel hervorzugehen, dass es nicht der durch Spicula oder Pigmentirung differenzirte, sondern der beim Schwimmen nach vorn gerichtete Pol ist, der als Ansatzbasis verwandt wird, und dass sich die Widersprüche der Autoren auf die oben erklärte Weise auflösen.

Während *Reniera* und *Gellius* gute Objecte sind, um den Pol des Festsetzens im Leben zu studiren, weil die entgegengesetzte Seite, der dann nach aufwärts gerichtete Pigmentfleck, noch eine Zeit lang nachher sichtbar bleibt (MARSHALL 10 pag. 228, eignet sich *Esperia* besonders gut dazu, um den Modus des Anheftens im Aufsichtsbild und Schnitt zu demonstriren, da nämlich die Spicula, besonders die Schaufelnadeln in solch charakteristischer Weise an einem Ende angeordnet sind. Man kann sich durch Abpassen der betreffenden ersten Stadien leicht Aufsichtspräparate herstellen, die bei hoher Einstellung die Chelae (Schaufelnadeln) noch in ihrer ursprünglichen Anordnung, bei tiefer die abgeflachte Basis zeigen, und hat auf diese Weise ein ständiges Document für einen sonst nur vorübergehend sichtbaren Process. Auch am Schnitt (Taf. 25 Fig. 25 *ch*) zeigt sich das noch einige Zeit nachher, bis die Nadeln sich bei zunehmender Abflachung des Schwammes vertheilt haben¹.

Den Process der Abflachung habe ich hauptsächlich an Exemplaren, die ich in weiten Schalen hielt, durch Eintauchen der Linsen in das

¹ Ich will nicht zu erwähnen vergessen, dass ich des öfters und bei verschiedenen Species Larven beobachtet habe, die sich zusammensetzten und dann verschmolzen. Während des Larvenlebens habe ich eine solche Fusion, die z. B. von METSCHNIKOFF bei Cölenteratenlarven erwähnt wird, nicht normaler Weise gesehen. Beim Ansetzen scheint es aber ein ganz gewöhnlicher Vorgang zu sein, der die Bildung einer größeren Colonie begünstigt.

Wasser, so gut es ging, im Leben zu verfolgen gesucht. Man erkennt auch an der lebenden, frisch angesetzten Larve deutlich, dass der »nackte« nicht gelblich schimmernde Pol nach oben gerichtet ist und zuerst noch einen völlig scharfen und runden Umriss hat, während von unten, von der Basis aus die Abflachung des Schwammes beginnt.

Man hat dann nach einiger Zeit das bekannte Bild junger Schwämmchen in der Metamorphose: nach außen einen hellen amöboiden Hof von ziemlicher Ausdehnung, der in seiner Contour stets wechselt, in der Mitte dagegen noch die Rundung der Larve (Taf. 27 Fig. 2), die aber bald nicht mehr als gleichmäßige Halbkugel, sondern aus Wellenlinien zusammengesetzt erscheint, welche jedenfalls mit der Abflachung in Verbindung zu bringen sind, und von unregelmäßiger Form ist. Zwischen beiden Theilen, dem amöboiden Hof und der noch runden Hauptmasse der Larve, befindet sich eine Zone von im Übergang begriffenem Gewebe (Fig. 2 *tr*). Gelingt es mit starker Vergrößerung auf eine gutartige Stelle des amöboiden Randes einzustellen, so wird man gewahr, dass er aus sehr hellen flachen Zellen mit schimmernden Kernen besteht, so hell und mit so gleichmäßigem Protoplasma (Fig. 14), dass sie sich kaum vom Glas abheben. Diese Zellen strecken sich mitunter sehr weit vor, so dass sich ganze Zellennetze in ziemlicher Entfernung vom übrigen Schwammkörper befinden. Sehr oft treten diese weitverzweigten Zelle Komplexe durch Querbrücken von Zellen wieder unter einander in Verbindung: sie sind in beständiger Bewegung, strecken spitze Fortsätze aus, ziehen andere ein, wie das des öftern an verschiedenen Spongien beschrieben worden ist.

Nach innen von diesen amöboiden Zellen folgt zunächst eine Zone etwas mehr granulirten und im Leben grünlich schimmernden Plasmas, das sich in die Übergangszone hinein fortsetzt. Diese selbst ist ganz undurchsichtig und lässt, so viele Mühe ich mir gab, keine Vorgänge erkennen. Dagegen kann man auf die Randpartie des noch runden Theils einstellen und wird hier im Anfang noch Wimpern in größeren Abständen gewahr, während das Bild, wie es die Cylinderzellen der Larve optisch boten, verschwunden ist.

Dass sich diese Cylinderzellen zugleich mit der ganzen Larve während der Metamorphose abflachten und die Oberhaut des künftigen Schwammes bildeten, habe ich nicht beobachtet, und es scheint mir, nach ihrem Aussehen zu schließen, auch nicht gut möglich. Sie sind so außerordentlich schlank, enthalten so wenig Protoplasmanasse,

bestehen fast nur aus dem Kern, und auch dieser ist sehr klein, dass sie, um die späteren Epithelzellen zu liefern, die viel größer sowohl an Kern wie Protoplasma sind, nothwendig verschmelzen müssten; dieser Process aber hätte keine Analogie, und es ist auch nichts davon wahrzunehmen. Um über die Bildung der definitiven Oberhaut und das Schicksal der Cylinderzellen Anschluss zu erhalten, muss man Schnitte durch Larven, die möglichst kurz nach dem Ansetzen conservirt sind, zu Hilfe nehmen. An einem solchen (Taf. 25 Fig. 25: das Exemplar war wie manche andere günstiger Weise auf der Alge *Halymenia dichotoma* angesiedelt) sah ich zu meinem Erstaunen, dass die Masse der kleinen Zellen mit den kleinen Kernen sich jetzt innen befindet, und dass ein Lager von äußeren, epithelartigen Zellen, wie sie sich vorher am hinteren, jetzt oberen Pol befanden, von diesem aus die ganze Larve umgiebt (Fig. 25 *ep*). Auch an der Basis, auf dem Blatt, befinden sich solche Zellen von verschiedener Gestalt, manche mehr eckig, andere spindelförmig, noch andere plattgestreckt, alle aber von demselben Aussehen wie die in der Larve beschriebenen differenzirten Zellen der innern Masse mit gleichmäßigem Protoplasma und einem Kern mit Chromatingerüst. Auch im Innern finden sich solche Zellen (m_2) zwischen den Spicula und verschiedene von amöboider Form; ferner liegen da auch noch die andern früher beschriebenen Zellen der innern Masse, am Kern mit Nucleolus und am gekörnten Protoplasma deutlich zu erkennen. Theils liegen sie wie in der Larve noch zusammen, theils haben sie ihre Lage unter den kleinen kleinkernigen Zellen (δ) angenommen. Diese gleichen, abgesehen davon, dass sich jetzt keine Geißeln mehr erkennen lassen, ganz den Wimperzellen der Larve und bilden im Innern eine compacte Masse, nur unterbrochen von einigen runden, schon in der Larve erwähnten Lacunen und wenigen großen Zellen mit Nucleus und Nucleolus, sowie einigen dazwischen geschobenen Spicula.

Die festgeheftete Larve besteht auf diesem Stadium wie die frei schwärmende hauptsächlich aus zwei verschiedenen Gewebsschichten, die im Aussehen ganz dieselben wie die der Larve sind; es bleibt daher nichts Anderes übrig, als anzunehmen, dass die innern und untern Zellen mit kleinern Kernen eines solchen Stadiums (Fig. 25 δ) dieselben sind, wie die äußern kleinkernigen Elemente der Larve (Fig. 15 *a*), und dass die obern und äußern Zellen des gerade angehefteten Stadiums (Fig. 25 *ep*) den innern und hintern Zellen der Larven (Fig. 15 u. 17 *ep*, m_2) entsprechen, dass also beide Zell-

schichten in der Metamorphose (wie bei *Sycandra raphanus*) ihre Lage zu einander verändert haben. Dieser Wechsel scheint mit dem Ansetzen in directer Verbindung zu stehen, indem die Masse der kleinkernigen Elemente am Vorderpol zusammengedrängt wird, und indem zuerst am Hinterende, dann von allen Seiten die Zellen der innern Schicht um sie herum wachsen.

Einen Fingerzeig hierfür bietet auch eine wiederholte Beobachtung am lebenden Object, die ich mir vor Anfertigung der Schnitte nicht erklären konnte, und die auf Taf. 27 Fig. 10 u. 11 wiedergegeben ist. Wenn es mir nämlich einmal gelang, auf die vorhin erwähnte Übergangsschicht zwischen amöboidem Hof und noch halbrunder Larve (Fig. 2 *tr*) einzustellen, so dass sich trotz der sonstigen Undurchsichtigkeit eine kleine durchschimmernde Stelle am Rand mit starken Linsen anschauen ließ, so zeigte sich ein Bild, als ob sich spindelförmige Zellen über die Flimmern, die dann in großen Abständen stehen und matt schlagen, herüberschoben (Fig. 10), und diese letztern sich ins Innere zurückzögen. Nach kurzer Zeit waren sie vollständig verschwunden; die spindelförmigen, theilweise auch platter gestreckten Zellen bildeten die äußerste Schicht der sonst vollkommen undurchsichtigen Masse (Fig. 11) und begannen bald amöboide Fortsätze auszusenden.

Es wird nicht unerwünscht sein, diese eigenthümliche Lageveränderung der Gewebsschichten der Larve noch an andern Schwämmen dieser Gruppe zu constatiren. In der That habe ich ähnliche Bilder bei mehreren Vertretern der Desmacidonidae gesehen. Noch vor *Esperia* gab mir eine *Axinella* einen klaren Hinweis auf diese Vorgänge. Bei dieser tritt nämlich, da die innere Masse weniger durch verschiedenartige Spicula etc. differenzirt und complicirt ist, vielmehr eine starke Gallerte enthält, der Unterschied zwischen beiden Gewebsschichten der Larve noch stärker hervor; und nach dem Ansetzen erhält man ein Bild, auf dem die kleineren Kerne ohne jede Beimischung die Centralmasse dieses Stadiums bilden, während die vorher innere Schicht nicht epithelartig, sondern als eine mehrschichtige und Zellen in Gallerte eingebettet enthaltende Masse außen herumliegt.

Bei *Clathria coralloides*, deren Larven denen von *Esperia* im Bau außerordentlich ähnlich sind, habe ich ein Stadium einige Minuten nach dem Ansetzen abfassen können, wo die Verschiebung im Beginnen war. Die Zellen der wimpernden Schicht befanden sich, wie sich an Schnitten herausstellte, in ungleichen Abständen von der

Oberfläche: manche noch frei nach außen, andere schon von spindelförmigen Zellen bedeckt im Innern befindlich, aber noch nahe der Oberfläche, wieder andere ziemlich ins Innere zurückgezogen, durch einen beträchtlichen Gewebsraum von außen geschieden, so dass an einem Exemplar alle Abstufungen dieses Vorgangs zu sehen waren.

Wenn wir uns nunmehr wieder zu den im Leben sichtbaren Veränderungen bei *Esperia* wenden, so werden wir (Fig. 3) gewahr, dass sich der scharfe Unterschied, der sich früher zwischen amöboidem Hof und Larvengewebe befand, allmählich ausgleicht. Es scheint immer mehr von dem sich umformenden Gewebe (*tr*) nachzurücken, und es befindet sich eine breite Zone bereits umgeformten wirklichen Schwammgewebes zwischen dem amöboiden Rand und dem noch larvenförmigen Theil. Dieser ist auch nicht mehr so hoch, sondern nur noch flach gewölbt, durch viele wellenförmige Einsenkungen unterbrochen (Fig. 3 *w*): nach etwa zwei Stunden ist von diesem larvenartigen Theil gar nichts mehr zu sehen, überall finden sich in verschiedener Richtung das Gewebe herausspannend Nadeln (die Schaufeln stets noch mehr im obern Theil), und das Ganze hat den gleichmäßigen Charakter des definitiven Gewebes (*d*) angenommen mit Ausnahme der amöboiden Randpartie. Diese ist nicht mehr so breit wie auf den vorangehenden Stadien: sie hebt sich (Fig. 7) von dem übrigen Schwamrand sehr scharf ab, streckt sich aber nicht mehr so weit nach außen, wie auf einem früheren Stadium (Fig. 14 und Fig. 2 *am*), wo oft ganze Reihen von Zellen sich radiär zum Schwammumriss befanden, sondern besteht aus einem Lager von meist je einer Zelle Breite. Die Bewegungen dieses Randes sind auch nicht mehr so lebhaft, wie im Anfang, so dass man oft länger beobachten muss, um namhafte Veränderungen in den amöboiden Fortsätzen zu bemerken.

Eine sehr eigenthümliche und zuerst frappirende Erscheinung kann man auf diesem Stadium öfters beobachten, nämlich ein verhältnismäßig rasches Kriechen des ganzen Schwammes. Die eine Seite zieht ihre protoplasmatischen Fortsätze ein, die andere benutzt sie desto lebhafter, und der Schwamm bewegt sich nachrückend in der Richtung der letzteren gleich einer colossalen Amöbe, um nach einer Zeit eine andere Stelle der Peripherie zum Kriechen zu benutzen oder auch durch allseitiges Ausstrecken von Fortsätzen wieder in den festhaftenden Zustand überzugehen. Auf diesem Stadium, als ziemlich flache und gleichmäßige Kruste mit amöboidem Rand, verharrt der Schwamm äußerlich einige Zeit, etwa 1—1½ Tage,

doch gehen auch da Veränderungen mit ihm vor, die allerdings, da er vollkommen undurchsichtig ist, nicht im Leben, sondern nur mit Zuhilfenahme von Schnitten zu studiren sind.

Man sieht an solchen (Fig. 26), dass der äußere Umriss nicht mehr wie in Fig. 25 der halbkugelförmige der Larve mit ausgebreitetem untern Rand ist, sondern dass sich die allgemeine Abflachung, die sich im Leben zeigt, auch an dem Umriss des Schnittes darstellt. Einzelne Nadeln bewirken eine geringe Unregelmäßigkeit durch Hervorwölben der ansteigenden Seitenlinien: im Ganzen hat aber der Schwamm auf diesem Stadium die Form eines sehr sanft abfallenden Kegels, der namentlich an den Randpartien ganz allmählich verläuft, eine Form, wie ich sie bei *Spongilla* genau beschrieben habe (9 pag. 543). Bemerkenswerth ist, dass nicht die ganze Fläche als Ansatzbasis verwandt wird, sondern nur umschriebene Stellen (Fig. 26 f) besonders gegen den Rand zu, ein Verhalten, das HEIDER bei *Oscarella* ähnlich dargestellt hat (8 pag. 204). Es entstehen dadurch ziemlich geräumige Spalten unter dem jungen Schwamm, und auch am lebenden kann man sich vom Vorhandensein derselben überzeugen, indem größere und schnell schwimmende Infusorien auf der einen Seite des Schwämmchens hinein-, auf der andern herausschlüpfen, ohne ihre Bewegung zu verlangsamen.

Im Innern lassen sich auf diesem Stadium eben so wie auf dem vorangehenden und in der Larve noch deutlich zwei Schichten. »die obere« und »die untere«, aus einander halten. Erstere besteht außer dem Epithel hauptsächlich aus den ihm ganz gleichenden differenzirten Zellen m_2 , die theils spindelförmig, theils amöboid sind: letztere außer dem Epithel aus den kleinen kleinkernigen Zellen, theilweise untermischt mit den früher erwähnten großen Zellen mit Nucleolus und grobkörnigen Einlagerungen. So viel ich durch Vergleich mit H. V. WILSON entnehmen kann (18 pag. 515), sind diese Zellen die Elemente, die er für die Bildner der Geißelkammern ansieht; diese Meinung kann ich aber nach den Bildern darauf folgender Stadien nicht theilen.

Die Nadelbündel haben sich nunmehr schon gesondert, namentlich sind die stecknadelförmigen Spicula jetzt in allen Richtungen zu finden. Ein sehr bezeichnendes Bild von deren Vertheilung auf etwa diesem Stadium giebt Fig. 22, einem gefärbten Aufsichtspräparat entnommen. Das Exemplar ist auf dem Glas, an das es sich angesetzt hatte, nach Durchmachung aller Prozeduren bis in Canadabalsam gebracht worden. Man sieht das vordem in der Larve

zusammengepackte Bündel der Stabnadeln zwar in völliger Auflösung, bemerkt jedoch in der Richtung der Nadeln, die alle mit dem Knopf nach auswärts, mit der Spitze gegen die Mitte zu zeigen, noch eine Andeutung der früheren Zusammengehörigkeit. Doch liegen diese Spicula nicht in einem Kreis, sondern in einer sehr charakteristisch gedrehten Schraubenlinie, die durch die letzte Drehung des obern wimpernden Theils der Larve, während der untere schon fixirt ist, entstanden gedacht werden kann. Die Bündel der Schaufelnadeln sind zwar noch nicht ganz aufgelöst, jedoch nicht mehr so dicht und kugelig wie in der Larve, sondern unregelmäßig und höchstens 6—8 Schaufeln enthaltend. Das betreffende Totalpräparat zeigt ebenfalls, dass die Larve nicht überall befestigt ist, sondern sich ein ziemlich geräumiger Hohlraum unter ihr befindet. Dieser kommt dadurch zum Ausdruck, dass am gefärbten Präparat sich eine mittlere, dünnere und durchscheinende Zone zeigt, während im Umkreis, da wo die Larve der Unterlage direkt aufsitzt, ein großes Gebiet völlig undurchsichtigen Gewebes ist, um so undurchsichtiger, als sich in ihm die dicht gelagerten kleinen Zellen befinden.

Eine weitere Veränderung, die jetzt im Leben Platz greift, lässt sich ebenfalls an diesem Präparat sehen: das Zurückziehen des amöboiden Hofs und die allmähliche Annahme des definitiven Umrisses *ep* im Gegensatz zu den amöboiden Stellen *am*. Auch am lebenden Object lässt sich das gut beobachten (Fig. 5): die amöboiden Fortsätze werden immer weniger spitz und ragen nicht mehr so hervor; endlich werden sie ganz zurückgezogen, und der Rand erhält eine scharfe, bei genauer Einstellung doppelte Grenzlinie, die nur durch die Spicula mitunter gebrochen wird. Die durchsichtigen Partien am Rand in Fig. 22, die die einzelnen Zellkerne zeigen, sind mit Ausnahme der äußersten amöboiden Stellen (Fig. 7) kein einfaches Lager, sondern bestehen aus mehreren, mindestens zwei Schichten, manchmal auf große, flache Strecken hin, und lassen eine Intercellularsubstanz zwischen sich deutlich erkennen. Es zeigt dies ein Schnitt durch die Randpartie auf solchem Stadium bei stärkerer Vergrößerung (Fig. 23). Die Zellen des Randes, die amöboiden sowohl, wie die weiter nach innen liegenden (*ep* und m_2), sind dieselben Elemente im Aussehen, die in der Larve das Epithel am sog. »nackten« Pol gebildet haben und auch im Innern als differenzirte Elemente vorkommen (Fig. 17 m_2), mit klarem Protoplasma, etwas ovalem Kern und feinem Chromatingerüst, und von sehr verschiedener Gestalt,

spindelförmig, rund, amöboid u. s. w. Außerdem finden sich die andern Zellen, die hauptsächlich an ihrem Nucleolus kenntlich sind und sehr viele, theilweise große Einlagerungen aufweisen. Es scheint mir ebenso wie bei *Spongilla* (9 pag. 545), dass dies Neuerwerbungen, nicht Reste des Dotters sind, auch nicht Zellkerne; denn sie liegen manchmal in großer Anzahl in einer Zelle, sind an Größe sehr verschieden und von sehr unregelmäßiger Gestalt. Die betreffenden Zellen scheinen mir, wie im erwachsenen Schwamm, zum Transport aufgenommenen und zu verarbeitender Stoffe zu dienen. Die kleinen Zellen (*g*) sind durch sie manchmal getrennt, liegen aber meistens noch in dichtem Gedränge zusammen. Eine gallertige Binde-substanz ist auf diesem Stadium, hauptsächlich nach oben und außen zu, zwischen den Zellen *m*₂ vorhanden.

Die Vertheilung der einstweilen noch zusammengedrängten Elemente in dem jungen Schwamm und ihre Anordnung zu dessen Canalsystem ist die nächste Aufgabe der Metamorphose. Sie lässt sich in einigen Zügen wenigstens auch im Leben verfolgen. In der bisher gleichmäßig undurchsichtigen Masse treten nach dem ersten Tag (nach der von verschiedenen Autoren, z. B. METSCHNIKOFF bei *Halisarca*, erwähnten »Ruhepause«) hellere mehr durchscheinende Stellen auf, theils von rundem, theils von ovalem Umriss und von sehr verschiedener Größe, die runden meist sehr klein, die ovalen meist ziemlich groß. Es sind dies, wie Schnitte auf diesem Stadium zeigen (Taf. 28 Fig. 27), Subdermalräume, Geißelkammern und ausführende Gänge in verschiedenen Entwicklungsphasen. Der Schwamm besteht auf diesem Stadium ebenfalls noch wie bisher aus zwei gut unterscheidbaren Partien, einer untern und einer obern. Letztere enthält unregelmäßige Lacunen (Fig. 27 *sub*), die von denselben hellen Zellen, die das Außenepithellager bilden, begrenzt werden, die Subdermalräume. Die dadurch entstehenden Gewebsbalken werden durch Gallertmasse mit ähnlichen Zellen (den éléments conjonctifs der neueren französischen Autoren) sowie durch solche Zellen mit granulösen Einlagerungen ausgefüllt. Wenn sich hier meine Beobachtungen über die gesonderte Entstehung der dermalen Räume denen von DELAGE und theilweise auch von WILSON anschließen, so ist dies bezüglich der Geißelkammern nicht der Fall. Die Zellen mit Einlagerungen, die allerdings nach Färbung mit Borax-Carmin wie vielkernig aussehen, kann ich mit deren Entstehung nicht in Verbindung bringen, von Kerntheilungsfiguren (4 pag. 655) habe ich nichts wahrnehmen können; vielmehr scheint es mir nach meinen Schnitten,

dass die Kammern unabhängig von diesen großen Zellen mit Nucleolus (wahrscheinlich den formative cells WILSON'S, 18 pag. 515) durch Aggregirung der kleinkernigen, kleinen Zellen entstehen, die in der Larve das wimpernde Epithel gebildet haben und bei der Metamorphose nach innen gerückt sind. In der That sieht man die Mehrzahl dieser Zellen auf diesem Stadium sich zu kleinen runden Hohlräumen gruppieren (Fig. 27 *gk*), die man unbedingt als Kammern ansprechen muss. Andere dagegen arrangiren sich mehr zu großen Lacunen, zu langen Gängen, die man theilweise in Verbindung mit den Kammern sieht, und scheinen mir auf diese Weise die ausführenden Gänge zu bilden. Bezüglich des letzteren Punktes befinde ich mich in Übereinstimmung mit DELAGE, nur dass Dieser alle Wimperzellen der Larve in ausführende Canäle aufgehen lässt, dagegen im Gegensatz zu WILSON, nach dem die Wimperzellen der Larve die Oberhaut des künftigen Schwammes bilden. Ich kann, abgesehen von den dargestellten morphologischen Vorgängen, auch aus den oben erwähnten histologischen Gesichtspunkten (pag. 426) diese Ansicht nicht theilen; andererseits scheint mir die Schwierigkeit, dass sich aus den cylindrischen Geißelzellen der Larve die überaus schlanken Zellen der Kammern durch Contraction bilden, gering, zumal neuerdings ähnliche Formveränderungen am ausgewachsenen Schwamm beobachtet worden sind¹.

Eine vorzeitige Andeutung der Hohlräume des Schwammes, wie dies bei Larven öfters vorkommt, sehe ich in den von mir beschriebenen (oben pag. 419) Lacunen der innern Masse und in den scharf kreisrunden Lücken zwischen den Kernen der äußern Wimperschicht.

Wir haben also auf diesem Stadium schon einen einfachen Schwamm, der aus den zwei Hauptpartien Choanosom und Ectosom besteht, und — es ist nicht uninteressant, sich dies klar zu machen — diese Unterscheidung bestand von vorn herein in der festgesetzten Larve. Das Choanosom liegt nach der Basis zu und enthält außer den Kammern noch die aus dem gleichen Material gebildeten ausführenden Gänge, ferner das Epithel und verbindende Elemente. Das Ectosom befindet sich in ziemlich einfacher Gestalt oberhalb davon und enthält die Subdermalräume, ebenfalls von Epithel überkleidet, sowie die einführenden Gänge. Die Öffnungen dieses

¹ E. A. MINCHIN, Some Points in the Histology of *Leucosolenia clathrus* O. S. in: Z. Anzeiger 15. Jahrg. 1892 N. 391.

zuleitenden Systems zu den Kammern sind allerdings noch nicht gebildet, eben so wenig das Osculum; auch haben sich noch nicht alle kleinen Zellen der Choanomasse vertheilt und geordnet: dennoch lässt sich jetzt schon die morphologisch wichtige Unterscheidung im Bau der complicirten Schwämme genau zeigen, und beweisen, dass sie auch embryologisch schon vorbereitet war.

Die vollständige Ausbildung des Schwammes und seines Canal-systems ist jetzt bald, etwa am dritten Tage vollendet und hat als hauptsächlich wahrnehmbares Moment die Anordnung der Nadeln in Zügen. Schon am lebenden jungen Schwamm sieht man, dass die bisher mehr flachkugelige Form durch hervortretende Nadeln, die das Außenepithel gallertartig vor sich her schieben, unterbrochen wird. Dies tritt immer mehr ein, so dass (Fig. 4) bald die ganze Oberfläche der Larve von solch zackigem Umriss ist, ausgenommen eine ziemlich flache, aber doch aus mehreren Zellschichten und Bindesubstanz bestehende Randpartie (*d*), die jetzt nur noch selten in amöboide Ausläufer endet (*am*). Auch die Subdermalräume und die andern Lacunen werden zahlreicher, die Kammern als kleine runde Höhlen deutlich sichtbar; mitunter kann man sogar an günstigen Stellen in ihnen das Spiel der Geißeln wahrnehmen, allerdings mehr durch die Bewegung im Wasser, ohne Einzelheiten zu erkennen. Durch die zunehmende Vertheilung der Gewebe und die Ausbildung der Hohlräume wird der ganze Schwamm viel weniger kompakt als auf früheren Stadien und bei seiner flachen Form im Leben wenigstens verhältnismäßig durchsichtig, so dass man manche Einzelheiten am unbertührten Object mit starker Vergrößerung beobachten kann.

Bei Einstellung auf den Rand bemerkt man, dass die Nadeln nicht frei herausragen, sondern überall mit einem epithelialen Überzug versehen sind (Fig. 6). Selbst wenn die Nadel sehr weit hervorsteht, ist sie (Fig. 8) nicht nackt, sondern von einem feinen zelligen Überzug bekleidet, der einen deutlichen, im Leben als helles Bläschen schimmernden Kern erkennen lässt. An manchen Stellen wird man außerdem die Schaufelnadeln gewahr (Fig. 6 und 8 *ch*), meist ganz zerstreut, nur selten noch zu zweien oder mehreren zusammenliegend. Ferner zeigen sich eigenthümliche, auf dem optischen Schnitt wie ein Siegelring aussehende Zellen, die an der Stelle, welche dem Stein im Ring entspräche, den Kern tragen (Fig. 6 und 8 *si*). Ob das, was sie umschließen, Gallerte oder Vacuolen oder die Anlage eines künftigen Hohlraumes ist, vermag ich nicht zu

entscheiden. Öfters erkennt man, namentlich an zeltartig vorge-spannten Stellen, auch Subdermalräume (Fig. 6 und 8), von mehr oder weniger flachen Zellen begrenzt. Endlich sieht man einzelne mit Körnern beladene Zellen schon manchmal im Leben deutlich unter der Oberhaut.

So viele Dinge man aber auch hier in unveränderter Lage im Leben sehen kann, die man durch Zerzupfen des erwachsenen Schwammes niemals zu Gesicht bekommt, genaueren Aufschluss erhält man doch nur von Schnitten durch diese Stadien, also etwa am 3.—5. Tage conservirte Individuen. Fig. 28 giebt das völlige Bild eines fertigen Schwammes, der trotz seiner Kleinheit alle Eigenthümlichkeiten und Systeme eines solchen besitzt, und, wie man sich am Wasserstrome überzeugen konnte, auch als solcher fungirte. Die Unterscheidung in Choanosom und Ectosom zeigt sich hier deutlich ausgesprochen: die Circumferenz ist nicht mehr rund, sondern durch die vorwöl-benden Nadeln ziemlich regelmäßig zackig. Diese sind deutlich in Zügen geordnet, noch nicht in solch massiger Weise wie bei den Erwachsenen (Fig. 21), dass eine Nadel dicht neben der andern sitzt, alle durch ein sehr starkes Spongengerüst verkittet, sondern noch in mehr einfacher und primitiver Art. Der Zug wird zunächst nur aus wenigen Nadeln gebildet; alle liegen zwar in gleicher Richtung, aber nicht in gleicher Höhe, Kopf und Kopf, Spitze und Spitze zusammen, sondern staffelförmig parallel (Fig. 28), von begleitenden Zellen zusammengehalten. Durch Färbung mit Orange G. konnte ich diese Zellen etwas von den umgebenden Elementen unterscheiden und bemerkte mit starker Vergrößerung (Fig. 24 *sp.*), dass sie sich zwar im Allgemeinen den »conjunctifs« mit klarem Protoplasma durch ihren Kern mit dem feinen Chromatingerüst und durch das allge-meine Aussehen nähern, dass sie aber durch eine streifige Zeichnung im Protoplasma, die mit der Richtung der Nadelzüge verläuft, sich deutlich als differenzirte Elemente kennzeichnen. Es ist dies erste Entstehen der die Nadeln verbindenden Kittsubstanz wohl dazu geeignet, eine Andeutung über das Auftreten des Spongins in der Phylogense zu geben; meine Beobachtungen stehen in Übereinstim-mung mit den theoretischen Ansichten, die RIDLEY & DENDY hier-über geäußert haben (12 pag. XXIII).

Auch das übrige Gewebe zeigt seine Weiterentwicklung zur definitiven Ausbildung an solchen Schnitten deutlich. Die Masse der kleinen Zellen ist völlig geordnet, die Kammern liegen in großer Anzahl in Gruppen beisammen; andere der kleinen Zellen haben

sich in Gänge und zu größeren Höhlen angelegt. Man sieht solche Gänge mit verschiedenen Wandungen, manche noch aus den kleinen Zellen gebildet, mit Kernen dicht an einander, andere mit flacheren Zellen und dazwischen manche Abstufung. Auf keinen Fall bilden diese Gänge allein die ausführenden Canäle, es kommen ihnen von außen die epithelialen Zellen entgegen, und wo die einen dann anfangen und die andern dann aufhören, ist schwer zu entscheiden. Von den Kammern sieht man einige in die subdermalen Räume sich öffnen. Im Wesentlichen ist so der Bau des fertigen Schwammes vollendet, da auch das *Osculum* auf diesem Stadium gebildet ist. An Schnitten erscheint es als eine sehr weite, sich meist seitlich öffnende *Lacune* von unregelmäßiger Form, die nach innen in Kammern oder in die erwähnten Gänge führt (Fig. 27 u. 28). Im Leben stellt es sich als eine weite Röhre dar, welche bei Einstellung auf die Mitte aus zwei getrennten Lagern von epithelialen dünnen Zellen besteht (Fig. 9 A), die so schmal sind, dass ihr Plasma durch den Kern ganz vorgewölbt erscheint. Diese Zellen scheinen der Contraction fähig zu sein, denn ich habe beobachtet, dass das *Osculum* nicht immer geöffnet blieb, sondern zu Zeiten nach oben eine runde geschlossene Kuppel bildete. Bei Einstellung auf die höchste Stelle zeigte sich dann ganz deutlich ein verschließender Zellüberzug (Fig. 9 B), der jedoch kein vollkommenes Plattenepithel darstellte, sondern aus unregelmäßig amöboiden, durch feine Ausläufer zusammenhängenden Zellen zu bestehen schien, die alle in oder auf einer Grundmasse liegen. Auch das übrige Außenepithel zeigte eine solche Structur, auf die am besten GÖRTE'S Beschreibung (6 pag. 15) passt: »Im Schnitte ein scheinbares Flächenepithel von Zellen, die allseitig mit zugeschärften Rändern zusammenstoßen, am Flächenbild ein weitmaschiges Zellennetz.«

Der Schwamm hat auf diesem Stadium seine größte Abflachung im Verhältnis zu seiner Höhe erreicht. Er besteht zum größten Theil nur aus epithelialen Geweben, also Außenschicht, Kammern und zu- und abführenden Gängen, dagegen nehmen die Zwischensubstanz und deren Zellen wenig Raum ein. Von jetzt ab wächst er jedoch auch an Höhe und Masse, entsprechend der späteren Form der röhrigen *Esperia lorentzi*. Es ist sehr merkwürdig, wie schon die jungen Schwämmchen nach diesen allerersten Tagen die charakteristische Gestalt der erwachsenen annehmen. Junge Exemplare von *Gellius* z. B., wo die erwachsenen drehrunde, verzweigte Massen bilden,

die wie verflochtene knorrige Baumwurzeln auf dem Meeresgrund ausschauen, nehmen schon auf diesem Stadium den charakteristischen Habitus an. Sie zeigen sich, nach vollkommener Abflachung der Larve, sobald sich der amöboide Hof zurückzuziehen beginnt, schon nach kurzer Zeit nicht mehr flach kegelförmig, sondern werden zu horizontal liegenden Cylindern und verzweigen sich bald, so dass schon Exemplare, die nur wenig über 1 mm groß sind, ganz das Aussehen der erwachsenen Form bieten. Andererseits wächst die *Esperia* aus dem flachkegelförmigen Stadium röhrig in die Höhe, eine *Reniera*, die ich beobachtete, breitete sich zur überall gleich dicken Kruste aus u. s. w. Alles das geschieht natürlich in einem Stadium der Metamorphose, nachdem die Abflachung der Larve vorbei ist und die Gewebe sich bereits gesondert haben.

Man kann auf diese Weise verschiedene Perioden der Verwandlung unterscheiden, die schon äußerlich im Leben gut hervortreten und auch von innern Veränderungen entsprechend begleitet sind. Sie markiren sich am besten in vier verschiedenen Stadien:

1. Übergangsstadium, in der Mitte noch Larvengewebe enthaltend, nach außen ein breiter amöboider Hof, zwischen beiden Übergangsgewebe (Fig. 2).

2. Abgeflachtes Stadium; Larvengewebe bereits umgeformt und gegen den Rand hingertickt, letzterer schmal, amöboid (Rand wie Fig. 3, aber Mitte weiter vorgeschritten als dort). Umriss rund, Gestalt sehr flach kegelförmig (1 Stunde).

3. Zurückziehen des amöboiden Randes, Annehmen des definitiven Umrisses (Fig. 22). 1—2 Tage.

4. Definitive Form des Schwammes. Nadeln in Zügen geordnet. Osculum gebildet. Nach dem 3. Tag.

Da sich die hier dargestellten Beobachtungen nur auf eine ganz bestimmte Abtheilung der Monaxonida beziehen, die ja, von den Hornschwämmen abgesehen, die modificirtesten Formen des Typus sind, so scheint es mir nicht rathsam, einstweilen von diesen That-sachen aus allgemeine Vergleiche über die Entwicklung der verschiedenen Schwammgruppen anzustellen oder gar Schlüsse über die Stellung der Spongien im System zu ziehen. Es werden gegenwärtig von verschiedenen Seiten Untersuchungen über die Entwicklungsgeschichte der Schwämme angestellt, und es lässt sich hoffen,

dass in einiger Zeit eine breitere Basis für die Ableitung allgemeiner Folgerungen vorhanden ist, als sie heute besteht.

Neapel, im Februar 1892.

Litteraturverzeichnis.

1. Ch. Barrois, Mémoire sur l'embryologie de quelques Éponges de la Manche. in: Ann. Sc. N. (6) Tome 3 1876.
2. H. J. Carter, On the Origin of the mother cell of spicules in sponges. in: Ann. Mag. N. H. (4) Vol. 14 1874. pag. 100.
3. — On the development of the marine sponges. *ibid.* pag. 321.
4. Y. Delage, Sur le développement des Éponges siliceuses. in: Compt. Rend. Tome 110 1890.
5. — Sur le développement des Éponges (*Spongilla fluviatilis*). *ibid.* Tome 113 1891.
6. A. Gütte, Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte der *Spongilla fluviatilis*. 3. Heft der Abh. zur Entwicklungsgesch. der Thiere. Hamburg u. Leipzig 1886.
7. C. Heider, Zur Metamorphose der *Oscarella lobularis*. in: Arb. Z. Inst. Wien 6. Bd. 1886.
8. C. Keller, Studien über Organisation und Entwicklung der Chalcidien. in: Zeit. Wiss. Z. 33. Bd. 1880.
9. O. Maas, Über die Entwicklung des Süßwasserschwammes. in: Zeit. Wiss. Z. 50. Bd. 1890.
10. W. Marshall, Die Ontogenie von *Reniera filigrana*. in: Zeit. Wiss. Z. 39. Bd. 1882.
11. E. Metschnikoff, Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme. in: Zeit. Wiss. Z. 24. Bd. 1874.
12. S. O. Ridley & A. Dendy, Report on the Monaxonida. in: Rep. Challenger Vol. 20. 1887.
13. O. Schmidt, Zur Orientirung über die Entwicklung der Spongien. in: Zeit. Wiss. Z. 25. Bd. Suppl. 1875.
14. F. E. Schulze, Über den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*. in: Zeit. Wiss. Z. 25. Bd. Suppl. 1875.
15. — Untersuchungen über Bau und Entwicklung der Spongien. 5. Mittheilung. Die Metamorphose von *Sycandra raphanus*. *ibid.* 31. Bd. 1878.
16. — Dasselbe. 6. Mittheilung. Die Gattung *Spongelia*. *ibid.* 32. Bd. 1879.
17. G. C. J. Vosmaer, Spongien (Porifera). in: Bronns Klassen und Ordnungen des Thierreiches. Leipzig u. Heidelberg. 1887.
18. H. V. Wilson, Notes on the Development of some Sponges. in: Journ. Morph. Boston Vol. 5. 1892.

Erklärung der Abbildungen.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Esperia lorentzi*. Taf. 27 enthält Bilder nach dem Leben und nach Macerationspräparaten; Taf. 28 Bilder nach Schnitten und Aufsichtspräparaten. Bei letzterer Tafel sind die Umrisse mit der Camera lucida gezeichnet.

Tafel 27.

- Fig. 1. Larve von *Esperia lorentzi* im Schwimmen, etwas contrahirt, bei halb durch-, halb auffallendem Licht. *a* durchsichtige, wie schraffirt erscheinende Randpartie. *b* völlig undurchsichtiger, aus dichtem Gewebe bestehender Theil. *h* halb durchscheinendes lockeres Gewebe der Mitte, theilweise Hohlraum. *p* hinterer weißlicher Pol mit durchscheinenden Nadeln.
- Fig. 2. Aufsichtsbild der vor Kurzem festgesetzten Larve, in ihrem unteren Theil bereits ausgebreitet, in ihrem oberen noch die ovale Form der Larve zeigend. *am* amöboide Randpartie. *w* runder Theil in Wellenbewegung mit noch wimpernden Zellen. *tr* Übergangszone.
- Fig. 3. Dieselbe Larve eine Stunde später. Abflachung des runden Theils vorgeschritten, amöboider Rand mehr zurücktretend und definitives Schwammgewebe (*d*) zwischen ihm und der Übergangszone (*tr*) gebildet.
- Fig. 4. Schwamm vom dritten Tag; theilweise noch amöboider Rand (*am*), größtentheils definitive Contour (*dc*) mit über die Nadeln gespanntem Außenepithel. *o* Osculum gebildet. Da wo das Gewebe weniger dicht ist, schimmern Subdermaräume (*sub*) und Kammern durch. *d* flache, aber definitive, nicht amöboide Randpartie. (Stadium wie Schnitt Fig. 28.)
- Fig. 5. Ein Stück des sich zurückziehenden amöboiden Randes. *d* definitive Contour. *am* amöboider Theil.
- Fig. 6 u. 8. Stücke der definitiven Randpartie mit über die Nadeln gespanntem Epithel bei stärkerer Vergrößerung; als optischer Schnitt an Stellen, die trotz der Körperwölbung etwas durchsichtiger sind (Schaufelnadeln Fig. 6 *ch* und Bündel von solchen in Auflösung Fig. 8 *ch*). Subdermale Hohlräume mit epithelialer Begrenzung. *si* siegelringförmige Zellen.
- Fig. 7. Randpartie von demselben Exemplar wie Fig. 3, mit stärkerer Vergrößerung. Amöboider Theil nicht mehr so breit, das Schwammgewebe lässt Nadeln und Zellen (*mes*) an günstigen Stellen erkennen. Vergl. Fig. 14.
- Fig. 9. Osculum und Zellen des Außenepithels nach dem Leben.
A. Einstellung auf das Lumen des Osculums, Zellen auf dem optischen Schnitt zusammenhängend.
B. Einstellung auf die obere Wand des geschlossenen Osculums. Zellen nicht zusammenhängend.
- Fig. 10. Periphere Stelle, wimpernder Theil während der Metamorphose. Geißeln nur in Zwischenräumen, flache Zellen wie darüber geschoben erscheinend.
- Fig. 11. Dieselbe Stelle $\frac{3}{4}$ Stunde später, ein Epithel aus Spindelzellen an der Oberfläche.

- Fig. 12. Hinterer sog. nackter Pol der Larve bei stärkerer Vergrößerung, um zu zeigen, dass ein deutliches Zellenlager (*ep*) an ihm auch im Leben zu sehen ist. *a* und *ch* wie in Fig. 1.
- Fig. 13. Isolirte Zellen der freischwärmenden Larve. *a* Zellen der Außenschicht. *int* intermediäre Elemente. *m*₁ Zellen der inneren Masse mit noch unverarbeitetem Material. *m*₂ differenzirte Zellen der inneren Masse. Vergr. 650.
- Fig. 14. Randpartie des kurz angesetzten Schwammes, von demselben Exemplar wie in Fig. 2, bei stärkerer Vergrößerung. Sehr ausgedehnter amöboider Hof, oft weit vorspringende und unter einander durch Querbrücken zusammenhängende Stellen.

Tafel 28.

- Fig. 15. Längsschnitt durch eine freischwärmende Larve. Gewebe nach Schnitten combinirt. Spicula nach einem Präparat gezeichnet. *a* Außenschicht mit vielen Kernen. *m*₁ nicht differenzirte, *m*₂ differenzirte Zellen der innern Schicht. *ch* Schaufelnadeln. *tox* Bogennadeln und zugehörige Zellen. *l* kleinere Lacunen. *h* größere Hohlräume der inneren Masse. *ep* epithelial angeordnete Zellen am Hinterende. *d* deplacirte Kerne am Vorderende. Vergr. 150.
- Fig. 16. Drei auf einander folgende Schnitte durch das Hinterende der Larve. Vergr. 500.
A. die äußerste Decke und epithelial angeordnete Zellen.
B. die Spitzen der Stecknadeln erscheinend.
C. dritter Schnitt. Auch Chelae und seitliches Epithel auftretend.
- Fig. 17. Hinterende der Larve. Vergr. 650. *ch* Bündel der Schaufel zum Theil getroffen. *sp* Bündel der langen Nadeln zum Theil getroffen, sonst Buchstaben wie in Fig. 15.
- Fig. 18 u. 19. Schaufelspicula der erwachsenen *Esperia* und der Larve, um den Größenunterschied zu zeigen. Vergr. 350.
 Fig. 18. die Formen der Erwachsenen nach Isolation.
 Fig. 19. die der Larve im Schnitt (zeigt außerdem die Lage der Kerne am Bündel).
- Fig. 20. Isolirtes Schaufelbündel der Larve, körperlich gezeichnet. Vergr. 650.
- Fig. 21. Lage des Embryos (*e*) im mütterlichen Körper. *m* weiches Gewebe. *tr* von mesodermalen Zellen gebildete Träger. *sp* von Spongina umhüllte Züge von Stabnadeln. Vergr. 50.
- Fig. 22. Aufsichtsbild einer Larve vom 2. Tag, halb als durchscheinend, halb körperlich gezeichnet. *am* amöboider Rand. *b* undurchsichtiges (kleinkerniges) Gewebe. *ep* epitheliale Außenschicht. Vertheilung der langen Spicula. Vergr. 50.
- Fig. 23. Eckstück eines angesetzten Schwammes. Stadium etwa wie 26 u. 27, aber bei stärkerer Vergrößerung, um die Histologie zu zeigen. *ep* epitheliale Außenschicht. *g* Zellen, die sich zu Kammern ordnen. *m*₂ differenzirte und amöboide Parenchymzellen. *m*₃ Parenchymzellen mit neuen Einlagerungen. Vergr. 600.
- Fig. 24. Schnittstück aus dem ausgebildeten jungen Schwamm (Stadium wie 28, um die Histologie, speciell die Spiculazüge zu zeigen. *ep* Epithel an

- der Ansatzbasis. *gk* Geißelkammer. *sp* Zug von spongösen Zellen, die die Spicula begleiten, sonst Buchst. wie Fig. 23. Vergr. 600.
- Fig. 25—28. Schnitte durch vier verschiedene Stadien, von der gerade angesetzten Larve bis zum fertigen Schwamm aus verschiedenen Serien ausgewählt. In Fig. 25 u. 26 ist die Ansatzbasis mitgezeichnet. Vergr. 160.
- Fig. 25. Kurze Zeit angesetzt, die kleinkernigen Zellen (*b*) der Larve eine Masse im Innern bildend. Zellen *m*₁ und *m*₂ wie in der freischwärmenden Larve. *ep* Epithelial-Anordnung der Zellen des vordem hintern, jetzt obern Pols, die sich auf die ganze Larve ausdehnt. *P* Pflanze als Ansatzbasis. *ch* Schaufelbündel, die den entgegengesetzten Pol markiren.
- Fig. 26. Ein anderes Exemplar späterer Periode, einen Tag nach dem Ansetzen. Zeigt, dass nicht die ganze untere Fläche, sondern nur circumscribte Stellen davon (*f*) als Ansatzfüße benutzt sind. Gewebe in Umformung. Zellen *m*₁ und *m*₃ überall. Die kleinkernigen beginnen sich zu arrangiren.
- Fig. 27. Zweiter Tag, Umformung weiter vorgeschritten. Manche der kleinen Zellen noch unregelmäßig (*b*), andere sehr deutliche Kammern bildend, andere begrenzen größere Hohlräume; eben so im oberen Theil des Schwämmchens, der keine Geißelkammern enthält, Lacunen auftretend. *o*. Osculum in Bildung begriffen. *m*₃ Zellen überall reichlich. *sub* Subdermalräume. *gk* Geißelkammer.
- Fig. 28. Junger Schwamm vom 4. Tag (vergl. Fig. 4), zeigt alle Eigenschaften des fertigen Schwammes, aber in einfacher Form, Choanosom und Ectosom. Spicula zu Zügen angeordnet. Kammern (*gk*) und Gänge (*gg*) haben sich in großer Anzahl aus den kleinkernigen Zellen gebildet. Subdermalräume sehr ausgedehnt. Sonst Buchstaben wie oben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Mittheilungen aus der Zoologischen Station zu Neapel](#)

Jahr/Year: 1891-1893

Band/Volume: [10](#)

Autor(en)/Author(s): Maas Otto

Artikel/Article: [Die Metamorphose von Esperia lorenzi O. S. nebst Beobachtungen an andern Schwammlarven. 408-440](#)