

# Die Embryonal-Entwicklung und Metamorphose der Cornacuspongien.

Von

Dr. Otto Maas.

Hierzu Tafel 19—23.

---

## Einleitung.

In meiner Darstellung der Metamorphose von *Esperia lorenzi* hatte ich betont, dass die dabei eintretende Umkehr der Schichten der Larve eine so merkwürdige Thatsache sei, dass ihre Bekräftigung auch durch Beispiele an andern Kieselschwämmen wünschenswerth erscheine, und hatte zu diesem Zwecke meine entsprechenden Beobachtungen an einer *Axinella* und an *Clathria coralloides* kurz angedeutet. — Die weitere Ausarbeitung der Metamorphose, nicht nur an diesen beiden Schwämmen, sondern an Vertretern aller Familien der Cornacuspongia (Monaxonida s. str.) war der erste Zweck meiner ausführlichen hier vorliegenden Arbeit. Der zweite Hauptzweck war, auch das Zustandekommen der Larve aus dem Ei an einer Reihe von Beispielen vergleichend zu untersuchen, um damit einen sichern Boden für die Homologisirung mit den Larven der andern Schwammordnungen zu gewinnen und die von der bisherigen etwas abweichende Auffassung des Schwammkörpers als eines im erwachsenen Zustande wohl dreischichtigen, dem Wesen nach aber doch nur zweiblättrigen Organismus zu stützen, die ich an andrer Stelle ausgesprochen hatte (44).

Mittlerweile ist die ausführliche und von glänzenden Abbildungen begleitete Arbeit von Y. DELAGE (10) erschienen, die die Metamorphose

und Umkehr der Schichten von verschiedenen Typen der Kieselhornschwämme, nämlich: *Spongilla*, *Esperia*, *Reniera* und *Aplysilla* behandelt, die aber von den vorläufigen Mittheilungen dieses Autors über denselben Gegenstand (8, 9) in manchenn Punkte nicht unwesentlich abweicht. Nachdem er dort die Geisselkammern der *Esperia* von Zellen der mittlern Schicht durch Theilung hergeleitet hatte und für die Geisselzellen der Larve eine Verwendung als Auskleidung der ausführenden Canäle darstellte, werden jetzt nach ihm, wie auch ich in meiner Arbeit (43) gesagt habe, die Geisselzellen der Larven zu den Geisselzellen der Kammern. Dieser Verwendungsprocess findet bei allen vier von ihm untersuchten Arten statt, nur dass er nicht direct vor sich geht, sondern dass die Geisselzellen zuerst (entweder alle, oder nur in grösserer oder geringerer Zahl) von amöboiden Zellen gefressen und nachher als Zellen der Kammern wieder ausgestossen werden.

Dass meine Untersuchungen in vielen Punkten sehr mit den seinigen übereinstimmen und mit meiner ersten Darstellung von *Spongilla* nicht zu vereinbaren sind, habe ich schon in meiner frühern Arbeit über *Esperia* erwähnt (43, p. 409)<sup>1</sup>). Ich habe mittlerweile

---

1) Da DELAGE'S im Jahre 1893 erschienene Arbeit im Jahre 1892 gedruckt und vom December 1891 datirt ist, meine damalige Arbeit im Februar 1892 abgeschlossen wurde und im Juni 1892 herauskam, so hat sie DELAGE, wie es scheint, nicht mehr berücksichtigen können. Nichtsdestoweniger wäre wohl eine Erwähnung meines *Esperia*-Aufsatzes in einer Anhangsnote am Platz gewesen, um so mehr als meine *Spongilla*-Darstellung ausführlich kritisirt wird. Um so erstaunter war ich daher, eine erst nach Vollendung dieser Arbeit erschienene Note DELAGE'S (in: Arch. Zool. Exp. 1893) zu lesen, worin er sich beklagt, dass ich ihn ungenügend citirt und seinen vorläufigen Mittheilungen nichts Wesentliches hinzugefügt habe. Den Fachgenossen, die die letztern und meine *Esperia*-Arbeit kennen, möchte ich die Entscheidung darüber überlassen, da mir persönlich solche Prioritätsstreitigkeiten durchaus fern liegen, und will nur nochmals die Verschiedenheit seiner vorläufigen Mittheilungen von der ausführlichen Arbeit hervorheben. Sehr verwarren möchte ich mich aber gegen die Art und Weise, wie DELAGE meinen zweiten Aufsatz „über die Auffassung des Spongienkörpers“ (44) behandelt, der ebenfalls lang vor seiner Arbeit erschienen war, und wonach darin nichts weiter als eine nochmalige Beschreibung des Zurückziehens der Geisselzellen enthalten sein soll. Dies ist vielmehr in dem betreffenden Aufsatz nur Nebensache, in Wahrheit handelt es sich darin um eine Auffassung des sog. Mesoderms der Spongien, wie sie in DELAGE'S Mittheilung gar nicht enthalten war, wie sie aber

meine Präparate und Beobachtungen des Süßwasserschwamms durch Vergleich mit dem marinen Material einer Revision unterzogen und bin in der That durch diesen Vergleich zu wesentlich andern Deutungen gelangt als früher. Ich werde darauf in einem speciellen Capitel zurückzukommen haben.

Wenn ich also trotz der Uebereinstimmung meiner neuern Untersuchungen (43, 44) mit DELAGE's jüngster Schrift (10) abermals mit einer Arbeit über die Embryologie der Kieselschwämme hervortrete, so geschieht dies aus verschiedenen Gründen. Erstens kann ich als neues und von DELAGE nicht studirtes Moment auch die Entwicklung vom Ei an bringen, zweitens bestehen doch auch einige nicht unwesentliche Differenzpunkte zwischen der DELAGE'schen und meiner eigenen Darstellung der Metamorphose, und drittens endlich verlohnt es, die so eigenthümliche Verlagerung der Schichten, bei der DELAGE und ich zwar übereinstimmen, die aber doch wohl zuerst von Manchem bezweifelt wurde, an recht zahlreichen Beispielen zu constatiren. Und die von mir untersuchten Arten sind völlig andere wie die DELAGE's.

Je mehr die Entwicklungsgeschichte in die Breite gegangen ist, desto mehr hat es den Anschein, als seien die Unterschiede innerhalb einer einzelnen Gruppe viel grösser, als man meist annahm, und als habe man öfters zu früh mit andern Gruppen homologisirt. Ich habe mich deswegen bemüht, ehe ich an den Vergleich mit andern Schwämmen herantrat, aus allen Familien der Cornacuspongia Vertreter zu finden und deren Embryologie zu studiren, und habe dabei in der That gesehen, dass zwischen den Larven grosse Verschiedenheiten existiren und es nur dann, wenn man eine ganze Reihe verschiedener Arten kennt, möglich ist, zu sagen, was das Essentielle in ihrem Bau ist, und die Zugehörigkeit und Bedeutung dieser oder jener Zellsorten zu bestimmen.

Ich habe das Material, das ich hier gebe, so ausgewählt, dass sowohl nach dem System RIDLEY u. DENDY's wie nach dem VOSMAER's sämtliche Untergruppen der Cornacuspongia behandelt werden. (Den Ausdruck Monaxonida will ich deswegen nicht gebrauchen, weil die darunter fallenden Clavulina, wie diese Autoren selbst an-

---

zu meiner Freude sich ganz ähnlich in seiner ausführlichen Arbeit findet, und ferner um den Vergleich mit *Sycandra*, der DELAGE früher ebenfalls misslungen war.

geben, den Tetractinelliden viel näher stehen, und weil ich auch noch Hornschwämme in meine Betrachtung ziehen möchte.) — Obwohl nun auch alle Familientypen VOSMAER'S in meiner folgenden Darstellung ihre embryologische Abhandlung finden, so folge ich doch, wie es mich der Bau der Larven lehrt, der Eintheilung von RIDLEY u. DENDY.

Nach Ausschluss der Potamospongia unterscheiden diese:

1. *Homorhaphidae* mit den Subfamilien *Renierinae* und *Chalininae*.
2. *Heterorhaphidae*.
3. *Desmacidonidae*.
4. *Axinellidae*.

Nach der Ansicht, die ich mir, von den Larven ausgehend, über die Verwandtschaft dieser Gruppen abgeleitet habe, stehen sich 1 und 2 unter einander näher und bilden eine Gruppe, ebenso 3 und 4, und die Hornschwämme schliessen sich an die erstern an. Bei der Reihenfolge meiner Darstellung beginne ich aber, um an Bekanntes anzuschliessen, mit der Gruppe 3 und 4. Ich gebe daher zunächst die Metamorphose der Larve von *Axinella* als Beispiel von 4, dann als Beispiel von 3 die Entwicklung aus dem Ei der ebenso gebauten Larve von *Myxilla rosacea*; ferner als Beispiel von 2 die Metamorphose von *Gellius*, die etwas verschieden ist, und für 1 die Entwicklung aus dem Ei von *Chalinula*. — Andere hierher gehörige Species werden nebenher behandelt werden. Daran schliesse ich die Beobachtungen an Hornschwämmen und werde dann auch der Spongilla vergleichend gedenken, ehe ich meine Einzeldarstellungen zur Homologisirung zusammenfasse.

### Untersuchungsmethoden.

Mein Bestreben bei der Untersuchung ging darauf, möglichst frisches Material in möglichst natürlichen Bedingungen beobachten und conserviren zu können. — Während einer einjährigen Benutzung eines Arbeitsplatzes in der Zoologischen Station von Neapel, für dessen Ueberlassung ich dem Königlich preussischen Cultusministerium meinen Dank sage, habe ich durch die vortrefflichen Einrichtungen dieser Station und durch die unermüdliche, oft gerühmte Gefälligkeit des Herrn LO BIANCO Gelegenheit gehabt, wöchentlich durchschnittlich mehrere Male eine grosse Anzahl von Cornacuspongien zu untersuchen. Von diesen waren zu jeder Jahreszeit eine oder die andere Art, in den wärmern Monaten bis gegen Herbst gleichzeitig mehrere

geschlechtsreif und sandten Larven aus. Ich gebe zum Vortheil der Nachuntersucher darüber unten eine Tabelle<sup>1)</sup>.

Zur Gewinnung der Larven wurden die betreffenden Schwammstücke in grosse und weite Gläser vertheilt, die wieder ihrerseits der Gleichmässigkeit der Temperatur wegen in die Bassins gestellt wurden, das Seewasser in den Gläsern durch Nachgiessen erneuert und für Lichtabspernung gesorgt. Die ausschwärmenden Larven wurden theils mit FLEMMING'scher Lösung (Einwirkung 1 bis 3 Minut.) conservirt, theils zum Weiterzüchten verwandt, die betreffenden Schwammstücke aber nicht länger als 24 Stunden benutzt, da die später ausschlüpfenden Larven nicht mehr normal sind. Von jedem Schwamm wurden grössere Stücke in Alkohol absolutus, kleinere in FLEMMING'scher Lösung conservirt. Bei der Methode mit Alkohol ist darauf zu achten, dass man denselben mehrfach wechselt, zuerst nach 5 Minuten, dann etwa nach einer Stunde, dann etwa nach einem Tage, und dass die betreffenden Stücke in Tuben mit Bindfaden so in der Höhe befestigt sind, dass sie stets in concentrirtem Alkohol hängen, und der mit Seewasser gemischte zu Boden sinkt. Bei dieser Behandlung bleiben sogar die Larven in den Follikeln ohne jede Schrumpfung und mit allen histologischen Details erhalten.

Die zum Züchten bestimmten Larven wurden in grosse flache Glasschalen von 15 bis 30 cm Durchmesser und 3 bis 5 cm Höhe, die mit Seewasser halb gefüllt waren, vertheilt, und diese an lichtgeschützten Orten aufgestellt. Das Wasser darin wurde mehrfach nachgefüllt, nach dem Festsetzen der Larven grösstentheils abgezogen und erneuert. — Ich bin zu dieser Methode gekommen, weil in der Circulation der Aquarien die jungen Schwämmchen sich nicht hielten, sondern rasch von Bakterien überwuchert wurden.

1) Verzeichniss der in Neapel beobachteten Schwamm-larven, nach der Jahreszeit geordnet:

Januar: *Clathria coralloides*.

Februar: *Dictyonella spec.*

März: —

April: *Chalinula fertilis*.

Mai:

Juni: *Reniera rosea*, *R. incrustans*.

Juli: *Reniera spec.*

August: *Myxilla spec.*, *Euspongia officinalis*, *Cacospongia spec.*

September: *Gellius varius*, *Pachychalina spec.*, *Hircinia variabilis*.

October: *Esperia lorenzi*, *Axinella crista-galli*, *Desmacidon spec.*, *Gellius spec.*

November: *Myxilla rosacea*.

December: *Esperia lingua*.

Im Ganzen 18 Species.

Ueber die Schnelligkeit der Umwandlung als Kriterium eines normalen Verlaufs kann ich meine frühern Beobachtungen (42 u. 43, p. 422) wie auch die DELAGE's nur bestätigen.

Nach etwa 3 Tagen kann man schon ein richtiges Schwämmchen mit Poren und Osculum haben; ich habe aber mittels der grossen Glasschalen noch ganz ansehnliche Stücke bis zu 14 Tagen alt und darüber erzielt.

Um einzelne Stadien in bestimmten Momenten fixiren zu können, hatte ich die Schalen mit Paraffin ausgegossen; man konnte alsdann die betreffenden Objecte ausscheiden, in einem Uhrgläschen mit Seewasser herausholen, conserviren, härten und färben, dann das Paraffin lösen und das betreffende Object je nachdem zum Aussichtspräparat oder zum Schneiden verwenden. Ich kann diese Methode als durchaus zuverlässig empfehlen; irgend welche schädliche Einwirkung des Paraffins habe ich nicht wahrgenommen.

Um eine grössere Anzahl von Larven auf einmal zu conserviren, benutzte ich solche Glasschalen, die nicht mit Paraffin ausgegossen waren. Nach Absaugung des Seewassers wurden alle Proceduren mit FLEMMING'scher Lösung, Alkohol und Färbung in der grossen Schale gemacht und dann die sämtlichen darin vorhandenen Schwämmchen (oft waren es über 30), nachdem sie eine Zeit in starkem Alkohol gestanden, nach einander mittels eines Instruments abgesprengt. — DELAGE hat in seiner Arbeit ein ähnliches Verfahren empfohlen (10, p. 421), Loslösung vom grossen Deckglas mit dem Messer. Mir hat ein Platinspatel mit abgerundeten Ecken die besten Dienste geleistet. Es ist auf diese Weise mit einiger Uebung möglich, die jungen Schwämmchen vollständig intact, auch mit Erhaltung des der Unterlage aufsitzenden Epithels abzulösen, natürlich erst nach guter Fixirung und Erhärtung. An Wasserpflanzen setzen sich die verschiedenen Larven sehr ungern an. Ich habe eine ganze Reihe von Algen verschiedener Farbe, von der gewöhnlichen Ulva an, zu diesem Zweck durchprobirt und nur mit *Halymenia dichotoma* solche Resultate erhalten, dass ich Blättchen zum Schneiden zurichten konnte.

Die Beobachtung der lebenden Larven geschah zum grossen Theil in den grossen Schalen vermittels eingetauchter Linsen, theilweise auch an Exemplaren, die sich an eingehängten Deckgläsern oder an der obersten Wasserschicht festgesetzt hatten, oder in Uhrschaalen, die in grössern Schalen schwammen, um kühl zu bleiben. Sehr geeignet ist die letzte Methode, wenn sich die Larven angesetzt haben. Man taucht alsdann die Uhrschaalen in grössere Gläser unter und kann sie

jeder Zeit herausnehmen und nach Wasserabsaugung unter das Mikroskop bringen. Doch sind alle diese Vorrichtungen nur auf kurze Zeit und mit Vorsicht zu benutzen wegen der anormalen Bedingungen, besonders der grellen Belichtung, der die Larven dabei ausgesetzt sind. Gerade für die ersten Stadien des Festsetzens aber genügen sie vollkommen.

Das Conserviren geschah, nachdem ich verschiedene andere Flüssigkeiten nebenher probirt, schliesslich nur noch mit FLEMMING'scher oder mit dessen von HERMANN modificirter Lösung; die Einwirkung dauerte je nach Zweck und Grösse 1—3—6 Minuten. — Zum Durchfärben habe ich die üblichen Mittel angewandt, zumeist Boraxcarmin; zum Nachfärben und zur Hervorhebung verschiedener histologischer Details auch Anilinfarben. Besonders will ich hier nur das Verfahren mit Gentianaviolett und Orange G erwähnen, das von FLEMMING für einen andern Zweck (Centrosomen) angegeben wurde, das aber auch hier zur Differenzirung der verschiedenen Zellelemente gute Dienste thut. Bezüglich des Einbettens und Schneidens habe ich nichts Besonderes zu erwähnen; die Schnittdicke betrug meist 4 bis 5  $\mu$ , für besondere Zwecke auch weniger, für andere Zwecke auch manchmal viel mehr. Wo eine Orientirung vor dem Schneiden nöthig war, geschah sie nach der früher erwähnten Methode (42, p. 530) durch Aufkleben auf Leber.

Gute Einzelbilder von Zellen erhält man durch vorsichtiges Zerklopfen der gehärteten und gefärbten Larven in Glycerin unter dem Deckglas.

Zur Darstellung der Spicula benutzte ich das frühere Verfahren (43, p. 419) mit Eau de Javelle.

Um erwachsene Schwämme zu schneiden, habe ich nicht Entkieselung angewandt, sondern Objecte ausgesucht, die nicht allzu viel Spongien und Nadeln enthielten und nicht von Fremdkörpern durchsetzt waren. — Es sind dies Verhältnisse, die oft bei den gleichen Gattungen in verschiedenen Species wechseln, und die Wahl des günstigen Objects ist hier ebenso wie für die Beobachtung der Metamorphose eine Hauptsache.

Die Arbeit wurde in den Zoologischen Instituten von Berlin und Giessen fertig gestellt. Es ist mir eine angenehme Pflicht, beiden Herren Institutsdirectoren, Herrn Geheimrath Prof. F. E. SCHULZE und Herrn Prof. SPENGLER, für die freundliche Aufnahme und ihr Interesse an meinen Arbeiten meinen besten Dank zu sagen.

---

## Beschreibender Theil.

### 1. Die Metamorphose der Larve von *Axinella crista-galli* *spec. nov.*

Die Schwammspecies, aus der die betreffende Larve stammt, ist neu und bietet in mehrfacher Beziehung Interesse. Ich möchte aber, da ja VOSMAER sie gewiss in seiner Monographie bringen wird, mich hier ebensowenig wie an andern Stellen auf systematische Beschreibung einlassen, sondern nur das geben, was zur Kennzeichnung und Wiederfindung direct nothwendig ist.

Der Schwamm ist von ansehnlicher Grösse, bildet Krusten, die seitlich comprimirt und gewunden sind wie ein Hahnenkamm. Die Oberfläche ist unregelmässig wellig.

Oscula sind unscheinbar, nicht auf Erhebungen oder in Gruppirung stehend.

Farbe ziegelroth bis scharlachroth.

Spicula sind sämmtlich stecknadelförmig, aber von zweierlei verschiedenem Umfang, 1) grössere, die in Zügen liegen, und 2) kleinere, die die Rinde und Oberfläche stachlig machen. Fleischnadeln sind nicht vorhanden.

Das Skelet setzt sich aus diesen Spicula mit Hülfe von viel Spongine in folgender Weise zusammen: die Stabnadeln bilden aufsteigende gefiederte Züge, die sich wiederholt theilen, bis sie zur Oberfläche kommen, dann die Gewebsbalken zwischen den subdermalen Lacunen tragen und nach oben in Bündel kleiner Stabnadeln nach allen Seiten ausstrahlen (Taf. 20, Fig. 16 u. 17). — Diese letztern sind nicht durch Spongine zusammengehalten, wohl aber die tiefern Züge und zwar um so mehr, je näher sie den Stämmen liegen (Taf. 20, Fig. 17).

Canalsystem nach dem dritten Typus. Subdermalräume von besonders starker Entwicklung.

Durch die Abwesenheit jeglicher Mikrosklera und das charakteristische Skelet „aus einer deutlichen festen Axe von parallelen Spicula und locker zusammenhängenden peripheren Spicula“ als *Axinella* gekennzeichnet. Von den bestehenden Arten, speciell von *polypoides* verschieden; der Form und Farbe wegen möchte ich den Namen *crista-galli* vorschlagen.

Die Larven liegen im mütterlichen Körper nicht in ganzen Nestern zusammen, sondern zerstreut und zwar sehr nahe der Oberfläche, so dass sie von aussen leicht gesehen werden, indem sie als ovale Buckel von noch dunklerem Roth als der übrige Schwamm die Rindenschicht desselben deutlich vorwölben. Dennoch geschieht aber das Freiwerden nicht durch Dehiscenz dieser dünnen Rinde, sondern auf dem Wege des Canalsystems. Beim Durchschlüpfen durch dessen

ziemlich enge Ausgangsöffnungen kommt den grossen Larven ihre Formveränderlichkeit und Streckungsfähigkeit sehr zu Statten.

Ihre Grösse ist sehr bedeutend, 1,2 mm im Längs- und 8,0 mm im Querdurchmesser; sie stehen damit in der Mitte zwischen Larven von *Esperia lingua* und *Esperia lorenzi* und gehören zu den grössten überhaupt beobachteten Schwammlarven.

Ihre Farbe ist ebenfalls sehr auffallend, nämlich scharlachroth; nur der nach hinten gerichtete Pol ist etwas heller, ungefähr orange (ähnlich wie die von DELAGE abgebildete *Esperella*-Larve, der sie auch in Bezug auf Spiculation ähnlicher erscheinen als letztere meiner Abbildung von *Esperia*).

Die Bewegung dieser *Axinella*-Larven ist im Vergleich zu allen andern Schwammlarven, die ich kenne, eine ausserordentlich schwerfällige; ihre Cilien sind nämlich im Verhältniss zu dem sehr grossen Körper von nur geringer Länge, und ein Schopf besonders langer Wimpern, wie ihn die Larven anderer Gruppen tragen, der die Bewegung sehr fördert, fehlt hier. Dagegen ist die Contractilität sehr entwickelt; die Larve kann ihre eigenen Dimensionen verändern, ihre Längsaxe sehr vergrössern, so dass sie ihre Breite um mehr als das Vierfache übertrifft, und sich dann wieder zusammenziehen, so dass ihr Längsdurchmesser gleich dem queren ist. Durch diese Art der Fortbewegung und ihre Grösse gleicht sie im Wasser eher einem Wurm als einer Schwammlarve. Eine Scheu vor dem Licht ist ebenfalls sehr ausgesprochen, doch ist die Reaction darauf, wohl wegen der allgemeinen Schwerfälligkeit der Bewegung, nicht so markant wie bei andern Larven.

Die Betrachtung der lebenden Larve unter dem Mikroskop lässt bei auffallendem Lichte die Verschiedenheit der Pole deutlich wahrnehmen, doch ist der hintere hellere Pol nicht so scharf von dem übrigen Gewebe abgegrenzt wie sonst. Der vordere Pol zeigt keine Differenzierung und ist genau wie die Seite der Larve beschaffen. Bei durchfallendem Licht ist der Compactheit der Larve halber fast nichts zu erkennen, auch an der Randpartie nicht. Nur wenn die Larve sich etwas streckt, erkennt man daselbst eine Schraffirung, die die Zusammensetzung des Randepithels aus sehr dünnen Cylindern anzeigt, und man kann die dichtflimmernden, kurzen Geisseln daran schlagen sehen. Wenn die Larve sich ganz besonders streckt, so scheint der epitheliale Zusammenhang etwas gelockert; man nimmt alsdann wahr, wie die peripherischen Enden der einzelnen Geisselzellen etwas auseinandertreten, und kann die einzelne Geissel an jeder Zelle

sehen (Taf. 22, Fig. 52). — Der hintere Pol zeigt ebenfalls cylindrische Zellen in epithelialer Anordnung, jedoch ohne Geissel und nicht so extrem schlank.

Diese Larve, die im Leben so wenig erkennen liess, erwies sich dafür als ein um so günstigeres Object für feine Schnitte, indem bei ihr die Nadelentwicklung gering ist und die histologischen Details, insbesondere die Differenzirung zweier verschiedenen Hauptzellenschichten, besonders klar hervortreten.

Die Larve besteht nämlich, um von einzelnen Besonderheiten zunächst abzusehen, 1) aus einer Schicht von ausserordentlich schlanken, kleinkernigen, geisseltragenden Cylinderzellen, die die Oberfläche mit Ausnahme des hintern Pols ausmachen, und 2) aus einer Masse von viel grössern und grosskernigen Zellen, die, in einer gallertigen Grundsubstanz eingelagert, die innere Masse und das Hinterende der Larve bilden (Taf. 20, Fig. 18).

Die lang gestreckten Cylinderzellen sind ebenso angeordnet, wie es schon von mir und DELAGE für *Esperella* beschrieben worden ist. Sie sind so ausserordentlich gestreckt, dass der Durchmesser ihrer Kerne viel grösser ist als der der Zellen und sich deswegen die Kerne, damit die Zellen neben einander stehen können, mehrschichtig gruppieren müssen. Es kommt dann dadurch, dass die Kerne jeweils in der innern Hälfte der gestreckten Zellen liegen, eine schraffirt aussehende Zone von Zelleibern und eine gleich breite Zone von Zellkernen darunter zu Stande (Taf. 21, Fig. 31), ein Bild, das ein mehrschichtiges Zellenlager vortäuschen könnte, wenn man sich nicht an Zupfpräparaten überzeugte, dass es sich nur um ein einschichtiges Epithel handelt (Taf. 22, Fig. 50). Gleich schlanke Zellen, nur ohne Geisseln, habe ich öfters gefunden, Uebergangselemente dagegen zwischen ihnen und den Zellen der innern Masse nicht. Die Kerne der Geisselzellen sind sehr chromatinreich und färben sich mit den üblichen Mitteln viel intensiver als die aller übrigen Elemente der Larve. Es entsteht dadurch ein, schon bei schwacher Vergrösserung wahrnehmbarer, scharfer Unterschied zwischen der äussern und der innern Schicht der Larve, wie ich ihn bei keiner andern Species so deutlich ausgesprochen gefunden habe. Das rothe Pigment liegt in der schraffirten Zone des Epithels.

Bei der innern Schicht ist zunächst die Grundsubstanz bemerkenswerth; sie ist sehr reichlich entwickelt im Verhältniss zum gesammten Gewebe (Taf. 20, Fig. 18), von starker Consistenz, weniger gallertig als gummiartig zu bezeichnen, so dass man die Larve ohne grossen

Schaden ordentlich quetschen kann und schon mechanische Gewalt ausüben muss, um sie zum Platzen zu bringen, während andere Larven einfach durch Deckglasdruck zerfliessen.

In dieser zähen Substanz eingebettet liegen die Spicula und zwei Hauptsorten von Zellen. Es sind dies erstens solche, die ein grob und ungleich granulirtes Protoplasma besitzen und oft mit tingirbaren Einlagerungen, die unverarbeitetes Nährmaterial darstellen, ausgefüllt sind (Taf. 21, Fig. 31 *ma*<sub>1</sub>). In manchen Fällen zeigen diese Zellen fast keine solchen Dotterkörner, dann aber oft amöboide Ausläufer und können bei lebend zerzupften Larven auf dem Objectträger weiter kriechen. Ihr Kern ist bläschenförmig mit Nucleolus; wo Chromatin wahrzunehmen ist, besteht es aus unregelmässigen Brocken. Auch die Bildner der Spicula haben einen solchen bläschenförmigen Kern, dagegen ist ihr Protoplasma ganz hyalin (vgl. Fig. 7).

Die andere Zellsorte besitzt ein ganz gleichmässiges Protoplasma das erst mit starker Vergrösserung eine feine Granulirung erkennen lässt (vielleicht der Ausdruck der Wabenstructur, vgl. DELAGE) (Taf. 20, Fig. 18, und Taf. 21, Fig. 31 *ma*<sub>2</sub>). Ihr Kern ist meist oval und zeigt ein feines Gerüst, indem das Chromatin gleichmässig vertheilt ist, ohne sich irgendwo anzuheufen. Im Protoplasma ist ausserdem noch eine besondere Differenzirung nachweisbar, die namentlich bei Plasmafärbung mit verschiedenen Anilinfarben hervortritt und dann bei sämmtlichen Zellen dieser Gattung im ganzen Präparate gesehen wird. Es ist dies eine helle, wie eine Vacuole aussehende Stelle, in deren Mitte ein kreisrundes Fleckchen erscheint (Taf. 21, Fig. 31 *ma*<sub>2</sub>, *v*). — Ich habe dieses Bild, nachdem ich einmal darauf aufmerksam geworden, ganz regelmässig gesehen; ob es sich hierbei um Centrosomen handelt, vermag ich nicht anzugeben.

Diese beiden Zellsorten liegen nicht regellos in der Grundsubstanz zerstreut, sondern zeigen eine bestimmte Anordnung. Die mit Dottereinlagerung, die offenbar weniger differenzirten Zellen, die sich in ihrem Aussehen den Blastomeren nähern, liegen im peripheren Theil der Larve nur vereinzelt, im hintern axialen Theil aber ziemlich compact zusammen. Die andern, nämlich die differenzirten Elemente, gehen von hier strahlenförmig aus, so dass sie sich radiär stellen und oft in die Verlängerung der peripheren Geisselzellen fallen (Taf. 20, Fig. 18). Eine Anzahl von ihnen, die sich durch mehr gestreckt-spindelförmige Gestalt auszeichnen, liegt dagegen tangential, und diese Zellen scheinen es zu sein, die vermöge ihrer Anordnung das Zusammenziehen der

Larve bewirken. Wir haben es also sonach mit schon in der Larve entwickelten contractilen Faserzellen zu thun. Nach vorn zu werden auch diese Zellen der zweiten Sorte, die gestreckten wie die sternförmigen, spärlicher (vgl. Fig. 18), und wenn wir uns dies Verhältniss noch ausgesprochener denken, so haben wir ein Bild wie bei *Esperia*, wo eine Art Lücke zu Stande kommt.

Auch die Spicula folgen dieser Anordnung; sie sind alle stab- bis nadelförmig. Auf den ersten Anblick scheinen sie regellos zerstreut, nur am hintern Pol in stärkerer Menge vorhanden zu sein. Mit dem Verfahren der langsamen Zerstörung der Weichtheile ohne Druck (42, p. 419) bekommt man aber Präparate, die besagen, dass die Nadeln ein deutliches Gerüst bilden, das mehr nach der Peripherie zu liegt, im Hinterende in der Axe ziemlich ausgefüllt ist, nach vorn aber einen grossen Hohlraum lässt, gerade da, wo auch die Zellen sehr spärlich werden. Es ist dies eine Anordnung, die nicht leicht aufzufinden ist, die aber für viele Schwämme wiederkehrt und für den Vergleich sich als wichtig erweist (Taf. 23, Fig. 71). Am Hinterende der Larve sind ebenfalls die Zellen mit gleichmässigem Protoplasma und feinstructurirtem Kern zu sehen, jedoch bilden sie hier eine Art Epithel, indem sie mit ihrer grössten Ausdehnungsfläche sich gegenseitig berührend angeordnet sind. Bemerkenswerth ist, dass sich hier auch verschiedene Zellen mit kleinen Kernen finden, wie die der Geisselzellen; es wären diese Larven somit vielleicht ein Uebergang zu solchen, bei denen das Geisselepithel ganz um die Larve herumgeht, doch sind keine Wimpern an dieser Stelle zu sehen.

Ferner ist noch eine Art von Zellen zu erwähnen, die nach Grösse, Form und Aussehen vielmehr den Zellen der innern Masse gleichen, die sich aber zwischen die äussern Zellen in deren epithelialen Verband hinein einschieben. Man könnte sie mit den épidermiques vergleichen, die DELAGE als über den ciliées lagernd beschrieben hat und die erst nach der Metamorphose zu einem Epithel zusammenfliessen sollen. Auf die ganze Auffassung dieser Zellen werde ich noch unten zu sprechen kommen; hier will ich nur erwähnen, dass die bei *Axinella* in Rede stehenden Elemente jedenfalls nicht épidermiques genannt werden können, sondern eher drüsenartig erscheinen. Ihr Kern ist wie der der differenzirten Zellen der innern Masse von einem sehr feinen Chromatingerüst erfüllt (Taf. 21, Fig. 31 *dr*); der Zelleib ist nicht glatt, sondern voluminös, voll von kleinen Granulationen, die oft auf die Oberfläche heraustreten und dort, einem Secret ähnlich, Kügelchen bilden (Fig. 31). Das durch die ganze Anordnung her-

vorgerufene Bild ähnelt ausserordentlich dem eines Drüsenepithels höherer Thiere.

Durch die Anwesenheit dieser Zellen wird an dem bestimmten Eindruck der Zweischichtigkeit nichts geändert.

### Festsetzen und Metamorphose.

Das Larvenleben ist hier wie überall von sehr kurzer Dauer, wenn normale Verhältnisse vorliegen. Die von mir beobachteten Individuen waren sämmtlich im Lauf der ersten 24 Stunden nach dem Ausschwärmen angesetzt. Das Festsetzen geschieht normaler Weise (vergl. darüber 43, p. 423) am vordern Pol, nicht so genau apical wie z. B. bei *Esperia*, aber stets mit dem vordern Drittel der Larve, die sich dann, ohne sich auf die Seite zu legen, sehr schnell ausbreitet, ihre ovale Form verliert und sich abflacht.

Das sich daraus ergebende Bild gleicht dem aller andern Schwämmchen während der Metamorphose. Die Peripherie wird von einem fast hyalinen Hof gebildet, der durch amöboide Bewegung seine Form fortwährend ändert; die Mitte zeigt noch in ihrer Kuppelform die Rundung der Larve und ist hier bei *Axinella* tief roth und ganz undurchsichtig. Zwischen beiden Theilen befindet sich eine Zone von Gewebe, das im Ausbreiten befindlich ist und deswegen etwas weniger undurchsichtig und nicht pigmenterfüllt erscheint. An der kuppelförmigen Mittelpartie sieht man mit auffallendem Licht Wellenlinien verlaufen, die mit dem Abflachungsvorgang in Zusammenhang stehen, und zugleich erkennt man, dass diese Partie, während der Rand schon deutlich amöboid ist, noch flimmert. Doch erlahmt die Geisselbewegung sehr schnell, die einzelnen Cilien werden kürzer, zuletzt erscheinen sie wie amöboide Fortsätze, das Bild der Streifung, wie es durch das Cylinderepithel hervorgebracht wurde, verschwindet, und man gewahrt bald am Rand einen Contour von platten Zellen.

Indem die Cilien nach kurzer Zeit ganz verschwinden, gewinnt man den Eindruck, als ob sich ihre Zellen ins Innere zögen, resp. von platten Zellen überwachsen würden, ganz wie ich es bei *Esperia* nach dem Leben geschildert (43, p. 427, fig. 10 u. 11).

Dass dieser Vorgang, die Zurückziehung sämmtlicher kleinkerniger Geisselzellen ins Innere und ihre Umwachsung durch die Elemente der vormals innern Schicht, wirklich stattgefunden hat, zeigen Schnitte, die durch etwa  $\frac{3}{4}$  Stunde nach dem Ansetzen conservirte Exemplare gefertigt wurden. In Fig. 20, Taf. 20, bilde ich einen solchen, senkrecht zur Unterlage, nicht ganz durch die Mitte geführten

Schnitt ab (in der Mitte selbst ist die Form viel höher gewölbt, aber die Anordnung der Gewebe die gleiche). Dadurch, dass die beiden Schichten sich hier histologisch ausserordentlich scharf unterscheiden, ist das Bild ein ungemein überzeugendes. Die kleinkernigen Geisselzellen liegen im Innern in einer compacten Masse zusammen und werden nach aussen von den früher im Innern liegenden Elementen  $ma_1$  und  $ma_2$  umgeben. Diese sind, wie auch schon in der Larve, in einer sehr reichlichen Gallerte eingebettet, während nach innen zwischen den frühern Geisselzellen keine Bindesubstanz zu sehen ist, sondern Kern an Kern liegt. Durch diese Vertheilung der Gallerte wird das Bild der Umkehr der Schichten noch schärfer (vgl. auch Taf 21, Fig. 33).

Bemerkenswerth ist, dass im abgebildeten Stadium die Umwachsung der kleinkernigen Elemente noch nicht vollständig vor sich gegangen ist, diese letztern vielmehr noch nach der Unterlage zu, sich noch an der Peripherie befinden (Fig. 20 a).

Ein Stadium, das den Uebergangscharakter noch mehr trägt, bringe ich, allerdings nicht von *Axinella*, sondern von *Clathria coraloides*. — Es sei zuvor bemerkt, dass die Larve dieses Schwammes im Bau mit der von *Axinella* principiell übereinstimmt, noch ähnlicher der von *Esperia* ist. Sie besteht aus den nämlichen zwei Hauptgewebsschichten und führt in ihrem Innern gedornete Stabnadeln und Doppelschaukeln. Auch bei ihr tritt der histologische Unterschied zwischen schlanken, epithelartig angeordneten Geisselzellen und den übrigen, in einer Gallerte liegenden Elementen sehr stark hervor. Fig. 19, Taf. 20 ist einer Schnittserie entnommen, die durch eine, einige Minuten nach dem Ansetzen abgefasste *Clathria*-Larve angefertigt ist.

Man sieht, namentlich bei Vergleichung der ganzen Serie, aber auch im einzelnen Schnitt, sehr deutlich den Verschiebungsvorgang der beiden Schichten in verschiedenen Abstufungen. An der untern Seite, dem Ansatzpole zu, zeigen die Cylinderzellen noch ihren epithelialen Verband, aber sie beginnen, wie die Wellenlinien in ihrer Kernschicht zeigen, sich bereits von der Oberfläche zu entfernen. Noch mehr ist dies in den übrigen seitlichen Theilen der Larve zu erkennen. Am entgegengesetzten Pol  $x$ , dem Hinterpol der Larve, bilden, wie dies bereits in dem freischwimmenden Stadium der Fall war, differenzirte Zellen ( $ma_2$ ) die epitheliale Bekleidung; von hier aus setzt sich letztere jetzt über die Cylinderzellen fort, manchmal an den äussersten Stellen noch einschichtig, während an andern Stellen

(ep) bereits eine Reihe von Zellen dieser innern Masse herübergewachsen sind. Dem ganzen Bild nach (Fig. 19) zeigt sich in diesem Vorgang eine bestimmte Richtung; man gewinnt den Eindruck, als ob die Zellen der früher innern Masse um die Ecken, da wo in der Larve das Cylinderepithel aufhört ( $x_1$  u.  $x_2$ ), herumstrébten und von innen nach aussen flössen. Nach den Stadien, die ich erhalten habe, muss ich annehmen, dass die Verlagerung der Schichten vom hintern Pol aus mit ihrer ganzen Masse erfolgt und nicht an der ganzen Peripherie zellenweise vor sich geht.

Mit sehr starken Vergrösserungen bemerkt man, dass die vorher lang gestreckten Cylinderzellen ihre Form etwas geändert haben (Fig. 32, Taf. 21). Wo dieselben noch wie in der Larve die Peripherie bilden, zeigen sie auch noch die gleiche Anordnung, die Kernzone, die schraffierte Aussenzone, und sie tragen Geisseln (Fig. 32 a). Wo sie aber bereits von differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) überwachsen sind, da ist die epithelartige Anordnung, deren Ausdruck die Schraffirung ist, mehr oder weniger verloren gegangen. Auch sind die einzelnen Cylinderzellen nicht mehr so lang gestreckt, und ihr Protoplasma hat sich bei einigen ganz um den Kern zurückgezogen (Fig. 32  $a_1$ ).

Dies sind die Stadien, die im Leben schon den Eindruck hervorrufen, als zögen sich die Geisseln ins Innere zurück. Wo letztere kürzer werden, nähern sie sich in der Form amöboiden Fortsätzen, und diese sind von den gleichen Gebilden, wie sie bald darauf die Epithelzellen ( $ma_2$ ) aussenden (Fig. 32), nicht zu unterscheiden. An denjenigen Stellen, wo die Umformung am weitesten vorgeschritten ist, liegen nicht nur epitheliale, sondern auch andere Elemente der früher innern Masse ( $ma_1$ ) nach aussen von den Cylinderzellen, und die Cylinderzellen selbst sind zu unregelmässigen Gebilden geworden, die jetzt wie früher sehr wenig Protoplasma im Verhältniss zum Kern aufweisen.

Noch besser treten diese Veränderungen an dem etwas weiter fortgeschrittenen Stadium direct nach der Metamorphose hervor (*Axinella* siehe oben u. Fig. 20). In der innern Masse sieht man auch bei starker Vergrösserung (Taf. 21, Fig. 33) nichts weiter als die Kerne der vormaligen Cylinderzellen ( $a$ ); nur hier und da eine amöboide Zelle ( $am$ ) mit Einlagerung; alles Andere, sogar die Spicula liegen nach aussen zu, letztere meist in tangentialer Richtung; nur wenige Nadeln ragen, von Zellen ( $ma_2$ ) begleitet, bereits in die kleinkernige Masse hinein (Fig. 20, Taf. 20).

Es ist bemerkenswerth, dass schon auf diesem Stadium ein Theil

der Elemente der früher innern Masse den endgültigen Zustand, wie er auch im erwachsenen Schwamm besteht, erreicht hat. Es sind dies diejenigen von den differenzirten Zellen ( $ma_2$ ), die jetzt das äussere Epithel bilden. Eine grosse Anzahl histologisch ganz ähnlicher Elemente liegt indess noch unterhalb derselben und unterscheidet sich von ihnen einstweilen durch nichts als die Lage. Es sind das diejenigen Zellen, die später theilweise ebenfalls epitheliale Lagerung gewinnen, als Auskleidung von Cavitäten, theils aber als Bindegewebs- und contractile Faserzellen in der Gallerte zurückbleiben. Was noch ausserdem übrig ist, sind die amöboiden Zellen mit dem bläschenförmigen Kern und Nucleolus ( $ma_1$ ), die auch im erwachsenen Schwamm als Wanderzellen fungiren. Alle diese Elemente aber mitsammt den Spicula liegen als zusammenhängende Masse noch um die Menge der kleinkernigen herum, so dass wir einstweilen, wie in der Larve, zwei Schichten, nur in umgekehrter Lagerung wie dort, vor uns haben. Die gegenseitige Durchwachsung beider jetzt noch getrennter Schichten, deren Elemente doch später eine morphologische Zusammengehörigkeit gewinnen, ist die nächste Aufgabe der Metamorphose.

Diese folgenden Veränderungen spielen sich im Innern ab, sind weniger markant und gehen auch etwas langsamer vor sich. Es entsteht dadurch für das Auge des Beobachters eine „Ruhepause“, die jedoch nur scheinbar ist. Allerdings sieht man bei Betrachtung des lebenden Thieres von jetzt ab etwa 12 bis 24 Stunden lang keine wesentliche Veränderung. Der amöboide Hof breitet sich noch etwas aus, die Hauptmasse des Schwämmchens flacht sich noch ein wenig ab, erscheint aber immer noch opak wie zuvor, höchstens wird die rothe Farbe etwas blasser; kurz, der äussere Eindruck bleibt derselbe bis ungefähr einen Tag nach dem Ansetzen, wo zuerst durchscheinende Lücken im Gewebe auftreten. Im Innern aber sind vor dieser Zeit wichtige Veränderungen vor sich gegangen, wie Schnitte lehren, die von solchen Stadien, etwa 10 Stunden nach dem Ansetzen, gewonnen wurden (Taf. 20, Fig. 21); es hat nämlich die Durchwachsung der beiden Zellschichten ihren Anfang genommen. Dies zeigt sich am offenbarsten zunächst an den Spicula. Während diese auf den frühern Stadien meist tangential und unregelmässig ausserhalb der kleinkörnigen Elemente liegen, gewinnen sie jetzt eine mehr radiär zur Oberfläche gerichtete Stellung und gelangen auch in die kleinkernige Masse bis zur Unterlage herab (Fig. 21 *sp*). Mit ihnen zugleich wachsen Zellen, die sie stets begleiten, in dieses Gewebe hinein. Es sind dies ebenfalls differenzirte Elemente ( $ma_2$ ); doch nimmt ihre histologische

Structur bald ein noch weiter ausgezeichnetes Gepräge an, so dass man diese an Spicula liegenden Zellen von den übrigen Bindezellen unterscheiden kann. Am weitesten in der innern Masse verbreiten sich ihrer Natur nach die amöboiden Zellen; sie kommen auch mitten unter die kleinkernigen Zellen zu liegen und zeigen dadurch ebenfalls die gegenseitige Durchwachsung beider Schichten an. Oft enthalten sie starke Einlagerungen, und man könnte in der That, namentlich bei schwacher Vergrößerung, den Eindruck gewinnen, als seien diese Einlagerungen ähnliche oder gleiche Gebilde wie die Kerne der kleinkernigen Zellen der innern Masse. Diese Elemente sind aber so klein, dass sich selbst an dünnsten Schnitten, auch von  $3 \mu$ , nicht mit Sicherheit unterscheiden lässt, ob solche kleine Kerne in oder auf einer amöboiden Wanderzelle liegen. Auf die Frage, ob wir hier in einzelnen Fällen einen Fressprocess vor uns haben, werde ich noch unten kommen; von morphologischer Wichtigkeit ist dies jedenfalls nicht; denn es sind überhaupt nur eine verschwindende Anzahl von kleinkernigen Zellen, die ein solches zweifelhaftes Verhalten zeigen, die grösste Mehrzahl von ihnen ist frei und ohne Verbindung mit den amöboiden Wanderzellen. Die kleinkernigen Zellen selbst zeigen einen nur schwach entwickelten Plasmakörper in Form einer schmalen Zone um den Kern; sie liegen so gedrängt, dass sie sich gegenseitig berühren müssen; ob damit eine Art Syncytium sämtlicher Zellen hergestellt wird, lasse ich dahingestellt.

Im obern Theile des Schwammes beginnen sich die gestreckten und differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) etwas zu ordnen, indem sie sich theils nach der Peripherie zu näher aneinanderlegen, theils nach innen zu verschieben und dadurch zwischen drin einen lichter, von viel weniger Zellen ausgefüllten Raum lassen (Fig. 21 *su*). — Es ist dies die erste Andeutung der subdermalen Cavitäten, die auch im Leben als ein Hellerwerden zu beobachten ist (s. oben).

Die Ausbildung dieser Subdermalräume sowie aller übrigen Hohlraumssysteme ist der nächste Fortschritt, den uns die Metamorphose liefert. Dass gerade die Subdermalräume noch vor den ausführenden Gängen und vor den Kammern in der innern Masse sichtbar werden (gewöhnlich geschieht dies gleichzeitig), hat jedenfalls darin seinen Grund, dass diese Räume bei *Axinella crista-galli* eine excessive Entwicklung im erwachsenen Schwamm gewinnen, während die ausführenden Gänge nebst der Cloake viel weniger umfangreich und auch die Oscula kaum ins Auge fallend sind. Dies ist aber für die Morpho-

logie nicht wesentlich; im Grossen und Ganzen erfolgt die Entwicklung der einführenden Cavitäten sowie der ausführenden gleichzeitig aus lauter einzelnen getrennten Anlagen, die erst nachträglich mit einander in Verbindung kommen.

Das Auftreten aller dieser Lacunen ist schon im Leben sichtbar dadurch, dass der Schwamm immer durchscheinender wird und zu gleicher Zeit, ohne seine Masse zu vermehren, an allgemeiner Ausdehnung zunimmt. Eine richtige Vorstellung von diesen Vorgängen lässt sich aber nur an Schnitten gewinnen. Man sieht alsdann (Taf. 20, Fig. 22), dass sich jetzt aus den vorher dünnen Stellen im obern Theil des Schwämmchens richtige Hohlräume gebildet haben (*su*), die von epithelialen Zellen ausgekleidet werden.

Gleichzeitig formen sich dadurch in diesem obern Theil des Schwämmchens, dem Ectosom, zwischen den Hohlräumen die Gewebsbalken der Rinde, welche Stützelemente, nämlich Bindegewebszellen in allen Richtungen und radiär gestellte Spicula aufweisen.

Die Lacunen innerhalb der kleinkernigen Zellenmasse sind noch nicht so weit vorgeschritten und treten auch im bald folgenden Stadium noch sowohl durch geringern Umfang wie durch weniger scharfe Begrenzung nicht so hervor wie die oberflächlichen Cavitäten (Taf. 20, Fig. 23). Namentlich durch den Mangel eines deutlichen Epithels unterscheiden sie sich auf diesem Stadium von den einführenden Räumen und sind einstweilen bloss Lacunen in der kleinkernigen Masse (Fig. 23 *ex*). Die Frage, wie überhaupt ihr Epithel gebildet wird, ist nicht leicht zu entscheiden; gerade weil noch auf diesem Stadium die Begrenzung der ausführenden Lacunen durch kleinkernige Zellen (*a*) geschieht, sollte man meinen, dass nach einer Umformung derselben zum glatten Epithel dieses Verhalten auch im erwachsenen Schwamm zutrefte. Dem ist aber nicht so; denn die kleinkernigen Zellen, also die Wimpermutterzellen der Larve, gehen sämmtlich in Zellen der Kammern auf.

Während auf dem frühern Stadium sich nur ganz wenige von ihnen zu Gruppen zu ordnen begannen, sieht man auf diesem Stadium (Taf. 21, Fig. 34) die Kammerbildung in verschiedener Abstufung. Die vorher regellos gelagerten kleinen Zellen beginnen sich in bestimmter Weise zusammensetzen; es bilden sich aus ihnen lauter kleine Gruppen von etwa zehn Zellen auf dem Schnitt, die je eine Kammer vorstellen und in sich einen Hohlraum erkennen lassen. Wie die histologische Veränderung, die Bildung des Kragens vor sich geht, habe ich bei der Kleinheit des Objects nicht wie DELAGE verfolgen

können; dass aber aus einer schlanken Geisselzelle der Larven durch Contraction des Plasmas die Geisselzelle der Kammer wird, ist kein schwer zu fassender Vorgang, zumal neuerdings Formveränderungen bei ausgebildeten Kragenzellen beschrieben worden sind.

Solche kleine Kammern liegen oft zu vielen an einer grössern Höhle, deren Auskleidung meist noch von eben solchen kleinkernigen Zellen gebildet wird. Diese letztern zeigen aber dann keine epitheliale Anordnung, sondern sind nur zusammengedrückte Reste von Elementen, die noch nicht zu Kammern gefügt sind. In Wirklichkeit wird das Epithel nunmehr von ähnlichen differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) gebildet, wie sie auch die Auskleidung der Subdermalräume ausmachen, und dieser Process wird durch die vollkommene Durchwachsung beider Zellschichten angebahnt. Er ist, wie starke Vergrösserung erkennen lässt (Taf. 21, Fig. 34), nicht unähnlich dem Darüberschieben der platten Zellen über die kleinkernigen bei der Metamorphose. Auch hier bilden diese letztern zunächst die Aussenlage, werden aber von den andern überwachsen und ziehen sich nach innen zurück. An der Verschiedenheit der Kerne, namentlich an deren Grösse erkennt man deutlich, dass die Auskleidungszellen ganz andere Elemente sind als die kleinkernigen ( $a$  u.  $ma_2$ , Fig. 34).

Die Subdermalräume sind auf diesem Stadium vollständig gebildet und von einem Plattenepithel ausgekleidet. Eigentlich erscheinen sie wohl nur auf den Schnitten von einander getrennt; durch Combination einer ganzen Serie bemerkt man, dass in Wirklichkeit überall Verbindungen vorhanden sind. Wir haben somit einen einzigen subcorticalen Hohlraum, der immer nur da unterbrochen ist, wo die Nadelzüge, von entsprechenden Gewebsbalken begleitet, zur Oberfläche gelangen. Die Gewebsbalken der Rinde schliessen ausser der Gallerte in dieser eingebettete, contractile Faserzellen und Bindegewebszellen ein. Besonders unterhalb der Haut bemerkt man Ansammlungen solcher Zellen mit äusserst feinen, doppelt färbbaren Einlagerungen; diese Körner sind aber von den innerhalb amöboider Wanderzellen ( $ma_1$  =  $am$ ) liegenden leicht zu unterscheiden. Die Zellen, die die Spicula begleiten, sind ebenfalls vom Typus der gewöhnlichen differenzirten Elemente ( $ma_2$ ) etwas abweichend geworden. Ihr Kern ist im Verhältniss grösser, das Chromatinnetz in demselben äusserst fein und reich verzweigt, und ihr Plasma zeigt Streifungen (s. Tab. 21, Fig. 39). Es sind dies die Zellen, die eine spongion-ähnliche Substanz ausscheiden und dadurch die Nadeln zu Zügen zusammenhalten (Taf. 20,

Fig. 23 *sp*<sub>1</sub>). Es giebt Schwämme, bei denen es Zeit Lebens bei diesem Stadium bleibt, wo also kein richtiges Spongium entwickelt wird, dennoch aber Nadelzüge bestehen, die allzeit nur von solchen Zellen (*ma*<sub>3</sub>) eingehüllt werden. Hier dagegen kommt es frühzeitig zur Abscheidung von Spongium ausserhalb der Zellen. Zum deutlichen mikroskopischen Nachweis empfiehlt sich Orange G, das diese Zellen (*ma*<sub>3</sub>), noch ehe Spongium für sich erscheint, sehr deutlich macht und auch im erwachsenen Schwamm die Kittsubstanz stark differenzirt, gegenüber der ursprünglichen rothen oder blauen Vorfärbung. — Ausser den radiären Hauptzügen sieht man, von ihnen abgehend, an jungen Schwämmchen noch seitliche Züge zweiter Ordnung, wie sie auch im erwachsenen Schwamm bestehen (Taf. 20, Fig. 17, 23, 24 *sp*<sub>1</sub> u. *sp*<sub>2</sub>), und ferner sind, davon nach der Oberfläche zu ausstrahlend, weitere, einzel liegende Nadeln vorhanden (Taf. 20, Fig. 24 *sp*), die nicht von Zellsträngen begleitet werden, sondern unregelmässig stachlig an der Oberhaut hervorstehen. Auf der Unterfläche ruht das Schwämmchen nur mit seiner Randpartie, indem es hohl aufsitzt. Dieselbe besteht in ihrem periphersten Theil nur aus einer Schicht von amöboiden Epithelzellen (Fig. 24 *R*), wird aber nach innen mehrschichtig mit dazwischenliegender Gallerte und Bindegewebe (s. Fig. 24 *R*, *F*).

Amöboide Wanderzellen kommen in allen Theilen des Gewebes noch in grösserer Zahl vor; bald mit, bald ohne Einlagerungen, stets aber mit bläschenförmigem Kern und Nucleolus und ungleichmässigem Protoplasma (Fig. 34, 35 *am*). Aus ihnen, nicht aus den differenzirten Zellen (*ma*<sub>2</sub>) gehen die Geschlechtszellen des Erwachsenen hervor.

Zur völligen Ausbildung des Schwammkörpers fehlt diesem Stadium, das etwa der Zeit vom 1. bis 2. Tag entspricht, noch die Verbindung der Hohlräume unter sich und mit der Aussenwelt, also die Bildung von Poren und Osculum und das Ein- und Austreten des Wasserstroms.

Diese Oeffnungen treten gewöhnlich am 3. Tage auf und lassen sich schon im Leben beobachten; namentlich sieht man die Poren da häufig, wo Nadelzüge das Epithel zeltstangenartig vorge-dacht haben. Zu den Seiten solcher Stangen kann man dann kleine rundliche Oeffnungen von wechselnder Form erkennen, die sich öffnen und schliessen. Dieselben scheinen nur von einer Zelle gebildet zu werden; an Schnitten ist das schwer nachweisbar (Taf. 21, Fig. 36), aber alle Aufsichtsbilder sprechen dafür (Fig. 37). Sie führen in die geräumigen Subdermalhöhlen, wie es aus Fig. 24 und Fig. 36 ersicht-

lich ist. An diesen Subdermalhöhlen, direct oder durch einen unregelmässigen Gang mit ihnen verbunden, sitzen die Kammern. Die Communication der Kammern mit diesem Raum, der eigentliche Kammerporus im Gegensatz zum Hautporus, ist ausserordentlich fein (vielleicht sind es mehrere), manchmal gar nicht sichtbar, jedenfalls immer nur eine verschwindend kleine Lücke zwischen den einzelnen Kragengeisselzellen; die Communication der Kammern mit den abführenden Lacunen dagegen ist weit, niemals durch einen trichterförmigen Gang gebildet (Fig. 35, Taf. 21). Diese abführenden Lacunen liegen im Schwamm unterhalb des Systems der subdermalen Hohlräume (vergl. Taf. 20, Fig. 24 *ex u. su*), und zwischen beiden haben wir ein kammerbergendes Parenchym. So sind auf diesem Stadium die beiden Hohlräumssysteme des Schwammes, das einführende und das ausführende, durch Form wie durch Lagerung deutlich verschieden.

Die ausführenden Lacunen sammeln sich zu einer einzigen grössern (man kann die Communication durch Vergleich der ganzen Serien constatiren) und führen dann in einem ziemlich senkrecht aufsteigenden Cloakenrohr hinaus (Fig. 24 *C7*). Dieses Endstück der ausführenden Canäle leitet nach der Oberfläche in das freie Wasser, ohne mit den Subdermalräumen zu communiciren, vielmehr ist es von diesen durch Gewebsbalken getrennt, die ebenso wie das Gewebe der Rinde von zwei Epithellagern mit dazwischen in Gallerte eingebetteten Bindegewebszellen gebildet werden. Das Osculum ist ebenfalls formveränderlich, seine äussere Wandung besteht auf diesem Stadium aus epithelartigen Zellen, die der Contraction fähig sind und die Oeffnung dadurch völlig schliessen können. Solche Zellen sind in grosser Menge daselbst angehäuft (Taf. 21, Fig. 38), später treten sie aus dem epithelialen Verband in die Tiefe und bilden so den Sphincter.

Die Züge der Spicula sind jetzt noch ausgesprochener und zeigen den Charakter der Axinelliden, ein durch Spongin zusammengehaltenes inneres Skelet mit Verzweigung, das nach aussen in einzelnen Nadeln ausstrahlt.

Die vier Hauptabschnitte der Metamorphose, die ich bei *Esperia* nach dem Aussehen des lebenden Objects abgegrenzt (43, p. 436) und an ungefähre Zeitintervalle geknüpft hatte, lassen sich auch hier sehr deutlich am Schnittmaterial unterscheiden:

1. Das Stadium während der Umkehrung der Schichten, Metamorphose im engern Sinn (noch innerhalb der ersten halben Stunde).

2. Umkehr der Schichten vollendet; die äussere Schicht bildet auch den amöboiden Rand; beide Schichten stellen sich getrennt von einander als compacte Massen ohne Hohlraum dar (nach einer Stunde).

3. Von der 1. Stunde bis über den 1. Tag hinaus. Gegenseitige Durchwachsung der Schichten (äusserliche Ruhepause) bis zum ersten Auftreten von Hohlräumen.

4. Vom Beginn des 2. Tages an Bildung dieser Hohlräume, also der subdermalen, der ausführenden und der Kammern bis zur völligen Ausbildung des Canalsystems, das durch Porus und Osculum mit der Aussenwelt in Verbindung tritt. Fertiger Schwamm mit in Zügen angeordneten Nadeln am 3. Tag.

### Vergleich mit frühern Beobachtungen.

Es erscheint wünschenswerth, die hier von *Axinella* gegebene Darstellung der Metamorphose, bei der das Schicksal der einzelnen Elemente der Larve bis zu den Organsystemen des jungen Schwammes verfolgt werden konnte, mit den bis jetzt von Kieselschwamm-Larven gewonnenen Resultaten in Vergleich zu bringen. Dabei sollen jedoch zunächst nur diejenigen Cornacuspongien berücksichtigt werden, die in die gleiche Gruppe wie *Axinella* gehören; es sind dies diejenigen Species, die in den RIDLEY & DENDY'schen Familien der *Desmacidonidae* und *Axinellidae* unterzubringen sind (s. o. S. 334) und deren Larven am Hinterende keinen Pigmentfleck und keine Krone besonders starker Cilien aufweisen.

Die vorstehend beschriebenen Larven von *Axinella* und *Clathria* sind neu. Im Ganzen sind die Beobachtungen in dieser Gruppe spärlich und, abgesehen von der allerjüngsten Zeit, weniger in zusammenhängenden Darstellungen als in gelegentlichen Notizen niedergelegt. Hierbei zu nennen sind Bemerkungen von METSCHNIKOFF über *Esperia* und *Raspailia* (48), Angaben von O. SCHMIDT über *Amorphina*? und *Esperia* (59), von VOSMAER über *Myxilla* (82) und Beschreibung der Larven von *Esperia*-Arten resp. deren Verwandlung von CARTER (5, 6), RIDLEY & DENDY (58), WILSON (88) und DELAGE (8). Diese letzten habe ich in meiner eigenen Arbeit über *Esperia* bereits besprochen (43, p. 410). Seitdem hat HANITSCH eine gute Beschreibung einer *Esperia*-Larve gegeben (24), die ich nicht nur der Vollständigkeit halber, sondern auch wegen der Richtigkeit seiner Auffassung der Larvenschichten erwähne. Endlich ist die grosse und werthvolle Arbeit DELAGE's zu nennen (10), in der u. A. die Metamorphose von *Esperella*<sup>1)</sup> *sordida* dargestellt wird, deren Larve sich jedoch durch die Abwesenheit der Schaufelnadeln von den von mir beschriebenen *Esperia*-Larven<sup>1)</sup> unterscheidet.

1) *Esperia* und *Esperella* sind sonst Synonyma; der letztere Ausdruck ist von VOSMAER vorgeschlagen, weil es einen Schmetterling *Esperia* giebt.

Ich werde die Uebereinstimmungen wie die Meinungsverschiedenheiten zwischen den einzelnen Autoren und meiner Darstellung nach der Zeitfolge der Metamorphosenvorgänge (nicht chronologisch nach den Autoren) kurz durchgehen. Dabei sollen zu gleicher Zeit Einzelheiten der Beobachtung, die mehr den Spongiologen interessieren, und Abschweifungen, die die obige Darstellung unübersichtlich gemacht hätten, ihren Platz finden, sowie ferner Bemerkungen über andere in dieselbe Gruppe gehörige Larven, die ich ebenfalls beobachten konnte.

Mit meiner früheren Darstellung von *Esperia* stimmen die hier für *Axinella* mitgetheilten Befunde fast durchweg überein, und wie ich gleich von vornherein bemerken will, bestehen auch zwischen DELAGE und mir keine principiellen Differenzen, nachdem er in seiner neuen Arbeit manche früheren Angaben über *Esperia* modificirt hat.

Nicht ganz bestätigen kann ich VOSMAER'S Aussagen über die Larve eines Schwammes „which probably belongs to the genus *Myxilla*“. Er beschreibt da (82, p. 2) eine Schicht von sehr kleinen Kernen, direct unter dem einschichtigen Geisselepithel. Es kann aber nach seiner eigenen Beschreibung und nach seiner allerdings sehr skizzenhaften Abbildung kein Zweifel sein, dass diese kleinen Kerne nicht, wie er meint, eine besondere Schicht darstellen, sondern wie bei *Esperia*, *Axinella* etc. Kerne des Geisselepithels selbst sind, nur wird an Schnitten, wie ich dies bereits oben hervorgehoben (S. 340), dieses Verhältniss schwer erkannt, weil der Zellkörper ausserordentlich lang und schmal ist. Um mich nicht nur auf diesen Analogieschluß zu verlassen, habe ich mich auch durch eigene Beobachtung an den Larven von *Myxilla rosacea* überzeugt, dass der Bau genau derselbe ist wie bei denen anderer Desmacidoniden. Auch das Hinterende der Larve ist ähnlich und trägt keine Cylinderzellen, sondern wie bei *Esperia* plattere Elemente; ich sehe aber diese Zellen (Taf. 19, Fig. 10, Taf. 21, Fig. 30) als zur innern Masse gehörig und nicht als einen flachen Theil des Aussenepithels an.

Beiläufig will ich erwähnen, dass auch RIDLEY & DENDY eine *Myxilla*-Larve aufführen (58, L), die ähnlich wie die von *Esperia* gestaltet sei, und dass sie ein bestimmtes Arrangement des Stabnadeln bemerkt haben.

In meiner Auffassung der zwei Hauptschichten der Larve stimme ich mit HANITSCH und besonders DELAGE überein, dagegen ergeben sich bezüglich der einzelnen Elemente der innern und hintern Masse, die ich als eine ursprünglich einheitliche Keimschicht den Geisselzellen gegenüberstelle, einige Differenzpunkte mit dem letztern Forscher. Dieser unterscheidet nämlich als Zellen der innern Masse besondere cellules épidermiques und ausserdem intermédiaires und amoeboides. Diese letztern sind die von mir bei *Esperia* als  $m_1$ , hier  $ma_1$  bezeichneten Elemente mit bläschenförmigem, einen Nucleolus enthaltenden Kern; sie haben, wie ich auch durch die Entwicklung aus dem Ei zeigen kann, noch mehr den Charakter von Blastomeren, sind, kurz gesagt, weniger differenzirt als die übrigen. Es besteht also für sie ein Unterschied, wenn auch mehr ein gradueller, der die Aufstellung einer be-

sondern Kategorie rechtfertigt. Dagegen kann ich keinen histologischen noch genetischen Unterschied zwischen DELAGE's *épidermiques* und *intermédiaires* finden, die beide ein gleichmässig granulirtes Protoplasma und Kern mit feinem Chromatin-Gerüst aufweisen, also zusammen meinen differenzirten Zellen (*ma*<sub>2</sub>) entsprechen. DELAGE selbst giebt auch an mehreren Stellen zu (10, p. 406, 438 etc.), dass eine Unterscheidung besonderer *épidermiques* von den *intermédiaires* kaum durchführbar ist, und nimmt darum als Criterium der Bezeichnung *épidermiques* die zukünftige Rolle, die diese Zellen nach der Metamorphose spielen. Aber auch dieses Merkmal ist, wenn man es überhaupt als zulässig anerkennen würde, nicht durchgreifend; denn es sollen nach den ersten Vorgängen der Metamorphose, wenn die *épidermiques* die Oberhaut gebildet haben, die *intermédiaires* die einführenden Gänge und später auch die ausführenden auskleiden; sie sind also ebenso epithelial. In Bezug auf die thatsächliche Rolle, die diese Zellen spielen, stimmen meine Beobachtungen völlig mit denen DELAGE's überein; in der Auffassung aber entferne ich mich von ihm und sehe in allen die gleichen Elemente (*ma*<sub>2</sub>), wie ich dies auch früher an Beispielen aus der Histologie der Schwämme kurz ausgeführt hatte (44). Die Epidermiszellen des Schwammes entstehen nicht als besondere Schicht, sondern bilden sich hervor aus der Masse unter sich indifferenten Zellen (*ma*<sub>2</sub>), welche [neben den indifferenten Zellen (*ma*<sub>1</sub>)] im Innern der Larve liegt und zugleich das Material für die epitheliale Bedeckung des Schwammes nach aussen wie in seinen Hohlräumen und ausserdem für die contractilen Elemente abgiebt. Diese Arbeitstheilung zwischen den Zellen (*ma*<sub>2</sub>) geschieht aber erst in späteren Stadien der Metamorphose (Fig. 38); kurz nach dem Ansetzen ist eine Unterscheidung dieser Elemente noch nicht gegeben (Fig. 21).

Immerhin ist eine theilweise vorzeitige Differenzirung contractiler Elemente auch in der Larve möglich; gerade bei *Axinella* habe ich eine Schicht solcher Zellen beschrieben, die, in einander geflochten, die Larve sehr energisch verkürzen können, ähnlich wie auch OSCAR SCHMIDT Zellen von *Amorphina* darstellt. (59, p. 136). Im Allgemeinen aber sind die differenzirten Elemente (*ma*<sub>2</sub>) unter sich indifferent gegenüber den amöboiden *ma*<sub>1</sub>.

Die Gleichwerthigkeit zeigt sich auch darin, dass eine Differenzirung von *épidermiques* (also von solchen Zellen, die die Oberhaut liefern sollen) nicht an bestimmte Regionen der innern Masse gebunden ist, sondern überall auftreten kann. Laut DELAGE's Beschreibung liegen solche epidermoidale Zellen in der Larve bei *Esperia* über den Geisselzellen, bei *Spongilla* unter denselben, bei *Reniera* nach vorn zerstreut, am Hinterende gesammelt, und schon diese verschiedenen Anordnungen, noch mehr aber das ungleiche Aussehen solcher „*épidermiques*“ hätte zeigen können, dass es sich nicht um eine morphologische Schicht handelt, sondern gelegentliche Differenzirungen, die bei den einzelnen Species sehr verschieden sein können. Die DELAGE'schen Beispiele sind alle von Cornacuspongien, aber doch aus sehr verschiedenen Gruppen entnommen; ich selbst habe zunächst aus einer Gruppe, den Desmacidoniden, eine Reihe von Vertretern untersucht, die sich hierin

verschieden verhalten, und es scheint mir der Nutzen der extensiven Methode, des Vergleichs möglichst vieler Species, darin zu liegen, dass man das allgemein für den Bau der Larven Wichtige von zufälligen Speciesunterschieden abstrahiren kann. Man vergleiche zu diesem Zwecke die Abbildungen (Taf. 19, Fig. 10, Taf. 20, Fig. 18, Taf. 21, Fig. 30 dieser Arbeit und Literatur 43, fig. 17, sowie 10, fig. 1  $\alpha$  und  $\gamma$  auf tab. 17).

Bei *Esperia lorenzi* fand ich epidermoidal umgeformte Zellen am Hinterende, am sogenannten nackten Pol, in epithelialer Anordnung und ausserdem im Innern eine Anzahl. (Auch DELAGE findet am Hinterende seiner *Esperella* besondere Zellen, die er aber zu den intermédiaires rechnet.) Bei *Axinella* stehen am hintern Pol epithelartig geordnete Zellen (*ma*<sub>2</sub>), aber nicht wie beim erwachsenen Schwamm platte, sondern cylindrisch neben einander gestellte Elemente; andere finden sich im Innern auf ähnliche Weise differenzirt. Bei *Myxilla rosacea* besitzt der Hinterpol ein richtiges Plattenepithel, wie beim erwachsenen Schwamm, während bei andern Schwämmen (vergl. VOSMAER 82, fig. 8) hier auch cubische Elemente stehen können. Alles dies scheint mir darauf hinzuweisen, dass eine Differenzirung der Zellen, die später die Oberhaut des Schwammes bilden, überall in der innern Masse stattfinden kann, und dass, wenn eine Localisirung dieser Elemente Platz greift, sie am hintern Pol erfolgt.

Die Lage der cellules épidermiques bei *Esperella*, die DELAGE dort als über den ciliées zerstreut liegend beschreibt, würde dagegen sprechen, doch sind diese Zellen meiner Auffassung nach keine Epidermiszellen; ich kann mir ein solches Lager über sich bewegenden Geisseln, das sich erst nach der Metamorphose zusammenschliesst, auch nicht vorstellen und möchte die in Rede stehenden Elemente am ehesten den von mir bei *Axinella* beschriebenen Drüsenzellen (s. o. S. 342) gleichsetzen. Ich komme zu dieser Deutung, weil ich finde, dass die von mir beobachteten Drüsenzellen erstens die gleiche Körnelung besitzen wie die von DELAGE abgebildeten Elemente und zweitens ein Secret liefern, welches auf der Oberfläche der Larve in einzelnen Tröpfchen zusammengeballt hervortritt (Taf. 21, Fig. 31 *dr*) oder auch zusammenfliessen kann. Auch scheinen mir DELAGE's Zellen zwischen und nicht über den Geisselzellen ihre Lage zu haben und lassen sich demnach der innern Masse zurechnen.

Vielleicht hängt das Secerniren mit der Anheftung zusammen, wie dies auch VOSMAER ausgesprochen hat (82, p. 2) und wie ich es ähnlich auch bei der Beschreibung von *Esperia lorenzi* vermuthet hatte (43, p. 422). Eine allgemeine Erscheinung sind solche secretorische Zellen aber jedenfalls nicht; sie kommen wohl nur bei den Larven derjenigen Schwämme vor, die auch im erwachsenen Zustand Drüsenzellen besitzen, welche die Oberfläche schleimig machen.

Ueber den Pol des Ansatzens herrschten früher Ansichten, die sehr unter einander abwichen. Ich habe bereits bei *Esperia* erörtert (43, p. 423), warum die Autoren so sehr differiren, und die Erklärung darin gefunden, dass bei Schwammlarven ein anormales Festsetzen leicht vor-

kommt, so dass man nur bei einer Statistik über eine grosse Anzahl von Fällen ein sicheres Resultat erhalten kann. Gerade bei *Esperia lorenzi*, wo der hintere Pol eine so charakteristische Anordnung der Spicula aufweist, konnte ich mit Sicherheit feststellen, dass derselbe nach der Metamorphose aufwärts gerichtet und nicht er, sondern der vordere Pol zum Ansetzen verwandt worden war. Auch DELAGE hat in allen Fällen das Vorderende als Ansatzbasis benutzt gefunden, und seine Beobachtungen sind um so werthvoller, als er sicherlich nur gesunde und voll entwickelte Larven vor sich hatte (10, p. 439), die nicht durch Zerschneiden aus dem Körper der Mutter gewonnen wurden, sondern aus unverletzten Schwämmen in normaler Weise durch das Osculum ausgeschwärmt waren.

Meine obigen Aussagen über die Schnelligkeit der Metamorphosenvorgänge und namentlich die von mir mehrfach betonte Kürze des Larvenlebens (42, p. 540; 43, p. 422) bestätigt auch DELAGE in einer interessanten Statistik, wonach sich von 100 ausgeschwärmten Larven bis zum folgenden Tage 35, bis zum zweiten 12, bis zum dritten 1 angesetzt hatten, die übrigen, ohne sich je festzuheften, zu Grunde gingen. Ich habe oft beobachtet, dass solche Larven vom 2. oder 3. Tage oder später zu Boden sanken, mit dem Theil, auf den sie gerade gekommen waren, liegen blieben und, wenn auch verzerrt, manche Vorgänge der Metamorphose durchmachten oder durchzumachen versuchten. Solche anormalen Fälle scheinen manchen Autoren als Untersuchungsobject geeignet zu haben; diese Larven sterben aber bald ab, ohne weitere normale Veränderungen durchzumachen.

Dass eine gesunde Larve, die schon festgeheftet war, sich wieder los machen kann, habe ich mehrfach gesehen und auch früher beschrieben (42, p. 538). DELAGE hat dies bei *Esperella* beobachtet und dann auch constatirt, dass an manchen Stellen Flimmern noch da sind, wenn die Larve an andern Stellen schon im Abflachen ist. Es stimmt das mit meinen Beobachtungen der lebenden *Axinella* (siehe oben S. 343) und an *Esperia* (43, p. 427) völlig überein.

Der wichtigste Punkt der ganzen Metamorphose ist meiner Meinung nach diejenige Veränderung, die sehr schnell nach dem Ansetzen vor sich geht, nämlich die Zurückziehung der geisseltragenden Elemente ins Innere und das Darüberwachsen der Zellen der früher innern Masse, von der eine Anzahl der speciell differenzirten Elemente ( $ma_2$ ) die Epidermis des Schwamms bilden.

Bei der histologischen Verschiedenheit der innern und äussern Zellen ist keine Verwechslung möglich, und meine Figuren der *Esperia*-Arbeit wie der Vergleich derer von DELAGE tab. 17, fig. 2, 2a etc., mit denen meiner jetzigen Arbeit, die vor dem Erscheinen der DELAGEschen Schrift gezeichnet waren, insbesondere Taf. 20, Fig. 18, 19, 20, und Taf. 21, Fig. 31, 32, 33, lässt keinen Zweifel aufkommen.

Im Gegensatz zu DELAGE befunde ich mich in einem nebensächlichen Punkt. Er lässt die *cellules ciliées* ausschliesslich von *épidermiques* und zwar an beliebigen Punkten, nur nach vorn zu schneller, überwachsen werden; nach meiner Ansicht handelt es sich aber um eine

regelrechte Umwachsung der Geisselzellen durch die ganze vorher innere Masse, nicht allein durch deren epidermoidale Elemente, die, wie ich oben betont (S. 353), nicht scharf von den intermédiaires abzutrennen sind. Diese epithelialen Elemente haben in der Larve eine verschiedene Lage; als geschlossenes Epithel liegen sie meist schon am hintern Pol zusammen, und von diesem aus, nicht an der ganzen Peripherie, geht die Umwachsung meiner Ansicht nach vor sich. Das schliesst nicht aus, dass auch nach vorn zu an der Unterlage differenzierte Zellen ( $ma_2$ ) sehr bald durchbrechen und dort ihre amöboiden Ausläufer aussenden; aber im Ganzen handelt es sich um einen in bestimmter Richtung, nämlich vom Hinterpol nach vorn, fortschreitenden Vorgang. Dafür scheinen mir auch die Beobachtungen derjenigen Autoren zu sprechen, die eine Abflachung der Geisselzellen vom hintern Pol aus beschreiben (82, p. 2, u. 88, p. 514). „Abflachung“ allerdings irrthümlicher Weise, in Wirklichkeit ist dies ein Darüberschieben des epithelialen Lagers in der genannten Richtung. Einen ganz unzweideutigen Hinweis für die Richtung, in der die Umwachsung vor sich geht, giebt mir Fig. 19, Taf. 20; man kann an ihr noch erkennen, was bei den Larven der hintere Pol war, und sieht, wie sich die innere Masse um die Ecken, die gleichmässig das hintere Ende der kleinkernigen Schicht bilden ( $x_1$  u.  $x_2$ ), nach vorn zu herumschieben.

An diesem Process nehmen alle Zellen der innern Masse Theil. Dafür scheint mir auch DELAGE's eigenes Bild einer *Esperella* nach der Metamorphose (tab. 17, 3  $\alpha$ ) zu sprechen. Die „ciliées“ bilden darauf eine compacte Masse und lassen nur die centrale Partie etwas frei. Vergleicht man damit das Aufsichtsbild, das ich von *Esperia* gegeben (43, fig. 22), so wird man erkennen, dass es sich um ganz die gleichen Verhältnisse handelt, sogar was Einzelheiten, wie die dort von mir erläuterten ringförmigen Anordnungen der kleinkernigen Zellen, betrifft. Um die letztern herum liegt die gesammte Menge der früher innern Zellen, wie dies auch aus meiner Abbildung (43, fig. 25) hervorgeht.

Nun beginnt laut DELAGE ein sehr merkwürdiger Vorgang. Eine Anzahl der Geisselzellen soll von amöboiden Zellen gefressen werden; die nicht gefressenen senden ebenfalls Fortsätze aus, und alle diese Zellen mit den amöboiden zusammen sollen dann ein Syncytium bilden. Später lassen die kleinkernigen Geisselzellen, auch die schon gefressenen, die nämlich zu diesem Zweck wieder ausgestossen werden, aus sich die Kammern hervorgehen.

Die Verwendung der Elemente selbst, die histologische Veränderung von fadenförmigen Geisselzellen bis zu rundlichen Kammerzellen stimmt mit meinen Befunden überein; den Fressprocess kann ich aber nicht bestätigen, noch weniger die Wiederausstossung und die morphologische Verwendung schon gefressener Elemente, sondern glaube, dass die angewandten Methoden DELAGE's, so detaillirt seine Beobachtungen auch sind, nicht hinreichen, um einen derartig merkwürdigen Vorgang zu beweisen. Auch er selbst hat diesen Process, wie mir

scheint, zu verschiedenen Zeiten verschieden beurtheilt und legt ihm jetzt schon weniger Wichtigkeit bei. Früher sollte sogar (9, p. 268) die Einziehung der ciliées ins Innere durch die amöboiden Zellen erfolgen, indem diese die erstern von der Oberfläche wegfrassen; jetzt sind es, wie auch bei meiner Darstellung, differenzirte Zellen der innern Masse, die sich einfach über die Geisselzellen schieben, und diese letztern bleiben als Lager im Innern eine Zeit lang erhalten; dann erst geht ihre Vertheilung im Innern, „dissémination“ vor sich, die den Fressprocess erleichtert. (Diese dissémination ist jedenfalls derselbe Vorgang, der von mir als Durchwachsung der beiden Zellenschichten bezeichnet ist und eine verhältnissmässig längere Zeit andauert.) Ferner soll der Process des Fressens bei verschiedenen Arten in sehr ungleichem Grad zum Ausdruck kommen; bei *Spongilla* sollen alle cellules ciliées gefressen werden, bei *Esperella* die verschwindende Minderheit, bei *Aplysilla* wieder ein grösserer Theil. Schon daraus erhellt, dass es sich um einen sehr wenig constanten Vorgang handelt. Noch unsicherer erscheint dieser, wenn man dazu in Rechnung zieht, dass die Veränderungen der Metamorphose, speciell das Fressen, laut DELAGE selbst, in verschiedenen Theilen des Schwammes zu verschiedenen Zeiten vor sich gehen. In der Mitte eilen die Erscheinungen voran, so dass ein Theil von Zellen im Innern schon gefressen ist, wenn nach der Peripherie zu noch freie Zellen liegen, und dass ferner auf einem spätern Stadium in der centralen Partie schon frei gewordene Zellen sich befinden, während nach aussen zu solche ciliées eben gefressen worden sind. Eine weitere Anzahl soll ja diesem Fressprocess überhaupt nicht unterliegen. Man erkennt schon daraus, wie wenig haltbar diese ganze Vorstellung ist; denn welche Zellen schon gefressen und wieder frei, welche noch nicht gefressen und noch frei, und welche überhaupt immer frei geblieben sind, ist doch absolut nicht zu entscheiden. Die ganze Beobachtung ist ja keine directe, sondern nur an Schnittbildern durch Vergleichung angestellt, und dass die Vorgänge im Innern schneller vor sich gehen, ist nur eine Annahme, die, um eine andere Annahme zu stützen, vorgebracht ist.

Wie weit bei der ausserordentlichen Kleinheit der Zellen Schnitte zur Erkenntniss ausreichen, auch wenn sie, wie DELAGE betont,  $3 \mu$  dick sind (ich selbst habe nicht nur, wie DELAGE zu meinen scheint, Schnitte von 4 bis  $5 \mu$ , sondern ebenfalls solche von  $3 \mu$  angefertigt), lasse ich dahingestellt. Auf den eben besprochenen Stadien ist eine besonders innige Durchwachsung der vorher getrennten Schichten und ihrer Elemente wahrzunehmen; es kommt dabei bei der Kleinheit des Objects sehr oft zu Bildern, wo man selbst bei dünnsten Schnitten nicht entscheiden kann, ob die Kerne der ciliées in oder auf der amöboiden Zelle (*ma*<sub>1</sub>) liegen, da die Kerne der Geisselzellen laut DELAGE selbst einen Durchmesser von 1 bis  $1\frac{1}{2} \mu$  besitzen.

In manchen Fällen (dies sind aber die Ausnahmen) sieht man an amöboiden Zellen wirkliche unzweifelhafte Einlagerungen ungefähr von der Grösse und Gestalt des Zellkerns einer cellule ciliée. Mit grossem Geschick hat aber DELAGE selbst Unterschiede zwischen solchen

Einlagerungen und echten Kernen von *cellules ciliées* herausgefunden, sowohl in Structur wie in Tingirbarkeit (10, p. 424 u. a.). Dennoch will er Uebergänge nachweisen und erklärt, dass man es in beiden Fällen mit Kernen von *cellules ciliées* zu thun habe. Die Unterschiede seien nur dadurch bedingt, dass das eine Mal die Kerne zu freien, das andere Mal zu gefressenen Zellen gehören. Meiner Ansicht nach beweisen die Unterschiede in Grösse und Tinctionsfähigkeit, dass wir in einem Fall geformte deutolecithale Elemente, im andern Fall wirkliche Kerne vor uns sehen. Auch sehe ich nicht ein, warum wir auf solchem Stadium keinen Zellen mit Dottermaterial mehr begegnen sollen. In der Larve sind dieselben zweifellos vorhanden, und während der ersten Stadien der Metamorphose ist keine Gelegenheit zur Aufarbeitung des Dotters gegeben; es erscheint also nur natürlich, dass auch in dieser Entwicklungsphase noch Zellen mit Nährmaterial existiren. Ich kann nur wiederholen, dass die von mir früher angegebene Doppelfärbung mit Malachitgrün nach Boraxcarmin auch hier ihre Wirkung zeigt, indem der grüne Farbstoff beim langsamen Auswaschen aus den echten Kernen der Geisselzellen schon herausgeht, während er noch an den Dotterkörnern fest heftet. (Dass die letztern sich gegenüber Boraxcarmin und andern Reagentien so wie wirkliche Kerne verhalten, hat nichts Befremdliches.)

Manche Umstände geben immerhin zu bedenken, ob nicht ein Theil der Einlagerungen in amöboiden Zellen (*am*, *ma*<sub>1</sub>) des jungen Schwamms aus Kernen von Geisselzellen unter degenerativen Veränderungen hervorgegangen ist. Hierher gehört die Thatsache, dass die Häufigkeit solcher Zellen mit Einlagerungen auf diesem Stadium manchmal grösser ist als auf vorangegangenen Phasen. Ich selbst habe in meiner *Esperia*-Arbeit solche Zellen abgebildet (tab. 28, fig. 26, 27 *m*<sub>3</sub>), allerdings ohne ihnen eine solche Deutung zu geben, hatte sie aber mit *m*<sub>3</sub> im Gegensatz zu den schon in der Larve Einlagerungen tragenden Elementen *m*<sub>1</sub> bezeichnet. Auch die wenigen etwas unklaren Angaben H. V. WILSON's (88, p. 515) wie die Bemerkung DENDY's (in: Quart. Journ. 1888) lassen die Existenz solcher Zellen als möglich erscheinen. Es könnte der Process des Fressens von Geisselzellen ein hie und da vorkommender pathologischer Vorgang sein; eine morphologische Bedeutung hat er jedenfalls nicht, und von einem Wiederausstossen der gefressenen Elemente kann vollends keine Rede sein.

Wie dem jedoch sei, die Hauptsache bleibt die definitive Rolle, die den Geisselzellen zukommt, d. h. die Feststellung, dass die Geisselzellen der Larve nicht zum „Ectoderm“ des Schwammes, sondern zu Kammerzellen werden, wie es DELAGE in einer vorläufigen Mittheilung über *Spongilla*, ich in meiner Arbeit über *Esperia lorentzi*, weiterhin DELAGE an vier verschiedenen Kieselschwammformen, und ich hier wieder an neuen Beispielen zeigen konnte. (Abgesehen von den dargestellten Formen *Axinella* und *Clathria* besitze ich aus dieser engern Gruppe noch die entsprechenden Präparate von *Myxilla*, *Desmacidon*, *Dictyonella*, von Species aus andern Gruppen einstweilen nicht zu reden.)

Auch in der Verwendung aller übrigen Zellenelemente der Larve befinde ich mich grösstentheils in Uebereinstimmung mit DELAGE, wenn nur seine definitive Darstellung in Betracht kommt. In seiner vorläufigen Mittheilung allerdings (8) hatte er die Bekleidung der ausführenden Gänge von den Geisselzellen der Larve hergeleitet, und ich selber hatte in meiner *Esperia*-Arbeit noch geglaubt, dass einige der Geisselzellen, die nicht zu Kammern verbraucht würden, sich zu ausführenden Gängen anordneten, hatte aber damals bereits betont, dass sich jedenfalls auch die differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) an der Bildung der Canäle betheiligten (42, p. 435). Jetzt finde ich, wie auch DELAGE seither, die Geisselzellen nur zu Kammerzellen verwandt und die Auskleidung der Canäle durchweg von epithelialen Elementen ( $ma_2$ ) gebildet. Zu der frühern Anschauung bei *Esperia* war ich mit gewissem Recht gekommen, weil ich auf einem bestimmten Stadium ausführende Canäle von kleinkernigen Zellen *a* begrenzt sah (43, tab. 28, fig. 25, 26); auch DELAGE hat solche jetzt beschrieben, aber gefunden, dass die cellules ciliées nicht die dauernde Auskleidung bleiben, sondern dass sich epitheliale Elemente darüber schieben, wie ich auch an *Axinella* bestätigen konnte (siehe oben u. Taf. 21, Fig. 34, 35), wo ebenfalls die ausführenden Lacunen zuerst nur Lücken innerhalb der Masse der kleinkernigen sind, dann aber von differenzirten Zellen ( $ma_2$ ), die hereinwachsen, ihre Begrenzung bekommen.

Ein Unterschied zwischen DELAGE's und meiner Darstellung besteht darin, dass bei ihm die „cavités exhalantes“ und „cavités superficielles“ gleichzeitig entstehen oder die letzteren später, während ich meinerseits für *Axinella*, wie VOSMAER für seine *Myxilla*, beobachtet habe, dass die Subdermalräume sich merklich früher anlegen. Dieselben sind bereits deutliche Spalten, wenn von ausführenden Canälen noch nichts zu sehen ist, und sind schon grosse Hohlräume mit richtigem Epithel auf einem Stadium, wo die ausführenden Lacunen kaum erst Spalten in der kleinkernigen Masse sind. Es mag dies aber daher kommen, dass bei *Axinella crista-galli* auch im erwachsenen Schwamm das ausführende Canalsystem eine geringe Entwicklung zeigt, während die Subdermalräume ganz excessiv ausgebildet sind und einen sehr mächtigen Raum unter der Rinde einnehmen; es muss dieses Verhältniss dann auch in der Ontogenie hervortreten. Bei *Esperia* erfolgt nach meiner eigenen frühern Zeichnung und Beschreibung (43, p. 431) die Bildung der beiden Systeme von Hohlräumen gleichzeitig.

In der Art und Weise, wie aus denjenigen innern Zellen der Larve, die ich als  $ma_2$  im Gegensatz zu den primitiven ( $ma_1$ ) bezeichnet habe, sich zuerst die epithelialen Elemente der Oberhaut differenziren, dann die ähnlich aussehenden der Hohlräume, zuerst der subdermalen und dann auch der ausführenden Gänge; wie dann aus übrig gebliebenen Zellen ( $ma_2$ ) sich contractile Zellen um die Gänge herum bilden, darin kann ich wiederum nur graduelle, zeitlich verschiedene Differenzirung derselben Elemente erblicken, wie ich das bereits in einem allgemeinen Aufsätze ausgeführt habe (44), wonach die epidermalen und die

contractilen Zellen des Schwammes einerlei Ursprungs sind. Ich kann deshalb die Unterscheidung DELAGE's von speciellen épidermiques als nicht gerechtfertigt erklären und citire zum Beweis dieser nur graduellen Unterscheidung seine eigenen Worte: (10, p. 372) „les cellules intermédiaires, qui n'ont pas pris place dans l'épithélium des cavités exhalantes, se transforment en éléments conjonctifs fixes, sauf un certain nombre que nous verrons former l'épithélium des voies inhalantes“. — Auch die allgemeinen Anschauungen, die DELAGE bezüglich des „Mesoderms“ giebt (10, p. 409), stimmen mit den meinigen, früher geäußerten (44) überein.

Ich gebe ein Bild eines Osculums, das solche Auskleidezellen und contractile Zellen noch in einem indifferenten Stadium erkennen lässt (Taf. 21, Fig. 38). Die Stelle zeichnet sich einstweilen nur durch eine stärkere Anhäufung dieser Elemente ( $ma_2$ ) aus, da wo später der Sphincter liegt, resp. ein Zug von contractilen, unter dem Oscularepithel liegenden Zellen. Einstweilen sind alle noch gleich; später flachen sich die einen mehr ab und bedecken die anderen, die als contractile Elemente in die Tiefe rücken. Es entspricht dies den früher citirten Anschauungen MINCHIN's; jedoch werden diese Stränge contractiler Zellen nie so different von den Epithelzellen wie die Sphincteren der Hornschwämme.

Bezüglich der Zellen, die an den Spicula liegen, hat DELAGE einen kleinen Fehler der Auslegung, nicht der Beobachtung, gemacht. Er betont, dass sie bei *Esparella* intermédiaires seien [sie gehörten also zu meinen differenzirten Zellen ( $ma_2$ )], während bei *Spongilla* die Spicula-Bildner einen Kern mit Nucleolus hätten, also den amöboiden ähnlich seien. Ich kann nach Studium von Larven im mütterlichen Körper aufs bestimmteste versichern, dass bei *Esperia*, bei *Axinella*, kurz bei allen die Spicula-Bildner nicht von dem Charakter der differenzirten Kernzellen  $ma_2$  sind, sondern einen Kern mit Nucleolus besitzen, wie die Zellen ( $ma_1$ ) (Taf. 19, Fig. 7 und 9). Der Fehler DELAGE's besteht darin, das er die Zellen für Spicula-Bildner hält, die die Nadeln in Zügen zusammenhalten (s. o. S. 349), die also zu ganz anderem Zwecke in der Nähe der Nadeln liegen; es sind das also conjonctives par excellence, die Spongina-Bildner werden, nicht Kieselbildner.

Bezüglich der Ein- und Ausführöffnungen wie der Anlage des Gesamt-Canalsystems stimmen meine Beobachtungen mit denen DELAGE's überein; nur konnte ich das Auftreten der Poren nicht in einer bestimmten weit nach aussen liegenden Kreislinie finden, sondern sah sie, sogar an Schnitten, überall an der Oberfläche zerstreut.

Sie scheinen mir, wie auch DELAGE vermuthete, nicht inter-, sondern intracelluläre Bildungen zu sein; dies sagt das Aufsichtsbild wie der Schnitt (Taf. 21, Fig. 36 und 37). An letzteren sieht man ein ähnliches Verhältniss einer einzigen sehr weit nach innen geschlagenen Zelle, wie es MINCHIN bei Kalkschwämmen beschrieben hat. — Das Osculum ist auch im erwachsenen Schwamme nicht hervortretend; ich habe gefunden, dass es stets nach dem Erscheinen der Poren zum

Durchbruch kommt, und glaube also noch an seine mechanische Entstehung (vergl. 42, p. 549 und 10, p. 399).

## 2. Entwicklung der Larve von *Myxilla rosacea* O. S. aus dem Ei.

Der Schwamm, aus dem ich die Larven erzielte, stimmt mit den Beschreibungen, die verschiedene Verfasser, LIEBERKÜHN, SCHMIDT, VOSMAER, RIDLEY & DENDY von *Myxilla rosacea* geben, ziemlich gut überein; zur Controle aber, und weil VOSMAER vielleicht eine neue Eintheilung vornehmen will, möchte ich kurz die Charakteristik geben.

Der ganze Schwamm bildet eine ziemlich massive, unregelmässige Kruste, von der zottige Fortsätze ausgehen. Farbe grau bis grau-röthlich, Oscula klein, aber deutlich, mit Sphincteren. — Auf Steinen oder Schneckenuschalen.

Von Nadeln sind vorhanden: a) Megasklera 1. stark gedornte, stecknadelförmige (Taf. 19, Fig. 13 *sp.*<sub>1</sub>) von wenig verschiedener Grösse; 2. glatte, nicht spitzige Nadeln von ähnlicher Grösse (13 *sp.*<sub>2</sub>) und 3. glatte Nadeln, die viel schlanker und kleiner sind. — b) Mikrosklera: Chelae (Fig. 14), die an beiden Seiten gleich sind, und stark gekrümmte Sigmata.

Das Skelet setzt sich daraus in der Weise zusammen, dass die dornigen Nadeln, an den Enden verbunden, ähnlich wie bei *Reniera*, ein Netzwerk bilden, dessen Maschen meist dreieckig sind. Nach der Rinde zu hört dieses Maschenwerk auf, und das Hautskelet besteht aus glatten Nadeln, die in Bündeln liegen und aus der Oberfläche herausragen (Fig. 15).

Die kleinern glatten Nadeln können überall im Gewebe liegen. Ob sie eigentlich Skeletnadeln im Stadium der Bildung sind oder Fleischnadeln entsprechen, kann ich nicht entscheiden. Spongine ist wenig entwickelt, nur in den Enden der Spicula. Die eigentlichen Mikrosklera sind im ganzen Schwamm zerstreut, nur in den Membranen besonders reichlich.

Canalsystem nach dem dritten Typus.

Auffällig sind sehr starke Züge von spindelförmigen Zellen der mittlern Masse, die im Schwamm sich mannigfach verzweigen, oft einen Durchmesser von zehn Spindelzellen haben und auf mehrere Centimeter weit im Gewebe verfolgt werden können (ähnlich Taf. 21, Fig. 40).

Der Schwamm ist insofern ein dem Studium günstiges Object, als die Unterscheidung der einzelnen Zellen des Embryos von vorn herein bei ihm klarer hervortritt als bei manchen andern Genera, die sich sonst ähnlich verhalten, und insofern als die Quantität des Spongins gering ist, so dass das Schneiden weniger Schwierigkeiten macht als bei Schwämmen, deren Nadeln in Zügen geordnet sind.

Die fertige Larve hat, um dies vorwegzunehmen, eine ähnliche Structur wie die aller Desmacidoniden. Sie ist etwa 0,5 mm gross; den Gegensatz zwischen kleinkernigen, schlanken Wimpermitteln und der innern Masse, welche reichliche Gallerte mit viel grössern Zellelementen enthält, ist sehr ausgesprochen. In den Wimpermitteln befindet sich kein Pigment wie bei *Esperia* und *Axinella*. Nur der innere Theil schimmert schwach röthlich durch. Diese Färbung rührt, wie Zupfpräparate zeigen, von Zellen der innern Masse ( $ma_1$ ) her, die mit Körnchen dicht beladen sind.

Schon im Leben lässt sich die Verschiedenheit der Pole gut sehen; man erkennt am hintern Pol so scharf wie bei keiner andern Species ganz flache Zellen (Fig. 10 *sp*); der übrige Theil der Larve trägt Geisseln, dieselben sind stark und ihre Bewegung lebhaft.

Von Nadeln trägt die Larve Stabnadeln und gleich endende Doppelschaukeln.

Die Metamorphosenvorgänge sind die gleichen wie von *Esperia*, *Axinella* etc.

Diese Larven schwärmen im November aus; in den zu dieser Zeit conservirten Stücken fanden sich fast lauter ganz reife Larven und wenig frühere Stadien; um solche bis zum Ei zurück zu erhalten, musste ich im October conservirte Stücke zur Hülfe nehmen.

---

Die Eier liegen im Gewebe des Schwammes zerstreut, niemals in Nestern und werden jedes von einem Follikel eingeschlossen, der in Trägern eingespannt ist, wie ich dies von *Esperia lorenzi* beschrieben und abgebildet habe (43, fig. 21). Die Träger, die aus meist sehr gestreckten Bindezellen ( $ma_2$ ) bestehen, schliessen eine dünne Gallerte ein, in der oft noch Spicula und zwar von der kleinen glatten Sorte liegen (Taf. 19, Fig. 1). Es wird diese Anordnung das Durchbrechen der reifen Larve in das Canalsystem wesentlich erleichtern und ausserdem das Wachsthum des Eies im Follikel ermöglichen, das während der Furchung thatsächlich stattfindet.

Das Ei ist, wie Uebergangsstadien zeigen, aus einer gewöhnlichen amöboiden Zelle der mittlern Masse (*am*), nicht aus fixen Zellen ( $ma_2$ ) entstanden und hat während dieser Heranbildung eine Anzahl von Zellen resp. deren Material in sich aufgenommen, das nun als Dotter (stark färbbare „Pseudozellen“) figurirt.

Das reife Ei (Fig. 1) ist noch beträchtlich kleiner als die Larve, von ovaler Gestalt und etwa 0,2—0,3 mm Längsdurchmesser. Es ist mit Dotterkernen, die in zähem Protoplasma eingebettet liegen, aufs

dichteste erfüllt. Diese Körner sind an Grösse und Tingirbarkeit sehr verschieden, im Allgemeinen im Ei grösser als in spätern Furchungsstadien. Das Keimbläschen ist als kreisrunde, scharf umschriebene Lücke, näher am einen Pol, innerhalb der Dotterkörner sichtbar (Fig. 1 *n*). In seinem Innern gewahrt man den Nucleolus, der fast stets aus zwei Halbkugeln besteht; oft sind diese beiden auch auseinandergerückt, so, dass ein Kern zwei Nucleolen aufweist.

Um sich über die Furchung zu orientiren, ist man auf Schnittbilder angewiesen; doch darf man sich nicht mit einzelnen Schnitten begnügen, sondern muss Serien anfertigen und die Schnitte entweder in der Vorstellung oder besser im Papiermodell zusammensetzen, weil sonst leicht durch schiefe Schnittrichtung ein falsches Bild, namentlich ungleiche Furchung, wo sie noch nicht eingetreten ist, vortäuscht werden kann.

Die erste Furche, durch die die Zweitheilung bewirkt wird, geht meridional; Bilder wie Fig. 2 sind nicht selten anzutreffen. Auch die zweite Furche verläuft in meridionaler Richtung und zwar senkrecht zur ersten. Man erkennt dies daran, dass eine ganze Anzahl Schnittbilder von vier fast gleichen Zellen hinter einander in der Serie erscheinen (Taf. 19, Fig. 3), wenn die Schnittrichtung genau transversal war. Es gelang mir auch, ein solches Stadium als Ganzes zu isoliren, das ich in Ansicht von aussen darstelle (Taf. 19, Fig. 4). Die folgende Theilung geht in äquatorialer Richtung vor sich und zwar so, dass jede der vier Zellen in zwei ungleiche Theile zerlegt wird. Da dieser Vorgang in den einzelnen Blastomeren nicht gleichzeitig stattfindet und der Embryo eine gewisse Grösse besitzt, so erschliesst man diese Verhältnisse nur durch Construction; das einzelne Schnittbild für sich ist nicht so überzeugend, weshalb ich es auch nicht wiedergebe.

Das Stadium ist ein ähnliches wie das 8zellige bei vielen andern Thiergruppen, wo vier Mikromeren auf vier Makromeren aufsitzen, so zwar, dass die einzelnen Elemente nicht ganz radiär, sondern spiralg orientirt sind. Von der Inäqualität der äquatorialen Theilung kann man sich noch auf dem gleich folgenden Stadium (Fig. 5) überzeugen, wo einige Zellen sich weiter gefurcht haben, im Ganzen aber doch noch wenig Blastomeren vorhanden sind; die Theilstücke an einem Pol sind dann merklich kleiner als die am andern. Es zeigen aber noch alle, soweit das Protoplasma in Betracht kommt, einen ähnlichen histologischen Charakter; sie sind von Dotterkörnern vollgepfropft, zwischen welchen man bei den meisten den Kern als helles Bläschen

mit dunkelrothem Nucleolus erkennen kann. Alle Zellen liegen um eine Furchungshöhle herum, platten sich gegenseitig etwas ab, nur nach der Höhle zu zeigen sie einen mehr runden Contour.

Es ist besonders festzuhalten, dass die Ungleichwerthigkeit der Pole gleich von vorn herein bestanden hat, dass sie von diesem Stadium an durch die ungleiche Grösse der Zellen deutlich hervortritt und von nun an bis zur freischwärmenden Larve bestehen bleibt. Wenn wir also Bilder erhalten wie Fig. 6 und Fig. 8, wo die kleinen Zellen nicht nur am Pol, sondern an der ganzen Peripherie sitzen, so ist der hintere Pol auf dem Schnitt nicht getroffen, und wir haben es mit einem Schief- oder Querschnitt zu thun, wie sich auch daran zeigt, dass die Umrisse solcher Schnitte kreisrund sind, die der Längsschnitte oval.

Die Theilungen gehen weiter, aber nicht mehr in regelmässiger und genau verfolgbarer Weise; nur so viel lässt sich sagen, dass die um Weniges grössern Zellen des hintern Pols in der Theilung etwas zurückbleiben und dadurch der Anfangs geringe Grössenunterschied zwischen ihnen und den vordern Elementen mehr hervortritt. Auch wird dadurch eine theilweise Umwachsung der grössern Blastomeren hervorgerufen. Fig. 6 z. B. ist ein Querschnitt aus dem obern Theil des Embryos, an einer Stelle, wo die kleinen Zellen die grössern schon umlagert haben. Die letztern liegen nach hinten und innen zu und zeigen sich jetzt von abgerundeten und unregelmässigen Formen. Die Furchungshöhle ist auf diesem Stadium noch deutlich sichtbar (Fig. 5 u. 6 H). Ein Theil der Zellen beginnt bereits auf diesem Stadium seinen blastomerenartigen Charakter zu verlieren. Die Elemente am vordern Pol weisen nämlich jetzt weniger Dottermaterial auf und einen andern Kern als ursprünglich; derselbe ist von einem dichten Chromatingerüst erfüllt, kein helles Bläschen mehr mit Nucleolus, wie das noch bei den Zellen des hintern Pols der Fall ist.

Mit zunehmender Vermehrung der Zellen wird diese Unterscheidung immer deutlicher. Auf einem solchen Stadium (Taf. 19, Fig. 7) lassen sich die äussern Zellen von der innern Masse ziemlich gut abgrenzen. Sie sind heller, von unregelmässiger, meist rundlicher Gestalt; haben einen kleinen Protoplasmaleib, aber einen im Verhältniss dazu grossen Kern, der sehr chromatinreich ist. Nach den Seiten sind mehrere Schichten von ihnen zu erkennen; am vordern Pol bilden sie nur eine einzige Schicht in deutlich epithelialer Lagerung. Die innern Zellen haben meist an Grösse abgenommen; die massigsten davon liegen mehr nach dem hintern Pol zu. Die Theilungen gehen jetzt aber auch hier schneller vor sich; es hat sogar den Anschein,

als ob einige Zellen sich simultan in eine Anzahl kleinerer Stücke spalteten; wenigstens sieht man sie, während sie noch nach aussen gegenüber einer andern Zelle ein Ganzes bilden, bereits in einzelne kleine Theile im Innern zerfallen (vgl. Fig. 7). — Die äussern Zellen (*a*) zeigen keine Spur des Dotters mehr in ihrem spärlichen Protoplasma; die innern (*ma*) dagegen enthalten noch sämtlich Dotterelemente, manchmal mehr, manchmal weniger. Auch die einzelnen Körner sind sehr ungleich in Gestalt und in Tingirbarkeit, stets kleiner als im Ei und in den ersten Blastomeren und zeigen auf alle Weise Spuren des Verfalls.

Die Bildung der Spicula in der innern Masse hat bereits begonnen. Einzelne Zellen (*ma*), die sich vor den andern durch hyalines Protoplasma auszeichnen, die aber den gewöhnlichen bläschenförmigen Kern mit Nucleolus besitzen, tragen in ihrem Innern ein deutliches, an beiden Enden zugespitztes Kieselbälkchen (Fig. 7 *sp*). — Das erste Auftreten muss in einzelnen Zellen ausserordentlich früh und die Weiterbildung sehr schnell erfolgen; denn auf diesem Stadium sind schon einige recht grosse Spicula ausserhalb von Zellen vorhanden.

Beide Zellsorten, die der innern wie der äussern Masse, theilen sich jetzt rasch weiter, und es kommt dadurch ein Bild zu Stande, das die Verschiedenheit derselben sehr ausgeprägt zeigt (Taf. 19, Fig. 8). Die äussern Zellen bilden ein zusammenhängendes Lager; Zellenleiber können kaum erkannt werden; die kleinen Kerne befinden sich nahe an der Peripherie (Fig. 8 *a*). Ein schraffirter Protoplasmasaum, der von dieser Kernschicht bis zur Oberfläche reicht, wie in der Larve, ist noch nicht gebildet; denn diese Zellen sind jetzt noch rundliche und nicht gestreckte Elemente. Auch die Geisseln sind noch nicht zu sehen. Die innern Zellen sind viel kleiner als vorher, auch nicht mehr von gleich rundlicher Form, sondern bald etwas gestreckt, bald unregelmässig; sie liegen sehr dicht aneinander, nur durch eine schmale Schicht einer zähen Substanz getrennt. An Grösse und Form sind sie unter einander zwar verschieden, aber in histologischem Charakter durchaus gleich, alle mit Kern, indem sich ein Nucleolus sowie einzelne Chromatinbrocken erkennen lassen, und mit geringen Dottereinlagerungen im Plasma. Dieses Stadium charakterisirt sich also dadurch, dass die zwei Schichten der Larve histologisch sowohl wie durch ihre Lage sehr deutlich verschieden sind, dass aber innerhalb der einzelnen Schichten Differenzirungen noch nicht eingetreten sind, der endliche Charakter der Elemente nicht erreicht ist und dass

speciell in der innern Schicht alle Elemente unter einander noch fast gleich sind.

Die weitere Differenzirung aller Elemente zeigt sich auf einem folgenden Stadium (Taf. 19, Fig. 9). Die äussern kleinkernigen Zellen sind nicht mehr rundliche, unregelmässige Gebilde, sondern haben sich in den meisten Partien des Embryos gestreckt und zu cylindrischen Zellen umgeformt. Diese liegen besonders an den Seiten bereits richtig epithelartig angeordnet ( $a_1$ ) derart, dass die Kerne, die sich in jeder Zelle tiefer als die Zellenmitte befinden, sich ineinander schieben und auf die Weise durch eine Schicht von einigen  $\mu$  Breite von der Oberfläche getrennt werden. Letztere wird gebildet von den eigentlichen hohen Cylindern, die, gedrängt neben einander stehend wie in der Larve, das Bild einer Schraffirung hervorrufen. Die so ausgebildeten Zellen zeigen auch bereits Geisseln. Am Vorderende ( $a$ ) und nach hinten zu ist diese Anordnung noch nicht erreicht, die Zellen sind hier ( $a$ ) einfach cylindrisch, nicht stäbchenförmig, und die Kerne brauchen deshalb keine solche ineinander gedrängte Lage anzunehmen.

In der innern und hintern Masse hat zunächst eine starke Abscheidung von gallertiger Bindsesubstanz stattgefunden, in der die Zellen nunmehr lose eingebettet liegen (Fig. 9 *Gal*). Nach dem vorigen Stadium zu schliessen, scheint dieser Process derart vor sich zu gehen, dass die Zellen nach aussen zwischen einander eine zähe Masse absondern, die zuerst vielleicht nur der periphere Theil der Zelle ist, dass dann diese zähe Substanz sich mehr und mehr verflüssigt, und so die vorher nahe an einander liegenden Zellen weiter auseinander-rücken. Durch das Auftreten dieser Bindsesubstanz ergibt sich auch eine wesentliche Volumzunahme der Larve. Schon vorher, während der Furchung, bei der Differenzirung ist der Embryo ohne eigentlich an Masse zu zunehmen, auseinander gegangen, und dies tritt jetzt in besonders starkem Grade ein (vgl. Fig. 7 und 9).

Die Elemente der innern Masse, die sich vorhin noch ziemlich glichen, lassen sich auf diesem Stadium in zwei Gruppen eintheilen. Die einen haben wie seither die rundlich unregelmässige Form der undifferenzirten Zelle ( $ma_1$ ), sie zeigen in ihrem Kern ausser einigen Chromatinbrocken einen Nucleolus und in ihrem Protoplasma Dotter-einlagerungen. Die andern Elemente ( $ma_2$ ) haben eine mehr gestreckte Form, ein gleichmässig granulirtes Protoplasma und einen Kern mit feinem Chromatingerüst. Schon auf dem vorigen Stadium allerdings waren einzelne Zellen dieser Art von spindelförmiger Gestalt zu erkennen (Taf 19, Fig. 8  $ma_2$ ). Es waren dies aber nur

wenige, und solche ausgesprochenen Formen wie auf diesem Stadium, theils epithelzellenartig, theils sternförmig (Fig. 9  $ma_2$ ), kamen überhaupt nicht vor. Es lässt sich mit Sicherheit schliessen, dass diese Zellen ( $ma_2$ ) ohne Dotter und mit Chromatingerüst im Kern differenzirte Elemente sind, während die mit Dotterresten sowie mit bläschenförmigem, einen Nucleolus enthaltendem Kern die ursprünglicheren darstellen. Von diesen werden nach und nach immer mehr zu differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) ausgebildet (zwischen denen erst später eine weitere Arbeitstheilung eintritt), während ein Theil ( $ma_1$ ) noch in der Larve persistirt und sogar in den Schwamm bei der Metamorphose mit hinübergenommen wird. Dort sind diese Zellen zu den amöboiden Wanderzellen ( $am$ ) geworden und bilden das Material, aus dem die Generationszellen stammen.

Eine Furchungshöhle ist auf dem jetzigen Stadium als kleiner Rest nur ausnahmsweise vorhanden (Taf. 19, Fig. 9  $H$ ); meist erscheint die ganze innere Masse von Bindesubstanz ausgefüllt. Im abgebildeten Schnitt gerade begrenzen einige epithelartig differenzirte Zellen ( $ma_2$ ) die Bindesubstanz nach vorn, so dass zwischen diesen und kleinkernigen Elementen eine Lücke bleibt, der Rest der Furchungshöhle. Andere differenzirte Zellen von wenig regelmässiger Form haben sich am hintern Pol zusammengelegt.

Ausser den Stecknadeln sind jetzt auch einige Doppelschaukelnadeln vorhanden; dieselben liegen hier und da zerstreut, nicht wie bei *Esperia*, wo die einseitigen Schaukeln in Kugelbündeln auftreten. Wie die erste Entstehung dieser Schaukeln innerhalb der Zellen zu Stande kommt, würde bei ihrer eigenthümlichen Form grosses Interesse haben; doch ist die Kleinheit des Objects der Art, dass selbst gute Systeme von Vergrösserung wirkungslos bleiben.

Noch ist das zum Ausschlüpfen fertige Stadium hiermit nicht ganz erreicht, aber die Veränderungen, die dazu führen, sind nicht mehr tiefgreifend und bestehen weniger in Hervorbringung neuer Elemente als in Arrangirung der bereits producirtten. Zunächst fällt auf, dass die reife Larve, wie sie sich im Follikel und im Canalsystem des Schwammes findet (Fig. 10), eine bedeutend gestrecktere Form hat, es tritt dadurch der Unterschied zwischen Längsschnitt und Querschnitt (Fig. 11) auf diesem Stadium noch mehr hervor als früher. Die kleinkernigen Zellen sind jetzt noch viel schlanker geworden und haben sich auch vorn epithelartig geordnet; sie bilden überall mit Ausnahme des jetzt sehr hervortretenden Hinterpols die Begrenzung der Larven und haben alle sehr lange und starke Geisseln. Das

optische Bild, das vom Epithel, selbst an dünnsten Schnitten, geboten wird (*a*), nämlich die Zone von dicht an einander liegenden Kernen und der davon bis zur Oberfläche gehende schraffierte Saum, ist das gleiche wie bei allen Larven dieser Gruppe. In der innern Masse sind die undifferenzierten Elemente mit Dotter (*ma*<sub>1</sub>) jetzt nicht mehr überwiegend gegenüber den differenzierten, sondern nur noch in geringer Zahl vorhanden. Es lassen sich unter den letztern Zellen (*ma*<sub>2</sub>) spindelige, sternförmige und epitheliale Formen erkennen. Platte Zellen liegen besonders am hintern Pol und bilden da ein richtiges Epithel, wie es sich von dem des erwachsenen Schwammes kaum unterscheidet. [Von hier aus geht ja auch die spätere Umwachsung der Geisselzellen vor sich.] Die nicht differenzierten Zellen liegen (vergl. Querschnitt Fig. 11) ziemlich in einem Klumpen in der Axe der Larve zusammen und zwar, wie aus dem Längsschnitt (Fig. 10) hervorgeht, in der hintern Hälfte, nicht ganz am Pol. Radial von ihnen (Fig. 11) strahlen eine Anzahl spindelliger Elemente (*ma*<sub>2</sub>) aus, andere liegen mehr tangential und dienen vielleicht, ähnlich wie bei *Axinella*, zur Contraction.

In der hintern Hälfte der Larve haben auch die Spicula ihre Lagerung, die stecknadelförmigen mehr in einem Bündel in der Richtung der Längsaxe angeordnet, die Doppelschaukeln davon nach vorn zu zerstreut, (an der entsprechenden Stelle, wo bei *Esperia* die Bogenadeln liegen). Es zeigt sich auch darin ein System; denn diese Doppelschaukeln liegen nie hinten, und die Stabnadeln sind sehr genau axial orientirt. Nach vorn liegen gar keine Nadeln, überhaupt sind daselbst die geformten Elemente sehr spärlich gegenüber der Gallerte, so dass sich leicht hier eine unregelmässige Lacune finden kann.

Auf diesem Stadium durchbrechen die Larven ihren Follikel, gelangen in die ihn umgebenden Maschen des Canalsystems und schwärmen mit starker Kraft, wie von einer Pumpe getrieben, zum Osculum aus.

## 2a. Vergleich mit fremden und eigenen Beobachtungen in derselben Gruppe.

Es ist sehr wenig über die Furchung der Cornacuspongien und fast nichts über die Differenzirung des gefurchten Materials zu den Elementen der Larve bis gegenwärtig bekannt. Immerhin aber liessen sich, wenn man die ganze Ordnung heranziehen wollte, manche fruchtbare Gesichtspunkte gewinnen, und die Aehnlichkeit mit dem von KELLER skizzirten Aufbau der *Chalinula*-Larve wird dem Spongiologen aufgefallen sein. Doch gehört letztere in eine andere Untergruppe (s. o. S. 334), die wir noch besonders zu behandeln haben werden.

Aus der hier zu betrachtenden Untergruppe der *Axinellidae* plus *Desmacidonidae* liegt fast nichts vor, was über die Entwicklung der Larve im mütterlichen Körper Aufschluss giebt, nicht einmal gelegentliche Andeutungen. Denn die oben aufgeführten Beobachter (S. 352) haben im günstigsten Falle etwas von der Metamorphose, meist aber nur die reife Larve gesehen.

O. SCHMIDT behauptet von *Esperia* (59, p. 134), dass man „von einer Furchung nicht reden könne“, er hat mit den damaligen Hilfsmitteln die zellige Natur des Embryo-Innern nicht erkannt und weiter nichts als Dotterelemente gesehen.

RIDLEY & DENDY (55, LI) beschreiben eine Larve von *Esperia* und *Myxilla* im mütterlichen Gewebe, aber sie geben keine frühern Stadien, sondern schildern nur (p. XX) die Entwicklung der Doppelschaukeln, die mir etwas zweifelhaft erscheint.

Dass von den bei TOPSENT gelegentlich seiner faunistischen und anatomischen Studien (78, p. 100) kurz erwähnten Larven eine oder die andere hierher gehört, trotzdem er sie in die Gruppe der Renierinen stellt, ist bei dem Umstand, dass dieselben theilweise der Cilienkrone und des Pigmentpols am Hinterende entbehren, wohl möglich, aber bei der in der Systematik herrschenden Verwirrung nicht zu entscheiden. Neues hat er übrigens nicht gebracht; bemerkenswerth ist nur in seiner Beschreibung das frühe Auftreten der Spicula vor jeder andern Differenzierung, was auch mit meinen Befunden übereinstimmt.

H. V. WILSON (88, p. 511) erzählt, dass die Larve von *Esperella* nicht aus einem Ei, sondern aus einer Gemmula entstände; in seiner eigenen, sehr kurzen Beschreibung wird man diese merkwürdige Angabe aber schwerlich begründet finden. Er scheint irreführt worden zu sein dadurch, dass sich bei der Bildung des Eies eine ganze Anzahl von Zellen zusammenlegen, die aber grossentheils als Nährmaterial verbraucht werden (wie dies am besten von FIEDLER [15] für *Spongilla* nachgewiesen ist), und dadurch, dass nachher der Zerfall der Furchungselemente in etwas eigenthümlicher Weise (s. u.) vor sich geht. Dass es sich nicht um Gemmula-Bildung, sondern um den gleichen Process der Eibildung wie bei andern Schwämmen handelt, geht aus seinen eigenen Worten (p. 512) hervor. Später soll (p. 514) die reife Gemmula wieder zerfallen, „ein Process, der oberflächliche Aehnlichkeit mit Segmentation habe“. Es ist dies aber wirkliche Segmentation, wie seine eigene Figur (88, fig. 2) zeigt. Dieselbe weist Zellsorten von zweierlei Grösse auf, die gleichen Elemente wie bei mir, die einen deutlich polar angeordnet. Die innern Theilstücke scheinen aus Gruppen von Zellen zu bestehen, und dadurch ist WILSON offenbar irreführt worden, indem er nicht erkannte, dass eine einzelne Gruppe trotz ihres Zerfalls einem Makromer entspricht. Dies ist der gleiche Vorgang, den wir oben (S. 366) als simultanen Zerfall der Furchungselemente bezeichnet haben und den auch KELLER erwähnt hat (28, p. 333). — WILSON hat nicht genügend viele Stadien gesehen, um den Zusammenhang zu erkennen; auch seine weitern Angaben sind nur sehr mangelhaft, z. B. diejenige, dass die äussern Zellen am Haupttheil der Peri-

pheric sich zu Geisselzellen umwandeln, am hintern Pol aber „flach“ bleiben sollen. Wir haben gesehen, dass der hintere Pol überhaupt nicht den äussern Geisselzellen, sondern nach Genese und Histologie der innern Masse zuzurechnen ist. Damit fallen auch seine weitern Angaben über die Metamorphose, wonach bei derselben das Flachwerden sich auch auf die Geisselzellen übertrüge (vgl. oben).

Bei solchem Mangel an Angaben wird es erwünscht sein, noch wenigstens kurz dasjenige anzudeuten, was mir von Material aus dieser Gruppe vorliegt. Es ist zu bemerken, dass nicht alle Angehörigen derselben die Bilder in gleicher Deutlichkeit zeigen. Die Furchung ist allerdings stets inäqual, aber diese Ungleichheit der Blastomeren ist bei den einzelnen Species verschieden stark ausgesprochen. Während z. B. eine *Desmacidon*-Art, die ich untersuchen konnte, die Unterschiede der Blastomeren auf frühen Stadien sehr scharf zeigte, noch besser als *Myxilla*, sind bei *Axinella* die einzelnen Furchungselemente viel weniger verschieden und auch bei der Grösse der Larven schwieriger nach Schnittbildern zu reconstruiren. Zudem bleiben bei der weiter fortschreitenden Theilung die Blastomeren nicht an der Oberfläche, und es wird dadurch eine scheinbare Morula gebildet, die aber in Wirklichkeit aus zwei Schichten besteht, weil die äussern Zellen durch stärkere Theilung eine Art Epibolie veranlasst haben.

Auch die Furchungshöhle wird dadurch in verschiedener Weise beeinflusst; bei der einen Species, oft gerade bei solchen mit starkem Grössenunterschied der einzelnen Blastomeren, wie *Myxilla*, *Desmacidon*, bleibt sie ziemlich lange sichtbar, bei *Esperia* bleibt nur ausnahmsweise eine Spur von ihr erhalten, bei *Axinella* dagegen wird sie schon früh durch Hereindringen der Blastomeren ausgefüllt.

Wie dieses Verhältniss sich auch stellen mag, eine Zweiblättrigkeit des Keimes, d. h. eine Zusammensetzung aus zwei durch Lage und histologische Charaktere verschiedenen Zellsorten, tritt immer ein. Nur zeigt sich die Zweischichtigkeit, je nachdem die Furchungsvorgänge deutlich ausgesprochen oder zu einer Morula-Bildung verwischt sind, früher oder später. Auch bei *Axinella*, dem Extrem der Reihe, wo ein Stadium wie Fig. 5 bei *Myxilla* nur angedeutet ist, zeigt sich ein solch spätes Stadium mit zwei Schichten entsprechend Fig. 8 sehr deutlich. Die zukünftigen Geisselzellen beginnen sich epithelial zu ordnen; im Innern sind dottererfüllte Zellen vorhanden, die zuerst dicht an einander liegen, dann aber zwischen sich eine Bindesubstanz ausscheiden. Zu gleicher Zeit differenzirt sich eine Anzahl Dotterzellen ( $ma_1$ ), d. h. sie verlieren ihren Dotter, bekommen einen fein structurirten Kern, eine gestreckte oder platte Gestalt ( $ma_2$ ), so dass das Stadium erreicht ist, wie wir es als freischwärmende Larve abgebildet haben (Taf. 20, Fig. 18).

Am klarsten und frühesten ausgesprochen ist das Verhältniss der Zweiblättrigkeit bei zugleich bestehender Furchungshöhle an *Desmacidon*; doch konnte ich die betreffende Species nicht zum Studium gebrauchen, weil starke Nadelzüge durch massig entwickeltes Spongin zusammengehalten werden und deswegen Schnitt-

serien nicht zu erzielen sind. Es fällt an einem herausgegriffenen Stadium auf, dass die Spicula sich ausserordentlich früh zu bilden beginnen, wenn nämlich noch lange nicht alle Makromeren ins Innere gerückt sind, und bemerkenswerth ist besonders, dass sie an der ganzen Peripherie an der Grenze beider Schichten liegen, direct unter den Mikromeren, zwischen diesen und den grossen Zellen.

Die gleiche Lagerung zeigt sich bei *Esperia*, wo indessen noch andere spezifische Eigenthümlichkeiten hervortreten. Die innern Zellen, Makromeren, theilen sich hier besonders schnell, und wenn auch ein genügender Grössenunterschied zwischen ihnen und den äussern meist nachzuweisen ist, so besteht die Hauptdifferenz doch im histologischen Charakter. Eine Furchungshöhle bleibt ziemlich lange erhalten, und die von mir in der Larve erwähnte, meist nachträglich mit Gallerte erfüllte Lacune (43, tab. 28, fig. 15 *h*) ist vielleicht als Rest einer solchen aufzufassen. Die äusseren Zellen nehmen eine eigenthümliche Gestalt an, nach der Peripherie ganz eben, nach innen einen Buckel bildend (Taf. 21, Fig. 25 *mi*) und unterscheiden sich dadurch von den Zellen der *Myxilla* auf gleichem Stadium. Die inneren Zellen sind rund, mit Dottereinlagerung dicht erfüllt, manche schon simultan zerfallen (Fig. 25 *ma*). Diese Theilung der innern ist auf dem folgenden Stadium ersichtlich; es resultirt ein Bild (Fig. 26), auf dem innere und äussere Schicht wenig an Grösse der Elemente verschieden sind. Wenn man weiter bedenkt, dass sich aus dieser innern Schicht bald gestreckte Elemente (*ma*<sub>2</sub>) differenziren, die überall, auch nahe der Peripherie, umherliegen, so wird man einsehen, dass die Eintheilung in zwei Schichten nicht auf jedem Stadium leicht und augenfällig ist, und auch verstehen, wie durch ein solches Bild frühere Forscher sich über die Blätterbildung täuschten und WILSON auf die Idee einer Gemmula kam. Wenn man aber das vorangehende Stadium berücksichtigt (Fig. 24) und die noch frühern, die sich ganz ähnlich wie bei *Myxilla* verhalten, so wird man an dem Aufbau aus zwei Schichten nicht zweifeln, um so weniger, als auch das unmittelbar nachher folgende Stadium dieselben wieder sehr scharf zum Ausdruck bringt.

Es entsteht nämlich ein Bild (Fig. 27), wo die äussern Zellen sich sehr schnell theilen und in Gruppen liegen, gerade als sei jede Gruppe aus einer Makromere entstanden (Fig. 27 *a*, *a*<sub>1</sub>, *a*<sub>II</sub>, *a*<sub>III</sub>), und wo die innern zugleich mit Abscheidung der Gallerte mehr und mehr Differenzirungen aufweisen (*ma*<sub>1</sub>, *ma*<sub>2</sub>), so dass dadurch ein Uebergangsstadium zur fertigen Larve, wie wir sie früher beschrieben haben (44, p. 417), erreicht ist. Die Anordnung der larvalen Elemente nach bestimmten Richtungen und die Streckung der Larve ist, ganz wie bei *Myxilla*, das letzte Moment, das vor dem Ausschlüpfen zur Geltung kommt.

### 3. Die Metamorphose der Larve von *Gellius varius* Bwk.

RIDLEY u. DENDY, p. 38.

Der Schwamm, aus dem die von mir beobachteten Larven stammen, würde nach VOSMAER'S wie RIDLEY & DENDY'S System unter die Gattung *Gellius* fallen, durch die Abwesenheit von Anker- resp. Schaufelnadeln, durch das Vorhandensein anderer Mikrosklera und durch ein netzartiges Skelet von Makrosklera. Es zeigt sich durch die Beschaffenheit seiner Larven, dass er trotz der Anwesenheit von Mikroskleren den Renieren und Chalinen näher steht als *Esperella* und andern Desmacidoniden, dass also weniger die An- und Abwesenheit von Mikroskleren im Allgemeinen als besonders von Chelae eine scharfe Differenz innerhalb der Gruppe der Halichondria macht. Der mir vorliegende Schwamm zeigt einige Abweichungen von *G. varius spec.*, die ihn vielleicht zur Varietät stempeln; er bildet drehrunde, mannichfach verzweigte und öfters verflochtene Stränge von 1—2 cm Dicke. Die äussere Gestalt ist dadurch knorrigem Baumwurzeln nicht unähnlich, um so mehr, als diese Stränge nie senkrecht aufsteigen, sondern wagrecht oder etwas geneigt auf dem Meeresgrund sitzen.

Farbe grau-gelb. Oscula klein, unscheinbar. Von Nadeln sind vorhanden: 1) Megasklora, an beiden Enden zugespitzt, gerade oder leicht gebogen, 2) Mikrosklora, sehr klein, von C-förmiger Gestalt, in grosser Menge.

Das Skelet setzt sich nach Art des Renieridentypus zusammen, indem einige Nadeln an den Enden durch wenig Spongin verbunden sind. Im Innern ist es reticulär, die Maschen meist eine Nadel dick; nach aussen liegen dickere Züge mit sehr wenig Spongin, die radiär und tangential zur Oberfläche stehen und die Subdermalräume und Rinde stützen.

Die Mikrosklora liegen, als Fleischnadeln und besonders zur Spannung von Membranen verwandt, überall im Gewebe.

Canalsystem nach dem dritten Typus.

Die Larven liegen im mütterlichen Körper in Gruppen und zwar stets in der Axe eines solchen cylindrischen Schwammstückes, da also, wo das Skelet seine dünnsten Maschen bildet (Taf. 23, Fig. 72). Der Querschnitt eines solchen Stückes ist annähernd kreisrund, und innerhalb desselben bildet die Larvenmasse einen zweiten Kreis.

Die freischwärmenden Larven sind gross (1 mm im Längs-, 0,7 mm im Querdurchmesser), aber auch durch ihre Bewegung und Farbe ziemlich auffallend. Sie sind nämlich über die Hauptfläche des Körpers blendend weiss, und am hintern Pol befindet sich ein kreisrunder, braun-violetter Pigmentfleck von ungefähr 0,4 mm Durchmesser. Innerhalb dieses dunkelbraunen Ringes bleibt dann ein Kreis übrig, der ebenfalls bräunlich, aber nur von ganz hellem Ton ist, etwa so, als

wäre hier dasselbe Pigment nur viel spärlicher vertheilt. Die Larve bewegt sich ziemlich rasch und geschickt, ihre Wimpern gehen vom Vorderpole über den ganzen Körper bis an die Stelle des Pigmentringes; hier sitzt als Abschluss ein Kranz von mehr als doppelt so langen und auch etwas stärkern Wimperhaaren, die aber ebenso als Cilien functioniren (nicht als straffe Borsten wie bei einigen andern Species). Durch diese scharf markirte Verschiedenheit der Pole ist es leicht, die Schwimmrichtung im Glase sogar ohne optische Hilfsmittel zu controliren. Man sieht, dass der pigmentirte Pol stets nach hinten gerichtet ist; die Vorwärtsbewegung geht aber nicht in gerader Linie, sondern in den bekannten schraubenförmigen Drehungen vor sich. Manchmal steht die Larve auch an einem Orte still; der Pigmentpol ist dann nach unten gekehrt, und das Spiel der Wimpern dient nur dazu, sie um ihre Axe zu drehen. Ueberhaupt ist die Larve zur Beobachtung der Vorgänge am lebenden Object geeignet, und ich habe deshalb in diesem Abschnitt hierauf Nachdruck gelegt.

Bei durchfallendem Licht erscheint die Larve bei ihrer Dicke natürlich mit Ausnahme der Randpartie ziemlich undurchsichtig. Letztere bietet bei guter Einstellung das Bild einer hellern Zone mit Schraffirung (Taf. 22, Fig. 41 *a*), und dicht darunter kann man beim Uebergang zum undurchsichtigen Gewebe mehr oder minder grobe Körnelungen wahrnehmen. Diese Gebilde sind nicht etwa als Kerne der hohen Geisselzellen zu deuten, sondern als Körnelung in den Zellen der innern Masse. Letztere ist nicht überall gleich undurchsichtig, sondern hat, wie eine genaue Einstellung auf den optischen Schnitt zeigt, in der Axe der Larve eine nach vorn zu schmälere, nach hinten breitere, etwas weniger opake Region (s. Fig. 41). Dies kommt einerseits durch die Vertheilung der Gallerte gegenüber den geformten Elementen zu Stande, andererseits dadurch, dass hier nicht die dichtgedrängten Kerne der Geisselzellen von dem optischen Schnitt getroffen werden, sondern nur die lichtere Bindesubstanz und ihre Elemente, während an dem übrig bleibenden Theil zwischen der äussersten schraffirten Randpartie und dieser hellen Stelle kleinkernige Geisselzellen und ausserdem Zellen der mittlern Masse in den optischen Schnitt fallen.

Nach vorn zu verjüngt sich diese innere Masse meist plötzlich mittels einer leichten Einkerbung, um dann ziemlich spitz zu enden; sie erhält dadurch meist eine lanzettartige Gestalt (vgl. Fig. 41). Dadurch aber, dass der äussere Umriss diese Contourirung nicht ebenfalls mitmacht, sondern mehr oval gerundet bleibt, ergeben sich ver-

schiedenartige und instructive Bilder. Wenn die äussere Oberfläche der leichten Einkerbung folgt, so entsteht dadurch eine vorn spitze, hinten stumpfe Larve wie Fig. 41. Bleibt aber der äussere Umriss der Larve mehr oval, so kommt ein scheinbarer Zwischenraum zwischen der äussern Cylinderepithelschicht und der innern Masse zu Stande (Fig. 46). Dies sind wohl die Bilder, die GANIN zur Annahme einer Leibeshöhle verleitet haben. Bei der Conservirung tritt an solchen Larven die Lanzettform wieder sehr gut hervor (vgl. Fig. 47). Auf jeden Fall kommt die innere Masse hier am Vorderpol der Oberfläche sehr nahe, so dass es bei schwacher Vergrösserung beinahe aussieht, als sei sie durchgebrochen und als fehlten hier die Geisselzellen (Fig. 41). Bei starker Vergrösserung (Fig. 49) erkennt man jedoch, dass dieselben auch hier als epitheliale Decke vorhanden sind, dass aber allerdings der Protoplasmasaum viel schmaler ist und keine solche Schraffirung zeigt. Die Begrenzung ist vielmehr undeutlich, und es scheint, als ob hier eine Bewegung der Elemente in beständiger Hebung und Senkung stattfindet, so dass man immer mehrere Contouren sieht und den Eindruck gewinnt, als ständen die sonst parallel geordneten Geisselzellen hier etwas wirr durcheinander. Geisseln sind ebenfalls vorhanden, aber hier am apicalen Pol nicht anliegend, sondern wie bei einem Haarscheitel auseinandergetheilt (Fig. 49). Am Hinterende stehen keine Wimpern; dass da aber wenigstens bei gesunden Larven kein regelloser Durchtritt der innern Masse stattfindet, erkennt man schon daran, dass die Grenzlinien nach aussen, wie auch bei *Esperia* und andern Beispielen betont wurde, eine sehr scharfe ist, so dass ein Epithel angenommen werden muss. Welcher Art dasselbe aber ist, lässt sich im Leben hier nicht erkennen.

Feine Schnitte durch die Larve zeigen, dass ihre Elemente dieselben sind wie bei den Larven der andern Gruppe (s. o.) und dass nur geringfügige Modificationen, verursacht durch den Pigmentfleck und die starken Geisseln am Hinterende, bestehen. Im Wesentlichen ist die Larve gleich der von *Esperia* etc. gebaut und setzt sich aus zwei Hauptgewebsschichten zusammen, 1) der innern Masse, der Bindesubstanz mit verschiedenen Zellarten, von denen eine Anzahl den hintern Pol bilden, und 2) einem dichten, geschlossenen Geisselepithel, das die Oberfläche der Larve mit Ausnahme dieses hintern Pols ausmacht. Man kann schon von lebenden Larven, besser jedoch nach Härtung, Färbung und Einschluss in Glycerin die einzelnen Zellen des Geisselepithels isoliren und sieht alsdann, wie ausserordentlich dünn dieselben sind; so schlank, dass sie selbst

bei stärkster Vergrößerung nur wie ein Faden erscheinen und der Kern den dreifachen Durchmesser wie die Zelle hat (Taf. 22, Fig. 50). An Präparaten, die das Epithel in mehr oder weniger lockerem Zusammenhang bis zur völligen Isolation zeigen, gewahrt man, dass die Schraffirung um so dichter ist, je mehr Kerne da sind, und kann deutlich erkennen, wie die scheinbar vielkernige Anordnung entsteht (Fig. 50 *a*). An ihrem peripheren Theil, da wo sie die Geissel trägt, ist jede Zelle etwas stärker und quer abgestutzt; dadurch kommt ein Zusammenschluss, die scharfe Contourirung der Larve nach aussen zu Stande. Die Geisseln, auch die gewöhnlichen, sind ziemlich stark und so lang etwa wie die Zellen, die sie tragen (also grösser als bei *Esperia*). Ganz besonders lang sind aber eine Reihe von Geisseln, die am Hinterpol einen Ring bilden und von etwas breitem, aber auch höhern Zellen getragen werden; auch deren Kerne sind deutlich grösser als die der übrigen kleinkernigen Elemente, verhalten sich aber in Bezug auf Tingirbarkeit, Reichthum an Chromatin ebenso wie diese.

Die innere Masse setzt sich zusammen aus einer kaum färbbaren Binesubstanz von schwacher Consistenz und schneller Gerinnbarkeit. In ihr sind die bekannten zwei verschiedenen Zellsorten zu unterscheiden, die undifferenzirten ( $ma_1$ ) mit grobgranulirtem Plasma und Nucleolus im Kern, und die differenzirten ( $ma_2$ ) mit feinem Chromatingerüst im Kern. Es lassen sich aber, namentlich wenn man die Beobachtung lebend zerzupften Materials heranzieht, noch Detailunterschiede finden (Taf. 22, Fig. 51). Unter der ersten Kategorie ( $ma_1$ ) sind solche, die in der Form stets rundlich bleiben, keine amöboiden Fortsätze ausstrecken und mit Dotter schwer beladen sind; ferner solche, die kaum Spuren von Dotter aufweisen, auf dem Objectträger weiterkriechen (*am*), was die andern wohl wegen des Dotters und ihres noch ursprünglichen blastomerenartigen Charakters nicht können. Ausserdem finden sich, jedoch seltener, ganz runde Zellen von sehr kleinen, aber gleichmässigen Körnchen dicht erfüllt, bei denen sich auch das Protoplasma auffallend stark tingirt. Zellen mit ganz klarem Protoplasma, aber ebenfalls mit Nucleolus im Kern, sind die Spicula bildner von spindliger bis gestreckter Form (Fig. 51 *spb*). Unter den differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) giebt es ebenfalls verschiedene Formen von solchen an, die sich durch ihre rundliche Gestalt den undifferenzirten nähern ( $ma_2$ ), bis zu langgestreckten, ferner sternförmige und platte epithelartige (Fig. 51 *ep*).

Von Spicula sind, trotzdem der erwachsene Schwamm auch Fleischnadeln enthält, in der Larve nur Makrosklera, und zwar in der Form

von Stabnadeln vorhanden. Diese haben, wie alle Elemente der innern Masse, ihre bestimmte, aber nicht ganz leicht erkennbare Anordnung; sie liegen besonders in der hintern Hälfte (Taf. 23, Fig. 71), jedoch nicht in einem gewaltigen Bündel, wie bei *Esperia*, sondern kleine Einzelbündel bildend, die zu einander in schiefen Winkeln stehen. Nach vorn zu setzen einzelne Nadeln dieses Verhältniss fort, aber nur am Rand, die Mitte der vordern Hälfte bleibt von Nadeln frei. Dadurch kommt eine bestimmte, gerüstartige Anordnung in der Larve zu Stande. Im vordern Theil der Larvenaxe fehlen nicht nur die Spicula, sondern sind auch Zellen sehr spärlich (vgl. o. S. 369). In der hintern Hälfte liegen die undifferenzirten Zellen ziemlich dicht gedrängt in der Axe, mehr nach der Peripherie zu die differenzirten. Am Pol bilden die letztern ein deutliches Epithel von kegel- oder keilförmigen Elementen.

Die ganze Larve hat also eine epitheliale Bedeckung; dieselbe ist allerdings verschiedener Art und Herkunft, indem sie vorn und seitlich aus Geisselzellen besteht, hinten aus differenzirten Zellen der innern Masse. Aber es verdient Betonung, dass die Abgrenzung hier nicht so leicht zu ziehen ist wie bei Desmacidoniden, wo die Kerne der Geisselzellenschicht plötzlich und scharf endigen; denn hier folgen grade an der Grenze diejenigen Geisselzellen, die die doppelt so grossen Geisseln tragen. Deren Kerne sind ebenfalls grösser, nähern sich dadurch den differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) am Hinterende, und der Irrthum, dass alles zusammen ein einziges Epithel sei und die hintern Zellen nur flacher als die andern, wäre hier wenigstens entschuldbar.

Die Unterscheidung wird um so mehr verwischt, als sich auch das braun-gelbe Pigment nicht an eine Zellenschicht gebunden zeigt, sondern in beiden vorhanden ist (Taf. 23, Fig. 68). Die Hauptmasse gehört allerdings der innern Schicht an, namentlich an den Seiten, wo der Durchschnitt des Pigmentringes getroffen ist; aber auch die grossen und sogar die kleinen Geisselzellen enthalten besonders in ihrem peripheren Theil diesen, aus äusserst feinen Körnchen bestehenden Farbstoff. Es erhellt aus diesem Schnitt, wie dadurch der optische Eindruck hervorgerufen wird, den das Aufsichtsbild bietet.

Dieser Pigmentring ist das schönste Leitzeichen für die Beobachtung des Ansetzens, das sehr bald — in sämmtlichen von mir verzeichneten Fällen am ersten Tage — erfolgt. Man erkennt, dass der vordere Pol zum Festheften benutzt und der hintere Pol mit dem Pigmentring deutlich nach aufwärts gerichtet ist (Taf. 22, Fig. 42 *x*); der eine Theil der Larve flimmert noch, während auf der andern

Seite bereits Pseudopodien ausstrahlen. Diese selbst stehen namentlich im Beginn äusserst scharf ab, ganz radiär und sind sehr lang und spitz, was diesem Uebergangsstadium ein sehr charakteristisches Aussehen verleiht. Schon in der ersten Viertelstunde flacht sich die Larve zusehends ab (Fig. 43) unter deutlichen Wellenbewegungen ihrer runden Partien. Der Pigmentring ist noch zu sehen, aber doch etwas verwischt; die Pseudopodien sind auf diesem Stadium nach allen Richtungen ausgestreckt, breiter und lassen mitunter die Kerne der zugehörigen Zellen erkennen. Wo sie aber an der noch scharf umrissenen Larvenpartie zuerst auftreten (Fig. 43 links u. 42 rechts), sind sie stets lang spitz und radiär abstehend. Die Erklärung für diesen verschiedenen Habitus der Pseudopodien finde ich darin, dass sie verschiedenen Ursprungs sind. Die langen steifen Pseudopodien sind nämlich den Geisselzellen zugehörig und sind weiter nichts als sich umformende Geisseln, wie denn die Geisseln sowohl als der ganze langgestreckte Zelleib während der Metamorphose sich um den Kern contrahirt und dadurch von der Oberfläche zurückzieht. Die breiten und lebhaft spielenden Pseudopodien dagegen gehören sicher zu den differenzierten Zellen der innern Masse ( $ma_2$  ep), die sich auf diesem Stadium über die Geisselzellen herüberschieben. Es erhellt hieraus, wie schwer es ist, nur nach Beobachtung dieser Randpartie im Leben den Veränderungen zu folgen, man kann dabei leicht die eine Zellsorte mit der andern verwechseln und die darüber geschobenen Zellen ( $ma_2$ ) für abgeflachte Geisselzellen halten, um so mehr, als die Nachbarschaft oft noch wirklich aus flimmernden Geisselzellen besteht.

Wo solche Wellenlinien auftreten, ist stets eine Uebergangszone, indem sich daselbst plattes Epithel aus Zellen der vorher innern Masse in der Richtung vom Pigmentpol her über die sich contrahirenden Geisselzellen zieht. Man bekommt dann bei günstigen Stellen mit scharfer Einstellung Bilder, wie ich sie bereits von *Esperia* gezeichnet und gedeutet habe, (43, fig. 10 und 11) und auch oben bei *Axinella* erwähnen konnte. Mitunter scheint es, als ob die weit auseinandergerückten, noch theilweise sichtbaren Geisseln zu dem flachen Epithel gehörten; in Wirklichkeit stehen dann diese Geisseln in einer andern Ebene, wo Epithelzellen noch nicht die Decke bilden. (Vgl. dazu Taf. 22, Fig. 53, und Erklärung.)

Nach etwa einer halben Stunde ist die völlige Abflachung erreicht, das Pigment mehr oder weniger zerstreut und der ganze Rand amöboid (Taf. 22, Fig. 44). Wo es gelingt, die Peripherie scharf einzustellen, sieht man dieselbe nunmehr aus dem definitiven platten Epi-

thel gebildet. — Dass die Vorgänge der Verschiebung der beiden Keimlager in bekannter Weise stattgefunden haben, zeigen Schnitte auf diesem Stadium, deren Beschreibung jedoch nur eine Wiederholung des von *Esperia* Bekannten sein würde. Die Kerne der Geisselzellen sind an Kleinheit und Tingirbarkeit so sehr von den andern verschieden, dass sie auch dann noch erkannt werden, wenn sich der zugehörige Zelleib nicht mehr lang gestreckt zeigt, und die definitiven Epithelzellen erweisen sich ebenso unverkennbar als differenzierte Zellen ( $ma_2$ ) der früher innern Masse; dies wird schon am lebenden Object durch die Grösse der Kerne der Pseudopodienzellen ersichtlich (Fig. 43).

Nachdem so der erste Hauptabschnitt der Metamorphose geschehen ist und die geisseltragenden Zellen nach innen gerückt sind, tritt eine äusserliche Ruhepause von ein bis zwei Tagen ein. Der Schwamm ist auf diesem Stadium wenig durchsichtig, ziemlich flach, die Randpartie in steter amöboider Bewegung; sonst aber sind Veränderungen nicht vorgekommen. Im Innern finden sich zu dieser Zeit die amöboiden Zellen der Larve mit ihren charakteristischen Einlagerungen sehr häufig. Letztere färben sich nach Osmium-Behandlung nicht mehr mit Carmin, während der Kern der ehemaligen Geisselzellen dasselbe sehr begierig aufnimmt. Das Protoplasma der Zellen ( $am$ ) selbst nimmt besonders durch *Para carmin* eine distincte Färbung an; ihre Einlagerungen bleiben aber grau-schwarz und von den frei umher liegenden kleinen Kernen, die nur in Grösse mit ihnen übereinstimmen, scharf unterscheidbar. Dieses äusserliche Ruhestadium entspricht einer innerlichen gegenseitigen Durchwachsung der verschiedenen Schichten (Taf. 23, Fig. 69), deren Elemente sich ja zu dem hauptsächlichsten Organsystem, dem Wassercanalssystem, zusammenfinden müssen.

Dessen Anfänge zeigen sich zuerst am zweiten Tage als Lacunen, d. h. hellere Lücken in grauem Gewebe, das dadurch weniger opak wird. Aber diese Durchsichtigkeit ist nicht, wie z. B. bei *Esperia*, mit zunehmender Entwicklung der Canäle und Kammern eine fortschreitende, sondern hört bald auf; der Schwamm beginnt nämlich auf diesem Stadium massiger zu werden und seine definitive Form anzunehmen. Dieselbe ist nicht wie bei *Esperia* ein ansteigender Kegel, sondern ein compacter, öfters verzweigter Cylinder. Der Rand zieht sich mehr und mehr zusammen, bis aus dem flachen Uebergangsstadium (Taf. 22, Fig. 44 und 69) eine drehrunde Form geworden ist (Taf. 22, Fig. 45, und Taf. 23, Fig. 70), welche natürlich undurchsichtig erscheint, trotz der Lacunen und Kammern (Taf. 22, Fig. 45);

denn der Durchmesser ist gross genug, um sie trotz der Lücken des Gewebes vollkommen opak zu machen. Das abgebildete Stück (Fig. 45) hatte eine *Desmacidon*-Larve umwachsen, die im gleichen Bassin gehalten worden war, und dadurch zeigte sich sehr charakteristisch der Unterschied zwischen beiden Species. Die Zeichnung ist nach dem Leben gefertigt; ich habe aber von den betreffenden Exemplaren ein Dauerpräparat angefertigt, um jederzeit die grosse Formverschiedenheit bei gleicher Entwicklungsphase vorweisen zu können.

Schnitte durch solche dicke, undurchsichtige Cylinder von *Gellius* zeigen, dass schon Kammern und Canäle vorhanden sind (Taf. 23, Fig. 70). Deren Entstehungsweise ist genau dieselbe, wie es bei *Axinella* ausführlich geschildert wurde; ein Unterschied besteht nur in so weit, als hier keine Subdermalräume gebildet werden und die Zeitfolge im Auftreten der verschiedenen Theile des Canalsystems eine andere ist als bei *Axinella*.

Am frühesten erscheinen hier die ausführenden Lacunen als Lücken in der kleinkernigen Zellmasse, die sich sehr bald mit differenzirten Elementen (*ma*<sub>2</sub>, *ep*) auszutapeziren beginnen. Die ehemaligen Geisselzellen haben Anfangs wirtz zusammengelegt, jetzt beginnen sie sich mehr in kleinere Gruppen zu ordnen. [Solche Gruppen sind aber nicht mit amöboiden, Einlagerungen tragenden Zellen zu wechseln; denn letztere färben sich, wie oben erwähnt, auf ganz besondere Weise.] Auf diesem Stadium sind also schon einzelne wirkliche Kammern aus den kleinkernigen Elementen geformt (Fig. 70 *k*), theils liegen die entsprechenden Zellen (*a*) noch regellos im Gewebe. Die ausgebildeten Kammern gruppieren sich um die grossen, bereits gebildeten Ausfuhrcanäle (*ex*) herum. Das Osculum selbst ist bei diesem Schwamm nicht central, sondern seitlich, an einer nicht weiter hervorragenden Stelle gelegen (Fig. 70 *Cl* und *O*). Die einführenden Canäle gehen in radiärer Richtung durch die Rinde direct in das tiefer gelegene Parenchym des Choanosoms, ohne sich vorher zu Subdermalräumen zu verbreiten (Fig. 70, *in*). Hierdurch kommt ein ziemlich durchgreifender Unterschied gegenüber dem Habitus des Schnittbildes von *Axinella* zu Stande (vgl. Fig. 70 mit Taf. 20, Fig. 23 und 24). Auch sonst ergeben sich durch die abweichende Configuration des Baues von *Gellius* einige Modificationen, die jedoch von untergeordneter Bedeutung sind. Weil *Gellius* keine Nadelzüge bildet, sondern seine Spicula, nur an den Enden zusammengeklebt, in Maschen zusammenhaften, so sieht man auch auf diesem Stadium (Fig. 70) die Nadeln

im Gewebe zerstreut liegen und keine Ansammlungen verursachen; nur hie und da stossen einige im Winkel der künftigen Masche zusammen. Durch die Abwesenheit von Spiculazügen werden auch keine zackigen Hervortreibungen der Peripherie gebildet, sondern diese hat einen einheitlichen, abgerundeten Contour, wie es der cylindrischen Figur des jungen Schwämmchens entspricht.

Solche kleinen Cylinder wachsen niemals in radiärer Richtung durch Ausbreitung der Randmembran, sondern stets unter Beibehaltung ihrer eigenthümlichen Form. Ich habe durch sorgfältige Züchtung nach Ablauf der ersten Woche solche drehrunde Schwämme von mehreren mm Länge und 1 mm Durchmesser erzielt.

### 3a. Vergleich mit frühern und eigenen Beobachtungen aus der gleichen Gruppe.

Die hier geschilderte Metamorphose von *Gellius*, einem Vertreter der Heterorhaphiden, stimmt vollständig mit den an Desmacidoniden etc. gewonnenen Resultaten überein. Anders aber verhält es sich, namentlich was das Schicksal der Geisselzellen der Larve anbetrifft, mit den Vorgängern, ausser DELAGE, von denen die einen die Geisselzellen verschwinden, die andern in das „Ectoderm“ des Schwammes übergehen lassen.

Bei der Verschiedenartigkeit in den Ansichten der Vorgänger ist die Beweisführung gegen sie leichter, als wenn alle für eine Art der Verwendung der Larvenelemente einstünden. Ausserdem finden sich in den betreffenden Darstellungen sowohl Lücken wie ferner Beobachtungen, die sich auf das von uns Geschilderte ohne Zwang umdeuten lassen, die die damaligen Autoren aber nicht richtig auslegen konnten, zumal wenn sie nur an einer Species arbeiteten.

METSCHNIKOFF hat (48, p. 10) gelegentlich einer Arbeit über Kalkschwämme die Kieselschwämme nur in einer Anmerkung erwähnt. Es geht daraus hervor, dass er das Geisselepithel der Larven verschwinden sah, ohne dass er angeben konnte, ob es abgeworfen war oder was sonst aus demselben wurde.

O. SCHMIDT hat von hierher gehörigen Larven *Amorphina* und *Reniera* untersucht und sagt von ersterer (59, p. 135): „Die Cilien werden zurückgezogen, schwinden, nicht aber die Zellenlage, zu der sie gehören.“ Er hat weder auf Schnitten noch durch directe Beobachtung das Schicksal dieser Zellen bei der Metamorphose beobachten können, und ohne Uebergang bringt er gleich ein viel späteres Stadium nach dem Ansetzen mit einer „protoplasmatischen Aussenschicht, ein Syncytium, das nur aus Verschmelzung jener Exodermzellen hervorgegangen sein kann“ (l. c. p. 136). Eine solche Verschmelzung ist aber bloss Vermuthung, und gewiss hat dabei die damals herrschende Vor-

stellung vom Schwammorganismus als einem Syncytium mitgespielt. In Wirklichkeit ist diese „protoplasmatische Aussenschicht“ wohl die vorher innere Masse der Larve, wie auch daraus hervorgeht, „dass in sie ein grosser Theil der Nadeln dislocirt ist“. Es entspricht dies genau meinem Stadium Fig. 20, Taf. 20. Auch von *Reniera* bespricht O. SCHMIDT ohne Uebergang ein sehr spätes Stadium; „der junge Schwamm besteht aussen aus dem Syncytium, in welches wie bei *Amorphina* die Nadeln zum Theil eingedrungen sind, und welches die veränderlichen Poren zeigt. Im Innern liegen Körner, Zellen und isolirte Wimperkörbe“. Es ergibt sich ohne Zwang, dass wir hierin die bekannten zwei Schichten im Stadium der Durchwachsung vor uns haben. Die äussere Schicht mit Nadeln, den Hauptporen etc., das „Syncytium“ ist wieder die früher innere Masse der Larve, und die Wimperkörbe, Körner etc., die jetzt im Innern liegen, sind, wie ich gezeigt habe, aus den Geisselzellen der Larve hervorgegangen. Die Körner sind wahrscheinlich noch nicht zu Kammern gruppirte kleinkernige Zellen. Später „erscheint auch eine Leibeshöhle“ und ein Osculum. O. SCHMIDT hat also eine Anzahl von Veränderungen richtig gesehen, ohne sie jedoch in Zusammenhang bringen und deuten zu können.

Auch BARROIS (2) bringt, wenn er sich auch gerade bei dieser Gruppe mehr mit der Furchung befasst hat, eine Reihe schöner Beobachtungen namentlich biologischer Art, betreffs der Kürze der normalen Metamorphose, des Pols des Ansetzens etc. Auch seine Bemerkungen über den sog. Durchbruch der innern Schicht sind von Interesse. Die Kammern entstehen nach ihm gesondert und treten erst nachträglich mit einander in Verbindung. Seine Homologien aber und Folgerungen, die er aus den angesetzten Stadien abstrahirt, gehen von falschen Voraussetzungen bezüglich der Verwendung der Keimlager der Larve aus und sind deshalb nicht zu verwenden.

Eine wesentliche Bereicherung der Kenntniss der Silicospongien-Entwicklung geschah durch KELLER's Arbeit über *Chalinula* (28, p. 329 ff.). [Die Darstellung der Furchung wird unten noch besprochen werden.] Die freischwärmende Larve ist der von *Gellius* hier beschriebenen ziemlich ähnlich, hat einen pigmentirten hintern Pol und ein geisseltragendes „Ectoderm“. Wie aber aus KELLER's Abbildung hervorgeht, hat er dessen Zusammensetzung aus den einzelnen Zellen gar nicht erkannt; er bildet nämlich sehr grosse und breite Cylinderzellen ab, während ich nach genauen Schnitten an *Chalinula* versichern kann, dass das Geisselepithel auch hier sehr schmalzellig und kleinkernig ist und die Kerne dadurch nicht, wie KELLER zeichnet, einschichtig, sondern vielschichtig liegen. Es ist daher auch nicht zu verwundern, dass er nach der Metamorphose diese Zellen nicht wieder gefunden hat, sondern das amöboide Ectoderm des jungen Schwämmchens aus den Geisselzellen ableitet, während es doch in Wirklichkeit aus viel grössern Zellen mit viel grössern Kernen besteht. Die Vertheilung der Spicula, die in den peripheren Partien der Larve zerstreut, nur gegen den hintern Pol zu angehäuft liegen, ist von KELLER treffend beschrieben. Das Ausschwärmen soll durch die Dermalostien erfolgen; ich habe mich

aber gerade an *Chalinula fertilis* durch stundenlanges geduldiges Davorsitzen überzeugt, dass auch hier wie überall die Larven Stück für Stück aus dem Osculum emporschnellen.

Die Einbuchtung an der Larve, über die KELLER sich so ausführlich auslässt (28, p. 337) ist ohne jede morphologische Bedeutung; sie kommt bei allen Schwammlarven, zumal wenn sie einmal angestossen hatten, leicht vor. Auch sind seine ganzen Zuchtmethoden nicht einwandfrei. Die Larven haben Tage gebraucht, bis sie sich angesetzt haben, sind nachher offenbar auf einen beliebigen Punkt ihrer Oberfläche zu liegen gekommen (dadurch erklärt sich das Umlegen auf die Seite, das KELLER als morphologisch wichtig auffasst) und haben nachher versucht, ihre Metamorphose durchzumachen.

Die eigentliche Metamorphose hat KELLER nicht verfolgen können, sondern bringt gleich späte Stadien. Der junge Schwamm ist gebildet (p. 339) „von einer oberflächlichen Lage flacher contractiler Epithelzellen, darunter ein Mesoderm mit Kieselnadeln und im Innern nadelfreie Zellen, Entoderm“. Die erste Schicht soll vom Geisselektoderm, die beiden andern von der innern Masse der Larve sich herschreiben. Diese Beschreibung an und für sich ist sehr richtig, dagegen die Beziehung zu den Blättern der Larve falsch gedeutet. Es kann laut KELLER's eigenen Worten, besonders aber, wenn wir noch seine Abbildung (fig. 24 u. 25) heranziehen, kein Zweifel sein, dass wir es hier ebenfalls mit Stadien nach Umkehr der Larvenschichten (entsprechend unsern Figg. 20 und 21) zu thun haben, und dass die äussere epitheliale Schicht plus dem „Mesoderm“ aus der vorher innern Masse der Larve, die innere Schicht nadelfreier Zellen dagegen aus dem Geissel-epithel her stammt. Dass sich späterhin in dieser innern Masse „ein centrales Magenrohr ausbildet“, hat KELLER richtig beobachtet; ebenso dass sich einzelne Gruppen von „Entoderm“-Zellen isolirt formiren und dann um das Magenrohr herum ordnen.

Der KELLER'schen Darstellung gegenüber bedeutet die Arbeit MARSHALL's über *Reniera* (46) kaum einen Fortschritt, denn es lassen sich aus ihr, auch abgesehen von der verfehlten Deutung der Metamorphose, auch viele bloss beschreibende Einzelheiten nicht bestätigen. Die innere Masse der Larve soll z. B. keine distincten Zellen enthalten! Man braucht aber nur eine Larve unter dem Deckglas zu zerdrücken, und kann sich, ohne Anwendung von Reagentien, vom Gegentheil überzeugen. Auch kann ich nicht finden, dass das Schwimmen mit dem pigmentirten Pol nach vorn geschehen soll. Dies kommt wohl ausnahmsweise vor; da aber der Pigmentfleck, wie MARSHALL selbst ausführt, der lichtscheuen Larve als eine Art primitives Sinnesorgan dient, so wird er dem Lichte zugekehrt sein, von dem die Bewegung abführt (vgl. DELAGE 10, p. 461). MARSHALL's Larven wurden von ausgeschnittenen Schwammstücken gewonnen, dann gelangen viele nicht ganz reife Individuen zur Freiheit, und alle möglichen Abnormitäten kommen vor, wie er einige selbst gesehen hat (46, p. 226). — Auch der mehrfach erwähnte Durchbruch des Cönoblastems ist pathologisch; dies zeigen MARSHALL's eigene Figuren von Larven (fig. 3 u. 4). Richtig ist aber, dass das Ansetzen mit dem, dem Pigment entgegengesetzten

Pol erfolgt, so dass man den farbigen Fleck noch eine Zeit lang nachher beobachten kann. Wie sich MARSHALL die Bekleidung des zukünftigen Schwammes vorstellt, da das Exoderm zu einer „undeutlichen Schicht“ wird, ist nicht ganz ersichtlich. Die innere Masse lässt nach dem Ansetzen einen Hohlraum erkennen, der von Epithel ausgekleidet sein soll, und „hat sich dadurch in Mesoderm und Entoderm zerlegt“. Alle spätern Abbildungen sind rein schematisch und darauf gerichtet, durch Darstellung von Divertikeln, die von diesem Hohlraum ausgehen, die Cölenteraten-, ja Actinien-Natur der Spongien nachzuweisen. Solche Divertikel kommen aber absolut nicht vor, sondern die Geisselkammern legen sich hier wie überall bei Cornacuspongien getrennt an. [MARSHALL's fig. 13 spricht für den jetzt erkannten Entwicklungsgang.]

Ebenfalls zu den Larven mit Pigmentfleck gehören die meisten der reinen Hornschwämme, wie sie namentlich durch F. E. SCHULZE beschrieben wurden (68, 69, 70). Da dieselben aber einige Abweichungen bieten, so sollen sie in einem speciellen Anhangscapitel besprochen werden.

Trotzdem also die frühern Beobachter die Verwendung der Larvenelemente nicht richtig deuten konnten, deshalb, weil eine Verfolgung der Metamorphose mit den damaligen Hilfsmitteln schwer möglich war, zeigen sie in vielen Punkten einen Hinweis auf die von DELAGE und mir geschilderten Vorgänge, und manche ihrer Bilder lassen sich auf die unsrigen beziehen.

Es besteht für die Verwendung der Keimlager kein Unterschied zwischen der Gruppe der Homorhaphiden und der andern Larvengruppe; DELAGE hat deswegen die Metamorphose von *Reniera* nur gestreift. Bemerkenswerth ist aber, dass er in den Larven dieses Schwammes wenigstens Zellen mit eigenthümlichen Einlagerungen findet, die er für Dotterkörner hält, die er aber von gefressenen Kernen, wie sie später vorkommen sollen, unterschieden wissen will (10, p. 450).

Ich habe nach dem Princip, stets eine ganze Anzahl verwandter Formen zu untersuchen, auch noch andere Vertreter dieser Gruppe mit pigmentirten Larven vorgenommen und verfüge über mannichfache Stadien von *Pachychalina*, *Chalinula*, zwei Species *Reniera* und andern. Alle diese zeigten mir genau dieselben Verhältnisse der Metamorphose wie *Gellius*, das Ansetzen mit dem Vorderpol, das Ueberwachsenwerden der Geisselzellen durch die platten Zellen der vorher innern und hintern Masse etc. Die Unterschiede waren nur von secundärer Art und mehr dazu geeignet, vorher etwas zweifelhafte Punkte, wie die Configuration der Pole, durch Vergleich völlig klar zu stellen. Taf. 22, Fig. 46 giebt die Larve von *Reniera* in optischem Schnitt zum Vergleich mit der von *Gellius*. Man sieht die eigenthümliche Form, die das innere Gewebe annimmt, während das äussere oval bleibt. Bei der Conservirung legt sich dann die äussere Epitheldecke ganz an die innere Masse an, und es entsteht dadurch eine Form wie Fig. 46a. Auch am hintern Pol, da wo die langen Wimpern sind, wird dann die schon im Leben sichtbare Einkerbung ausgesprochener und zu einer richtigen

Einkrampfung. Dieser hintere Pol zeigt einzelne Verschiedenheiten, wie unter den Larven der vorherigen Gruppe, im Ganzen aber die gleiche Zusammensetzung aus Zellen der innern Masse. Dieselben liegen bei *Gellius* als cubische oder etwas gestreckte Elemente, wie sie Platz finden (Taf. 23, Fig. 68), bei *Reniera* bilden sie ein ganz richtiges Plattenepithel (Fig. 67). Bei andern Renieriden (DELAGÉ) zeigen sie sich im Durchschnitt conisch. Auch das Pigment hat eine verschiedene Vertheilung. Bei *Gellius* liegt es am ganzen hintern Pol, stärker noch seitlich als Ring, da wo die grossen Cilien liegen, angehäuft und erstreckt sich ziemlich reichlich auch noch auf die gewöhnlichen kleinkernigen Geisselzellen (Taf. 23, Fig. 68). Bei *Reniera* (Fig. 67) ist es fast nur auf die grossen Cilienzellen beschränkt; in den Epithelzellen des Hinterpols ist nur ein helleres und spärlicheres Pigment, in den kleinkernigen Geisselzellen gar keins zu sehen. Bei *Chalinula* (Fig. 66) besteht wieder ein anderes Verhältniss, indem da das Pigment in gleicher Stärke an allen Zellen des hintern Pols sitzt, ohne einen Ring zu bilden, während sich Hornschwämme in Bezug darauf mehr an *Gellius* anschliessen (Fig. 75).

Der Kranz besonders kräftiger Wimpern ist, wenn auch verschieden stark entwickelt, ein Zeichen dieser Gruppe, während er den Larven der andern Gruppe fehlt; bald ist er, wie bei *Gellius*, ein Kranz viel längerer, aber nur wenig dickerer und doch sehr beweglicher Cilien, bald besteht er, wie bei manchen Renieren, aus sehr straffen, fast borstenartigen Cilien. Bei *Chalinula* ist der Kranz nur angedeutet.

Etwas verschieden habe ich auch die Pseudopodien gefunden; denn die Zellen, die diese bilden, sind verschieden gross und ihre Bewegung von verschiedenem Habitus. Bei *Pachychalina* sah ich sie extrem lang (Taf. 22, Fig. 54) und aus vielen Zellen zusammengesetzt, oft eine ganze Strecke weit über die Schwammpерipherie herausragen; ich besitze Dauerpräparate, wo solche unter dem Deckglas Centimeter weit von einem Schwämmchen bis zum andern verfolgt werden können.

Am vordern Pol kommt das innere Gewebe bei allen Larven dem Rande sehr nahe, und die Geisselzellen stehen daselbst nicht so regulär (vgl. Fig. 41, 49). Es erklären sich daraus wohl die Ansichten von BARROIS und MARSHALL über das Durchbrechen durch das Ectoderm. Die eigentliche Umwachsung geht jedoch vom hintern Pol aus. Ueber das Schicksal von dessen Pigment bei der Metamorphose vermag ich nur anzugeben, dass es sich auflöst, also wohl ein Larvenorgan darstellt. Alle Larven sind sehr lichtscheu und fliehen, den Pigmentpol der Lichtquelle zugerichtet, so dass auch schon durch die Bewegungsart der vordere Pol zum Ansetzen bestimmt erscheint.

Ulvablätter suchten sie als Siedelplatz nicht gern auf, wohl aber deren Schatten. Alle spätern Vorgänge, die Bildung der von einander unabhängig entstehenden Kammern, deren Anschluss an eine zuerst von kleinkernigen Zellen, dann von plattem Epithel ausgekleideten Höhle, die von vornherein bestehende Unterscheidung eines Choanosoms und eines Ectosoms, alles dies ist übereinstimmend wie bei *Gellius* und *Axinella*. Höchstens treten einige zeitliche Verschiebungen ein, indem bei den

einen diese, bei den andern jene Hohlraumssysteme, je nach der spätern Entwicklung, sich auch in der Ontogenie früher zeigen, so z. B. tritt bei *Reniera* die Cloakenhöhle sehr früh auf, was vielleicht MARSHALL den Anlass zur Schilderung seiner Entodermbildung gegeben hat (46, tab. 14, fig. e, f, g).

#### 4. Die Entwicklung der Larve von *Chalinula fertilis* aus dem Ei.

Die Veranlassung, gerade an *Chalinula* in dieser Gruppe die Vorgänge der Furchung und Differenzirung der Schichten vorzuführen, ist eine mehrfache.

1) erschien es einerseits nach den schönen Untersuchungen von KELLER (28), als sei hier eine Ungleichheit der Furchung schon durch verschiedene Pigmentirung der Blastomeren ausgesprochen; andererseits erweckten auch manche Punkte der KELLER'schen Darstellung, wie z. B. die Ungleichheit gleich nach der ersten Theilung, Bedenken.

2) sind im Verhältniss zur kleinen Larve von *Chalinula* die Zellelemente ziemlich gross, auch die Geisselzellen, und die Larve wird dadurch übersichtlicher.

3) ist bei *Chalinula fertilis* der mütterliche Schwamm besser zu schneiden als sämtliche andern mir bekannten Halichondrien, dadurch dass die Nadeln immer nur in dünnen Längszügen an einander gereiht und durch wenig Spongine verbunden sind.

4) liegen die Eier und Larven nicht im Parenchym zerstreut, sondern in Nestern zusammen, manchmal in dicken Schichten in den untern Partien des Schwamms, so dass man auf einem einzigen Schnitt eine Menge zu gleicher Zeit treffen kann.

So gedrängt dieselben aber auch liegen, niemals stösst Follikel direct auf Follikel, sondern stets ist dazwischen noch eine bindegewebige Masse, oft mit einem Zug Nadeln, zu erkennen, der sich dann zwischen den einzelnen Follikeln gitterartig verzweigt (Taf. 23, Fig. 57). Durch die gedrängte Lage werden die Blastomeren in den Follikeln fest zusammengepresst, so dass sie nicht rund wie bei *Myxilla*, sondern gegenseitig abgeplattet sind. Es kommen dadurch auch gegenseitige kleine Abplattungen der ganzen Embryonen vor, die man sich aber, um Missdeutungen vorzubeugen, stets als von rein mechanischen, nicht morphologischen Ursachen herrührend vorstellen muss.

Es wäre allerdings für die Beobachtung sehr angenehm, wenn das „Entoderm“, wie es KELLER darstellt, sich durch Pigmentirung gleich von vornherein vor den übrigen Blastodermzellen auszeichnete und dadurch die in Bezug auf Grösse so schwer nachweisbare Verschiedenheit der spätern Furchungszellen deutlicher würde, so dass die Zweischichtigkeit, die durch den Zusammenschluss zu einer Morula verwischt wird, scharf hervortreten könnte. Mit dieser Verschiedenheit der Pigmentirung steht es aber, wie ich gleich zu Anfang bemerken will, leider nicht so; vielmehr ist dieselbe nur auf einen Theil des „Entoderms“,

den Pol, beschränkt und tritt auch nicht so früh bei der Keimblätterbildung auf, sondern erst bei der histologischen Differenzirung. Darauf, wie auf alle kleinen Abweichungen von der KELLER'schen Darstellung, werde ich unten beim Vergleich zu kommen haben und schildere einstweilen nur kurz meine eigenen Resultate.

Das reife Ei hat nicht die Grösse der ausschärmenden Larve; die Hauptvolumenzunahme findet aber während der histologischen Differenzirung durch Ausbildung der Gallerte statt, nicht während der Furchung, und die nutritive Rolle, die die amöboiden Zellen der mittleren Masse ausüben, ist meiner Ansicht nach schon vor der Furchung so gut wie beendet. Nur einzelne Zellen dieser Art sind zu dieser Zeit am Rande des Follikels übrig geblieben (Taf. 23, Fig. 57 *am*), während zur Zeit der Bildung des Eies eine reichliche Menge solcher Elemente das Ei als allseitiger Mantel bekleidet. Diese Zellen werden zu den Dotterschollen verarbeitet, mit denen das reife Ei dicht erfüllt ist, so dass vom Protoplasma wenig sichtbar bleibt. Das Ei ist nackt, doch kann man zu gewissen Zeiten erkennen, dass die periphere Protoplasmaschicht etwas dichter ist und sich stärker färbt, was vielleicht einer Pseudomembranbildung nach Eintritt eines Spermatozoons entspricht. Richtungskörper und Befruchtung habe ich trotz vieler darauf gerichteter Bemühungen nicht beobachtet, kann auch nur sagen, dass die Kieselschwämme durch die Menge der sich gleichfalls tingirenden Dotterelemente dafür äusserst ungünstige Objecte sind. Was ich mit Sicherheit gesehen habe, ist die auffallend periphere Lage des Keimbläschens; und da dieses oft nicht nur decentral, sondern direct am Rande liegt (Taf. 23, Fig. 57 *n*), ohne durch eine Zone von Proto- oder Deutoplasma von der Umgebung getrennt zu sein, so lässt sich wohl annehmen, dass dieses Verhalten kein zufälliges ist, sondern mit der Ausstossung der Richtungskörper in Zusammenhang steht.

Die erste Furchung zerlegt das Ei in zwei gleiche Hälften; die Theilungsebene selbst ist nicht ganz gerade und regelmässig, aber die beiden Theilstücke sind, wie hervorzuheben ist, durchaus gleich, und nachdem man vorher das Ei als ein nicht rundes, sondern längliches Gebilde (Taf. 23, Fig. 58), mit Unterscheidung einer Längsqueraxe erkannt hat, so kann man sagen, die erste Furchung verläuft meridional. Ebenso die zweite; doch sind die daraus entstandenen Theilstücke, wenn auch an Grösse so gut wie gleich, in der Anordnung nicht so ganz regelmässig und etwas gegen einander verschoben. Blickt man vom Pol aus auf ein solches Stadium (Fig. 59 *α*), so sieht

man, dass sich nur zwei Zellen, diese aber mit einer ganzen Fläche berühren, die beiden andern Zellen überhaupt nicht. An dem entgegengesetzten Pol findet das umgekehrte Verhältniss statt. Ich sehe darin das Anzeichen der in neuerer Zeit mehrfach erwähnten spiraligen Drehung, wie sie hervorgebracht wird durch die bei der Zusammendrängung der Follikel gebotene möglichste Ausnutzung des Raumes, also ein rein mechanisches, nicht morphologisches Verhältniss. In der Mitte entsteht zwischen den vier Furchungsstücken ein kleiner Spalt (Taf. 23, Fig. 59 *H*), die erste Andeutung der Furchungshöhle, die aber eigentlich nur virtuell bleibt.

Von diesem viertheiligen Stadium ab wird die Furchung inäqual. Die nächste Ebene schneidet jedenfalls in äquatorialer Richtung die beiden vorangehenden [allerdings nicht gleichzeitig und regulär, wie es bei anderen Thiergruppen bekannt ist]. Es bilden sich dadurch an einem Pol des Keims grössere Furchungszellen als am andern (Taf. 23, Fig. 60); auch die vorhin angedeutete spiralige Verschiebung ist auf diesem Stadium noch deutlich zu constatiren, ebenso die Furchungshöhle noch mit Sicherheit wahrzunehmen.

Letztere bleibt aber nicht erhalten. Bei fortschreitender Theilung kommen Blastomeren und zwar die grössern ins Innere zu liegen; alle Theilstücke sind dicht gegen einander gepresst und platten sich gegenseitig ab, so dass der Raum möglichst ausgenutzt wird (Fig. 61). Es ist nicht ganz leicht, auf diesem Stadium die Ungleichheit der Furchung mit Sicherheit zu erkennen, da die Grössendifferenz der Blastomeren gering ist und bei der dichten Lagerung eine sogenannte Morula vorgetäuscht wird. Namentlich kann man durch die Schnittrichtung eines einzelnen Schnittes irreführt werden und, z. B. wenn derselbe quer durch die obere Hälfte geht, eine äquale Furchung irrthümlich annehmen. Bei Zuhülfenahme von Schnitten aller Richtungen überzeugt man sich jedoch vom inäqualen Typus. Immerhin besteht die Ungleichheit in einer nur geringen Grössendifferenz; an Färbung und Füllung mit Dotterelementen sind alle Zellen einstweilen noch gleich. Einen Unterschied in der Kernstructur habe ich mich zu constatiren bemüht; doch ist auf diesem Stadium, wo die Dotterkörner leicht alle andern Dinge verdecken, ein solcher schwer zu sehen. In den grossen Zellen scheint der Kern deutlich zwischen der Masse der Dotterkugeln als bläschenförmige Lücke durch, erfüllt mit heller Flüssigkeit und tief tingirtem Nucleolus, während der Kern der kleinern Zellen meist überhaupt nicht zu erkennen ist. Derselbe ist nämlich kein helles Bläschen mit Nucleolus, sondern ein

reichliches Chromatin enthaltender Kern, der dann mit einfacher Carminfärbung sich von den Dotterkörnern nicht abhebt. Ausserdem sind häufig diese Zellen (*mi*) in Theilung begriffen und dann die Kernbestandtheile noch schwerer innerhalb der Dotterfüllung nachweisbar.

Bei fortschreitender Theilung machen sich zwischen den Theilstücken auch Unterschiede am Zelleib geltend (Taf. 23, Fig. 62). Die äussern Zellen (Mikromeren) werden zugleich mit Abnahme ihres Umfangs ärmer an Dotterelementen. Die Makromeren enthalten noch viel Dottermaterial und sind dadurch bräunlicher; sie zeigen aber kein besonderes Pigment, vielmehr ist der ganze Keim von gelblicher Farbe, die natürlich in den dotterreichern Zellen intensiver ist, einfach vermöge deren grösserer Masse, nicht aber durch Anhäufung eines speciellen Farbstoffes.

Ein solcher tritt nämlich erst bei der histologischen Differenzirung auf, wenn sich die innern Zellen ebenfalls weiter getheilt haben und Verschiedenheiten unter sich aufweisen. Auf diesem Stadium (Taf. 23, Fig. 63) bilden die äussern Zellen ein Lager hellerer Elemente, das die übrige Masse mit Ausnahme des hintern Pols umgiebt; sie zeigen keinen Dotter mehr, und ihre Kerne sind structurirt. Eine Lagerung der einzelnen Zellen in Gruppen, die je von einer grössern Zelle abstammen könnten, wie bei *Esperia* (Taf. 21, Fig. 27), habe ich nicht beobachtet; vielmehr wird durch den dichten Zusammenhalt aller Theile des Embryos eine einfache Schicht hergestellt. Nach vorn zu sind diese Zellen noch weiter ausgebildet und nähern sich in ihrer Anordnung bereits dem Cylinderepithel (Fig. 63 *a*). In der innern Masse ist als erste und unzweifelhafte Andeutung der jetzt beginnenden Differenzirung das Auftreten der Spicula zu erwähnen. Die selben bilden sich in der bekannten Weise innerhalb von Zellen; mit dem Wachsthum der Nadeln strecken sich auch die betreffenden Zellen, bis sie denselben zuletzt nur noch lose anliegen. Das Erscheinen vieler Spicula muss gleichzeitig und schnell vor sich gehen, denn man findet mitunter auf erstaunlich frühen Stadien der Entwicklung schon sehr grosse Nadeln. Ferner zeigt sich auf diesem Stadium die Intercellulärsubstanz und zwar dadurch, dass die Zellen, die früher an einander lagen, etwas auseinanderweichen und eine schwach tingirbare gerinnende Masse zwischen sich zeigen; dadurch wird der Gesamtumfang der Larve grösser. — Zum ersten Mal ist jetzt auch das Pigment des später hintern Pols zu sehen (*Pi*); dasselbe kommt jedoch nicht allen Zellen der innern Masse zu, sondern ist

von Anfang an auf die des hintern Pols beschränkt; es ist einstweilen nur schwach entwickelt und scheint in Körnchen suspendirt zu sein, welche nicht unähnlich kleinen Dotterkörnern aussehen, jedenfalls von anderer Natur als der in den Geisselzellen der andern Gruppe vorkommende Farbstoff sind.

Hervorhebung verdient, dass das Pigment erst dann deutlich auftritt, wenn ein gewisser Grad von histologischer Differenzirung erreicht ist, und namentlich auch am entgegengesetzten Pol die zukünftigen Geisselzellen sich bereits cylindrisch und epithelial geordnet zeigen. Die Zellen der innern Masse sind im Uebrigen noch gleichartig, zwar kleiner als die Blastomeren, aber in der Structur noch denselben verwandt, alle mit etwas Dottermaterial und den bekannten Kernen.

Auf einem weiter vorgeschrittenen Stadium (Fig. 64) beginnen sich auch unter diesen Zellen Unterschiede zu zeigen, indem ein Theil nach vermehrter Theilung zu differenzirten Elementen ( $ma_2$ ) wird, theils mit langgestrecktem, theils mit sternförmigem Protoplasmakörper. Deren Kern ist meist oval mit sehr feinem Chromatingerüst. Die übrigen Elemente sind noch vom Charakter wie früher ( $ma_1$ ); die Spicula sind reichlicher geworden, liegen stets der Peripherie nahe und am hintern Ende etwas gedrängter (Fig. 64 *pi*). Die Gallertsubstanz ist ziemlich entwickelt, namentlich in der vordern Hälfte der innern Masse, wo auch die meisten der differenzirten Elemente liegen. Das äussere Epithel hat am Vorderpol bereits den Charakter wie in der Larve, hier stehen sehr gestreckte cylindrische Zellen, an denen bereits Geisseln zu erkennen sind; an den Seiten ist dieses Epithel noch aus unregelmässigeren Zellen zusammengesetzt.

Die Entwicklung von diesem Stadium an bis zur freien Larve besteht zunächst darin, dass das äussere Zellenlager (*a*) sich an der ganzen Peripherie zum Geisselepithel umbildet. Festzuhalten ist aber, dass hier die Zellen nicht so extrem gestreckt sind wie bei andern Cornacuspongienlarven; dadurch kommt keine so vielseitige Kernmasse zu Stande, sondern die Nuclei erscheinen zu zwei, höchstens zu drei auf dünnen Schnitten hinter einander geschoben. Die Nadeln im Innern nehmen die erwähnte Stellung (s. o. S. 342) sehr deutlich ein und bilden dadurch ein ähnliches Gerüst wie in der *Gellius*-Larve (Fig. 71). Die indifferenten Zellen haben sich an Zahl sehr vermindert, so dass nur eine beschränkte Anzahl von ihnen in den Schwamm mit hinübergenommen wird; die meisten Zellen der innern Masse

sind Elemente ohne Dotter ( $ma_2$ ). Das Pigment, in kleine, rundlichen Zellen des Hinterendes, bildet, von der Fläche gesehen, keinen Ring, sondern einen einfachen Kreis, ohne dass eine Zone von besonderer Intensität ausgebildet ist. Die Gallerte vermehrt sich stärker, und die ganze Larve streckt sich, bis eine richtige, nach vorn spitzere, nach hinten abgestumpftere Eiform erreicht ist.

Wahrscheinlich dieser Streckung ist der Ausschlüpfungsact, d. h. das Bersten des Follikels, zu danken; die Larven gelangen ins Canal-system und schwärmen durch die röhrenförmigen Oscula aus.

Da die Larven dichtgedrängt in grossen Mengen im Schwamm bei einander liegen, so ist der Untergang des betreffenden Gewebstücks, das aus nichts als Larven und Follikeln bestand, sicher und eine weitgehende Schädigung des mütterlichen Schwammes zu erwarten; doch führt dies nicht zum Untergang desselben. Auch ist die Massenanhäufung der Larven nicht überall die Regel, und bei andern Schwammarten, wo wie bei *Esperia* die Larven ganz zerstreut im mütterlichen Gewebe sitzen, wird der Geburtsact die mütterlichen Schwämme wenig afficiren.

Ueber die Metamorphose, die ganz gleich der von *Gellius* etc. verläuft, vergl. oben.

#### 4a. Vergleich mit andern Beobachtungen aus derselben Gruppe.

Von frühern Beobachtern der Furchung der Halichondrida ist besonders KELLER's zu gedenken (28, p. 321), der sich des nämlichen Object's bedient hat und dem das Verdienst zukommt, trotz der Schwierigkeiten die Ungleichheit der Furchung erkannt zu haben. Einige Abweichungen seiner Darstellung von der meinen sind bereits oben berührt, dagegen kann ich in den Grundzügen seine Beobachtungen nur bestätigen, und wo dies, wie z. B. bezüglich der ersten Theilung, bezüglich des Pigments und anderer Punkte nicht der Fall ist, ist mehr die Verschiedenheit der Untersuchungsmethoden daran Schuld. Ich muss daran festhalten, dass auch bei *Chalinula* die erste Furchung das Ei in zwei gleiche Hälften theilt, dass die zweite ebenfalls noch gleiche Theilstücke hervorbringt und dass erst dann die Inäqualität eintritt, wie ich es bei *Myxilla* ausführlich geschildert habe und wie es auch dem Verhalten anderer Schwämme entspricht. Wenn KELLER die erste Furchung bereits inäqual erscheinen lässt, so ist daran wohl Schuld (28, p. 333), dass bei seiner Methode starke Schrumpfungen unvermeidlich sind. Auch seine Bilder 9 und 10, wo die Embryonen ganz weit von der Follikelwandung zurückgezogen sind, weisen auf solche Schrumpfungen hin. Zudem hat er herausgeschälte Furchungsstadien und in toto untersucht, und wie leicht da Irrthümer unterlaufen, ist be-

greiflich. Meine Resultate sind an Schnitten und durch deren Zusammensetzung gewonnen, von Exemplaren, die auf verschiedene Weise gehärtet waren und ungeschrunpft der Follikelwand dicht anlagen.

Auch ein anderer Punkt der KELLER'schen Darstellung kann nicht bestätigt werden, nämlich dass das Pigment den primären Entodermzellen charakteristisch zukomme; ein darauf hinweisendes Bild (wie KELLER's fig. 14) konnte ich niemals erhalten. Wenn man, wie KELLER es gethan, conservirte und aufgehellte Embryonen in toto untersucht, so ist man bei solchen mit Pigment nicht im Stande, zu entscheiden, ob man wirklich frühere Stadien (wie Fig. 62) oder nicht vielmehr spätere (wie Fig. 63 und 64) vor sich hat. Meine Methode bestand hier darin, mit einem Gemisch von Alcohol absolutus und Sublimat zu härten, mit Boraxcarmin nur schwach zu färben, so dass das gelbe Pigment an Schnitten trotz des Tinctionsmittels sichtbar war. Alsdann war auf den eigentlichen Furchungsstadien und noch bei deutlicher Zweiblättrigkeit keine Spur des Pigments zu sehen, sondern solches fiel erst zugleich mit der histologischen Differenzirung auf. Dass diesem Pigment keine morphologische Bedeutung zukommt, sondern dass es ein Larvencharakter ist, sehen wir auch aus den schon früher angedeuteten Verschiedenheiten bei den einzelnen Species und Genera (Fig. 66, 67, 68), wo es bald der einen, bald der andern Schicht ausschliesslich, bald beiden zugleich zukommt. Sehr geschickt ist von KELLER der Nachweis der Zweiblättrigkeit an der scheinbaren Morula geführt worden (28, p. 334): „Man überzeugt sich beim Rollen unter dem Deckgläschen, dass an der Oberfläche ein deutlich umgrenztes Feld existirt, dessen Zellen sich durch Grösse vor den übrigen peripherischen Zellen auszeichnen. Dieses Feld wird später zum hintern Pol der Larve.“

Von frühern Forschern sind O. SCHMIDT und CARTER nur der geschichtlichen Vollständigkeit halber hier zu erwähnen. Die Darstellung der Furchung von *Reniera* nach MARSHALL (46), wonach in der grossen Höhlung einer Blastula zuerst Körnchen auftreten und dann darin freie Kernbildung stattfindet, bedarf keiner Discussion. Eine Blastula ist beim Embryo von *Reniera* zu keiner Zeit vorhanden, sondern dessen Inneres zu jeder Zeit von distincten Zellen erfüllt.

BARROIS hat (2) über die Furchung seiner *Isodictya* nur vereinzelte Angaben gemacht, die sich aber zumeist gut auf die obigen beziehen lassen. Nach ihm ist die Furchung bis zu Ende äqual, d. h. er bildet ein zweitheiliges und ein viertheiliges Stadium ab, die aus gleichen Blastomeren bestehen, und dann gleich einen Morulahaufen vieler Zellen. Dass zwischendrin die von KELLER und mir untersuchten Stadien der Inäqualität liegen, ist klar; wichtig ist aber, dass er die Gleichheit der ersten beiden Theilungen erkannt hat. Auch seine Darstellung, wonach er die Larve trotz der verschiedenartigen Elemente aus nur zwei Schichten bestehen lässt und als eine Art Amphiblastula auffasst, ist bemerkenswerth, sowie der Hinweis, dass die Grenze von Ectoderm und Entoderm die Bildungsstätte der Nadeln bezeichne.

v. LENDENFELD (33, tab. 41, fig. 2) giebt eine Abbildung der Larve von *Phoriospongia*; ich kann aber diesen nadeltragenden Schwamm ebensowenig wie andere Spongiologen als Hornschwamm ansehen und erblicke in der typischen Anordnung der Nadeln das Gerüst, wie es den meisten Halichondria-Larven zukommt. Diese Anordnung ist von LENDENFELD sehr treffend beschrieben als im Allgemeinen tangential und am hintern Pol ein convergirendes Bündel bildend. Auch die Weichtheile stimmen, soweit sie bei der Conservirung erkannt werden konnten, damit überein, dass wir es mit einem richtigen Kieselhornschwamm, vielleicht aus der Verwandtschaft von *Gellius*, zu thun haben.

Endlich hat noch TOPSENT gelegentlich seiner Studien über die Halichondrien der französischen Küste (79, p. 100) einige schätzenswerthe Angaben über Renieriden-Furchung und -Larven gemacht. Er hat zunächst Larven mit und ohne Pigmentfleck unterschieden, die letzteren kommen bei den Genera *Amorphina* und *Dendoryx* vor. In wie weit dieselben in unsern Gruppen unterzubringen sind, wage ich bei der jetzt herrschenden Unklarheit der Systematik nicht zu entscheiden. Er hat ferner gesehen, dass bei einzelnen Schwämmen die Eier im Gewebe zerstreut, bei andern in Ansammlungen vorkommen, und spricht in letzterm Fall (p. 103) von „poches ovariennes“. Bezüglich der Furchung gehen seine Angaben kaum über BARROIS hinaus; er berichtet von einer Aufhellung der peripheren Partien nach Ablauf der Furchung, von gleichzeitigem Auftreten der pigmentirten Calotte etc., ohne in Einzelheiten einzugehen. Die Spicula liegen auch nach seiner Beschreibung direct unter dem Epithel zerstreut und nach hinten zahlreicher; besonders zu betonen ist das auch von ihm gefundene ausserordentlich frühe Auftreten derselben. Seiner Ansicht, dass diese Spicula nur spicules de tension, nicht Skelettnadeln seien, und dass diese letztern wie bei den Kalkschwämmen erst nach dem Ansetzen auftreten (78, p. 116), kann ich nicht beipflichten, vielmehr glaube ich gezeigt zu haben, dass die Stabnadeln in der Larve richtige Skelettnadeln sind, die sich nach dem Ansetzen durch Sponginausscheidende Zellen zusammenschliessen.

Ich selbst habe noch Betrachtungen über die Furchung und die Bildung der Larve von zwei verschiedenen Species von *Reniera* gemacht und möchte in Hinblick auf die abweichenden MARSHALL'schen Angaben hinzufügen, dass diese Vorgänge in ganz ähnlicher Weise verlaufen wie bei *Chalinula*. Untergeordnete Differenzen sind allerdings ebenso wie unter den Larven der Desmacidoniden wahrzunehmen, so ist z. B. bei *Reniera* die Constaturung, dass die Blastomeren ungleich werden, noch schwieriger als bei *Chalinula*; da aber ein späteres, deutlich zweischichtiges Stadium nach vor Ausbildung der Larve eintritt, entsprechend dem vom *Chalinula* (Fig. 63), so ist die vorangegangene Ungleichheit der Theilung ebenfalls anzunehmen und gelangt auch in günstigen Fällen zum Nachweis. Allerdings ist dieser schon deswegen schwieriger, weil *Reniera* für das Mikrotom ein ungünstiges Object ist und sich lückenlose zusammensetzbare Serien

kaum herstellen lassen. Die Geisselzellen sind bei *Reniera* im ausgebildeten Zustand nicht wie bei *Chalinula* verhältnissmässig breite Cylinder, sondern ebenso extrem gestreckt und bilden ein ebensolches Keimlager wie bei den Desmacidoniden. Die innere Masse enthält die bekannten Elemente ( $ma_1$  und  $ma_2$ ), die Nadeln sind ziemlich gross, zeigen deswegen kein so deutliches Gerüstarrangement; es lässt sich nur sagen, dass sie am Hinterende zahlreich und am Vorderende mehr zerstreut tangential unter der Oberfläche liegen. Im Ganzen sind die Beobachtungen an *Reniera* nur Bestätigung der Befunde an *Chalinula*.

### Anhang I.

#### Stadien aus der Entwicklung der Hornschwämme (*Hircinia variabilis* und *Euspongia officinalis*).

Die Entwicklung der Hornschwämme soll hier nur anhangsweise besprochen werden; denn sie ist, soweit ich sie verfolgt habe, der vorher besprochenen Kieselschwämme sehr ähnlich, so dass eine genauere Darstellung nur eine Wiederholung sein würde. Einzelne kleine Verschiedenheiten sollen aber kurz hervorgehoben werden, die die Hornschwämme schon während der Bildung der Larve kennzeichnen und ihre Stellung im System der Cornacuspongien präzisiren. Die von mir untersuchten Larven zeigen einen Pigmentfleck am Hinterpol und eine Krone, resp. ein Kreisfeld längerer Cilien. Dadurch nähern sie sich sehr den Larven der oben erwähnten zweiten Gruppe (S. 373) und zeigen, dass die Hornschwämme nicht nur Abkömmlinge der Kieselschwämme, sondern sogar einer bestimmten Gruppe derselben näher verwandt sind als die Gruppen der Kieselschwämme unter sich, dass also die Abtrennung einer besondern Ordnung der Fibrospongia nur vom Bequemlichkeitsstandpunkt, nicht von morphologischen aus zu rechtfertigen ist.

Die Angaben über Entwicklung der Hornschwämme sind verhältnissmässig gering, es liegen keine speciellen Darstellungen der Furchung etc. an irgend einem Vertreter vor, wohl aber hat F. E. SCHULZE in seinen Monographien gelegentlich des Baues der erwachsenen Schwämme auch eine Reihe werthvoller Mittheilungen über einzelne Stadien der Furchung und Larvenbildung besonders an *Euspongia officinalis*, sowie von *Hircinia*, *Aplysilla* u. a. gemacht. Auch bei BARROIS findet sich einiges über die Entwicklung im Follikel bei *Verongia rosea* (2); die Metamorphose hat zum ersten Mal DELAGE an *Aplysilla* dargestellt (10, p. 379).

Meine Befunde über Furchung stimmen mit den SCHULZE'schen Angaben der Thatsache nach ziemlich überein; dagegen muss ich in der Deutung von ihm abweichen. Es kommt dies dadurch, dass ich zwischen den von ihm beschriebenen Stadien noch weitere fand, die mir eine andere Erklärung, entsprechend meinen Befunden an Kiesel-

schwämmen, boten. Es könnte nach seiner Darstellung scheinen, als sei die Furchung vollständig äqual, als führe sie zu einer „wahren Morula“ (69, p. 644) und als bildete sich aus dieser durch eine Art von Delamination nach aussen die Wimperzellenschicht der Larve, nach innen die Bindesubstanz (69, p. 645). Dies ist aber nicht zutreffend. Die Furchung ist nämlich, wie ich mich an Schnitten von *Hircinia* aufs sicherste überzeugen konnte, eben so inäqual wie bei der Heterorhaphiden, Desmacidoniden etc.; es tritt aber die Ungleichheit der Blastomeren wie bei den obigen Cornacuspongien in verschiedener Deutlichkeit in die Erscheinung, und eine Furchungshöhle wird nicht gebildet oder vielmehr sofort wieder ausgefüllt und daher eine Morula vorgetäuscht.

Im Einzelnen lässt sich Folgendes nachweisen. Die zwei ersten Theilungen sind genau äqual, die dritte etwas inäqual, und von da ab ist mit Weitervermehrung der Blastomeren die Inäqualität sicher vorhanden. (Einen Unterschied in der Farbe der Zellen, wie ihn BARROIS angiebt, habe ich so wenig wie SCHULZE finden können, vielmehr glaube ich, dass es sich, wie bei *Chalinula*, dabei schon um das spätere Larvenpigment handelt.) Nunmehr rücken, mit Zunahme der Theilstücke, eine Anzahl davon ins Innere, genau wie bei *Chalinula* geschildert. SCHULZE's eigene Worte über *Euspongia* (69, p. 643) lassen sich hierzu anführen: „Bei der weiter fortschreitenden Theilung bleiben die Furchungszellen nicht sämmtlich an der Oberfläche, sondern gerathen zum Theil nach innen.“

Alsdann muss man aber das Morulastadium <sup>1)</sup> als ein nur scheinbares, in Wirklichkeit dasselbe als zweischichtigen Keim ansehen. Zur andern, irrthümlichen Auffassung konnte man leicht gelangen, weil im Gewebe ausserordentlich viele „abgefurchte“ Stadien, deren einzelne Zellen so gut wie gleich aussehen, und ferner sehr viele Stadien der fast reifen Larve zu finden sind, so dass man beim Fehlen eines Zwischengliedes leicht auf den Gedanken einer Morula mit nachfolgender Delamination kommen kann. Es handelt sich also, nachdem bei den Kieselschwämmen die Inäqualität der Furchung sichergestellt ist, darum, auch hier ein solches Zwischenstadium aufzufinden, das die Zweischichtigkeit eben erst entstanden und noch keine histologischen Differenzirungen im Innern zeigt. Es ist mir dies bei *Hircinia* auch gelungen; der Seltenheit nach zu schliessen, in denen dieses Stadium in Schnitten durch conservirte Exemplare auftritt, muss es im Leben sehr schnell vorbeigehen; aber vorhanden ist es, genau wie ich es abbilde (Taf. 23, Fig. 73), und unterscheidet sich von den entsprechenden Stadien bei *Myxilla*, *Chalinula* etc. nur wenig.

Die äussere Schicht, die der Mikromeren (*a*), hat eine grössere Mächtigkeit als bei den Kieselschwämmen; sie ist mehrere Zellen tief.

1) Vgl. hierzu auch die werthvolle Darstellung von A. BRAUER, Zur Entwicklung von Hydra, in: Zeitschr. für wiss. Zool. Bd. 52, 1892.

Dann folgt nach innen, durch einen Zwischenraum deutlich getrennt, die Masse der Makromeren (*ma*). Von histologischen Unterschieden unter den letztern ist nichts zu sehen; alle Zellen haben noch den Charakter der Blastomeren, sind mit Dotterkörnern angefüllt und zeigen (im Gegensatz zur äussern Schicht) den bläschenförmigen Kern wie im Ei. Eine Binde substanz ist noch nicht gebildet, auch sind die äussern Zellen nicht epithelial geordnet, sondern liegen neben einander, wie es ihre rundliche Form mit sich bringt. Wo man ein solches Bild wie Fig. 73 gesehen hat, da wird man nicht mehr an eine Morula denken können; denn die Bedingung für das Zustandekommen eines solchen zweiblättrigen Keimes (Fig. 73) ist eine inäquale Furchung, wie sie bei genauerm Zusehen wirklich besteht.

Aus diesem zweiblättrigen Stadium entwickelt sich die Larve, indem sich die äussern Zellen stark theilen, strecken, epithelial ordnen und Geisseln bekommen, die innern ebenfalls durch Theilung an Umfang kleiner und an Zahl grösser werden, eine sehr reichliche Binde substanz zwischen sich ausscheiden und sich grösstentheils zu differenzirten Elementen (*ma*<sub>2</sub>) umwandeln (vgl. Fig. 75).

Wir haben also eine ähnliche Zusammensetzung der Larve aus zwei Schichten wie bei Kieselschwämmen, mit einigen geringen Abweichungen. Eine solche besteht z. B. darin, dass sich undifferenzirte Zellen (*ma*<sub>1</sub>) in der Hornschwammlarve überhaupt kaum finden, sondern fast nur Zellen mit structurirtem Kern (*ma*<sub>2</sub>) in der Binde substanz eingebettet liegen. Die Geisselepithele schicht ist in der fertigen Larve, wie es schon an der Anlage zu erkennen war, sehr mächtig im Vergleich zu der innern Masse entwickelt, viel stärker als bei Kieselschwämmen; ein weiterer Unterschied von letztern besteht darin, dass die Geisselzellen nicht am hintern Pol aufhören, sondern die ganze Larve bekleiden; denn die Geisseln des hintern Pols sind länger (was die Autoren theilweise nicht beachtet haben), und die zugehörigen Zellen und Zellkerne sind, wie man an Schnitten mit Sicherheit sehen kann, grösser als die des übrigen Geisselepithele. Es entsprechen diese Zellen wohl der Cilienkrone, wie wir sie bei *Gellius* etc. gefunden haben, nur dass dieselbe sich hier weiter ausgedehnt hat und zu einem völligen Kreisfeld geworden ist.

Ein Durchbruch am vordern Pol, wie ihn DELAGE abbildet und discutirt, findet normaler Weise nicht statt, hier ist die Larve, wie SCHULZE schon beschrieben hat, und wie ich nach Beobachtung an *Cacospongia*, *Euspongia*, *Hircinia* u. a. versichern kann, mit dem gleichen Geisselepithele ausgestattet wie an den Seiten, höchstens dass dasselbe gegen die Zeit des Ansetzens hin seine genaue epitheliale Anordnung einbüsst und sich dadurch schon im Leben etwas different erweist (Taf. 22, Fig. 50), ähnlich wie bei Kieselschwämmen, wo die innere Masse dem vordern Pol sehr nahe, aber während des Larvenlebens nicht zum Durchbruch kommt (vgl. oben).

Die Hornschwammlarven bieten im Aquarium ein ähnliches Bild wie die der Kieselschwämme der zweiten Gruppe, *Gellius* etc. Das Pigment ist ebenso in einem Ring gelagert, aber die grössern Zellen

mit ihren Cilien bilden zum Unterschied davon nicht nur einen offenen Ring, sondern, wie man schon am lebenden Object erkennt, einen geschlossenen Kreis. Man sieht dies leicht an der Stellung der Geisselhaare, die hier einen Schopf bilden (Fig. 50), die aber bei *Gellius* an der entsprechenden Stelle, um im Bilde zu bleiben, eine Tonsur frei lassen (Fig. 46, 48). Die Larve von *Hircinia* ist nur durch die Grösse und den hellen, weissen Ton von der *Euspongia*-Larve unterschieden, in allen andern eben geschilderten Configurationen gleich. Ich habe beobachtet, dass die Larven von *Hircinia* das Licht aufsuchen; ob das nur zu gewissen Zeiten der Fall ist, kann ich nicht angeben; vielleicht hängt es damit zusammen, dass die Siedelplätze der erwachsenen Schwämme der Wasseroberfläche nahe liegen.

Die Metamorphose ist an den betreffenden Larven auch an Schnitten gut zu verfolgen. Die Zellkerne der Geisselzellen sind hier, wenn auch nicht durch Grösse, so doch durch Tingirbarkeit von denen der innern Masse noch viel stärker unterschieden als bei allen Kieselschwämmen, so dass das Auseinanderhalten beider Schichten während der Metamorphose leichter wird. Ausserdem ist das Pigment des hintern Pols sehr resistent gegen Alkohol etc. und kann mitsammt den Geisselzellen, an die es gebunden ist, noch eine Zeit lang nach dem Ansetzen verfolgt werden.

Die Bilder sind auch den bei Kieselschwämmen schon geschilderten ganz entsprechend. Die Geisselzellen werden von durchbrechenden Elementen der früher innern Masse überwachsen, und man sieht ihre kleinen, tiefgefärbten Kerne in grösserer oder geringerer Entfernung von der Oberfläche liegen, die sie früher gebildet haben. Die Oberfläche des metamorphosirten Schwämmchens setzt sich aus epithelial angeordneten Zellen ( $ma_2$ ) der früher innern Masse zusammen, darunter liegen andere ähnliche Elemente in der bindegewebigen Grundsubstanz, die epithelialen aber sowohl wie die bindegewebigen sind durch ihren grossen blassen Kern mit Chromatinnetz von den Geisselzellen deutlich verschieden. Letztere haben ihre Schlankheit verloren, und ihr ganzes Protoplasma hat sich um den Kern gesammelt. Auf frühen Stadien der Metamorphose liegen sie nicht in einer compacten Masse zusammen, sondern in ringförmigen Streifen, von oben gesehen (Taf. 23, Fig. 77), so dass man denken könnte, es ginge die ganze Einziehung schubweise vor sich. Man kann sich sehr leicht solche Gesamtansichten des jungen Schwämmchens verschaffen, weil dieses sich nämlich, wie schon DELAGE an *Aplysilla* gezeigt hat, durch sehr grosse Abflachung auszeichnet und dadurch ein gutes mikroskopisches Object bietet, das man in toto unter dem Deckglas mit den allerstärksten Vergrösserungen betrachten kann; so flach ist der Fladen. Vielleicht geht auch diesem Stadium einzelner Ringe ein anderes voraus, wo, wie bei *Esperia* etc. geschildert, die kleinkernigen Zellen dazwischen einen zusammenhängenden breiten Ring bilden (43, fig. 22). Mit zunehmender Abflachung wird dann dieser Ring in lauter einzelne Ringstreifen auseinandergezogen, die noch unter einander durch quere Brücken in Zusammenhang stehen können.

Solche Anhäufungen der Geisselzellen sind andere Bildungen als die von DELAGE bei *Aplysilla* beschriebenen „tubes“; denn letztere liegen meist radiär, treten später auf und stellen die der *Aplysilla* eigenthümlichen sackförmigen, grossen Kammern dar. Hier aber liegen die Geisselzellenstreifen circular und sind wohl mit dem Abflachungsprocess in Beziehung zu bringen.

Später ordnen sich die kleinkernigen Zellen zu Kammern und zwar immer verhältnissmässig sehr wenige zu einer einzigen Kammer. In der übrigen Masse entstehen gesonderte Lücken, die erst nachträglich unter sich in Verbindung treten.

Einzelne Zellen der Bindesubstanz legen sich zu gewundenen Strängen zusammen und scheiden zwischen sich eine Hornmasse aus (Taf. 23, Fig. 76  $ma_3$ ) ganz ähnlich wie es bei den erwachsenen Schwämmen ausführlich von SCHULZE beschrieben worden ist. Diese Elemente  $ma_3$  sind differenzirte Zellen, nur ist ihr fein structurirter Kern etwas grösser, analog den Zellen, die in Kieselschwämmen das die Nadeln zusammenhaltende Spongin hervorbringen.

Ueber die Herkunft der Filamente kann ich nur Vermuthungen aussprechen. In der Larve finden sich, aber nur in der freischwimmenden, nicht schon im Embryo, runde Körper vom Umfange einer Dotterzelle, die aber vollständig untingirt bleiben, eine deutlich doppelt contourirte Membran aufweisen und in ihrem Innern ein kugliges, aber ebenfalls nicht färbbares Bläschen beherbergen. Solche Körper erkennt man auch reichlich im jungen Schwämmchen wieder (Taf. 23, Fig. 76 *Fi*). Manchmal haben sie da eine weniger rundliche Form, die oval oder sogar kantig werden kann (Fig. 78 *Fi\_2*), oder die eine Ecke zieht sich mehr oder minder lang aus (Fig. 78 *Fi\_3*). Ob dies der Anfang einer Fadenbildung ist, vermag ich nicht zu sagen; immerhin ähneln die Körper recht sehr den Köpfen der Filamente der erwachsenen Schwämme, und es verdient Beachtung, dass sie nicht im Embryo schon da sind, sondern wohl erst während des Aufenthaltes im freien Wasser hineingelangt; danach zu schliessen, könnten es auch Algen sein.

Der Schnitt (Taf. 23, Fig. 76) zeigt im Uebrigen ähnliche Verhältnisse wie Kieselschwämme auf diesem Stadium; die äussern Zellen haben sich an manchen Stellen mehr, an andern Stellen weniger epithelial geordnet (*ep*,  $ma_2$ ); die Geisselzellen (*a*) liegen in strangförmigen Gruppen, dazwischen die Elemente der vorher innern Masse in galleriger Grundsubstanz eingebettet, während die Geisselzellen durch keine Inter-cellular-Substanz von einander getrennt sind.

Die Weiterentwicklung des Canalsystems erfolgt in der bekannten Weise.

## Anhang II.

### Bemerkungen über die Entwicklung der Spongillen.

Bevor ich die Gruppe der Cornacuspongien abschliesse und zu Vergleichen übergehe, muss ich noch der Spongillen gedenken, die

ja im System hierher gehören und sich speciell an die *Homorhaphidae* (*Chalininae* und *Renierinae*) anschliessen sollen. Mit meinen an *Esperia* gewonnenen (vergl. 43, p. 409) und mit meinen hier dargestellten Resultaten liessen sich meine frühern Ergebnisse bei *Spongilla* nicht vereinbaren. Ich habe daher noch vor dem Erscheinen der Arbeit von DELAGE meine damaligen Befunde einer erneuten Prüfung unterzogen, theils an alten Präparaten, theils an frischem, im Sommer 1892 in Berlin gesammeltem Material, und mache jetzt von meinem früher geäusserten Vorbehalt Gebrauch (42, p. 528), manche Beobachtungen anders zu deuten, muss aber zu gleicher Zeit einige Beobachtungen thatsächlich berichtigen. Wenn ich auch in manchen wichtigen Punkten der neuen DELAGE'schen Darstellung nicht beipflichten kann, so z. B. darin, dass cellules ciliées gefressen werden und wieder herauskommen, so stimmt doch die von ihm angegebene Verwendung der Larvenschichten im Allgemeinen mit meiner frühern Darstellung an *Esperia* und meiner jetzigen für die Cornacuspongien überein. Diese Verwendung der Larvenschichten ist eine andere, als sie für *Spongilla* früher von mir beschrieben wurde, und ich sehe den Werth meiner damaligen Untersuchung nach der GOETTE'schen vorzugsweise in dem mittels des Horizontalmikroskops geführten Nachweis, dass die Geisselzellen der Larve bei der Metamorphose nicht abgeworfen werden, sondern ihre Geisseln einziehen und sich umwandeln. Ueber das Ziel dieser Verwandlung war ich aus Gründen, die die *Spongilla*-Entwicklung weniger durchsichtig erscheinen lassen, zu nicht richtigen Ergebnissen gekommen, zumal da damals die Metamorphose der marinen Cornacuspongia mir weder aus eigner Anschauung bekannt war, noch auch von anderer Seite eine nur einiger-massen richtige Darstellung über die ganze Gruppe vorlag.

Was ich damals als Umwandlung der cylindrischen Ectodermzellen in flache gedeutet habe, ist, wie ich mich jetzt überzeugen konnte, derselbe Process, den ich bei *Esperia* als Darüberschieben der differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) der innern Masse über die Geisselzellen beschrieben habe. In der That ist das von mir nach dem Leben gezeichnete Stadium fig. 10 von *Esperia* ganz entsprechend der fig. 13, die ich damals von *Spongilla* gegeben, nur sind, wie ich jetzt weiss, die Geisseln nicht den platten Zellen zugehörig, sondern darunter gelegenen zuzurechnen, was bei Beobachtung am Leben leicht zu verwechseln ist. Das folgende von *Spongilla* gegebene Bild Fig. 14 entspricht der von *Esperia* gezeigten fig. 11; die flachen Zellen sind aber nicht, wie ich damals meinte, die frühern Geisselzellen, sondern Zellen der innern Masse ( $ma_2$ ); ebenso kommen von diesen die pseudopodienartigen Fortsätze der Randpartie. Eine unrichtige Deutung der Pseudopodien kann aber um so eher vorkommen, als auch die Geisselzellen beim Zurückziehen ins Innere der Larve ihre Geisseln zunächst in einen amöboiden Fortsatz verwandeln, und ob ein solcher dann von einer Geisselzelle ( $a$ ) oder von einer flachen Zelle ( $ma_2$ ) herrührt, ist bei der Schnelligkeit der Vorgänge und bei der Schwierigkeit der Beobachtung am lebenden Object kaum zu entscheiden. Ein instructiver Vergleich mit den Bildern von *Spongilla* ergibt sich auch aus der an *Gellius* ge-

wonnenen Fig. 53, wo die verschiedenen Wellencontouren während der Abflachung (vergl. ob.) je einen verschiedenen Stand des Einziehungsprocesses zeigen. Während an der äusseren Wellenlinie noch das ursprüngliche Geisselepithel oben zu erkennen ist, nach unten bereits nicht mehr in epithelialer Anordnung, zeigt die mittlere ein Epithel von platten Zellen und daneben auch Geisseln. Diese letztern gehören aber zu Cylinderzellen, die zwischen Linie *I* und *II* liegen, und die platten Zellen bilden das definitive Epithel, wie es noch besser an der Wellenlinie *III* hervortritt. So haben wir hier an einem Stück die verschiedenen Phasen der Vorgänge, die bei *Spongilla* in fig. 11—14 gegeben worden sind, und es wäre kaum zu entscheiden, zu welchen Zellen die Wimpern, zu welchen die Pseudopodien gehören, ob zu den platten Zellen ( $ma_2$ ) oder zu den Cylinderzellen (*a*), wenn es nicht weitere Mittel zur Aufklärung gäbe.

An Schnitten mariner Spongien wird sofort klar, dass wir es mit einem Ueberwachsungsvorgang zu thun haben, weil hier die Kerne der Geisselzellen ausserordentlich klein und stark tingirbar gegenüber den Kernen der platten Zellen erscheinen und weil hier bei der grossen Masse von extrem schlanken Geisselzellen ein ganzes Lager von Kernen gebildet wird, das auf jedem Stadium der Metamorphose am Schnitt gut zu erkennen ist (vergl. Fig. 19, 20 etc.). Nicht so bei *Spongilla*; hier sind die einzelnen Geisselzellen nicht so extrem schlank, dass ihr Kern breiter wäre als die Zellen, sondern einfach cylindrisch. Darum unterscheiden sie sich in Grösse und Habitus nicht so sehr von Zellen der innern Masse ( $ma_2$ ) und bilden ferner auch kein dichtes, vielkerniges Lager, sondern nur eine einzige Schicht von Kernen auf dem Schnitt. Durch diese Umstände wird die Verfolgung der Geisselzellen während der Metamorphose schwieriger; aber auch hier kann man, wenn man die Bildner mariner Schwämme kennt, constatiren, dass die Geisselzellen ins Innere gelangen. Dies findet nicht, wie DELAGE in seiner ersten Mittheilung behauptet hat, dadurch statt, dass sie durch amöboide Zellen ( $ma_1$ ) von der Oberfläche weggefressen werden, sondern, wie ich an *Esperia* nachgewiesen, durch einfaches Darüberwachsen seitens anderer Zellen ( $ma_2$ ). Die Ueberwachsung kann von allen Seiten her erfolgen, da die Larve ja an ihrer ganzen Peripherie Geisselzellen trägt und keinen freien Pol aufweist, wo die innere Masse an der Oberfläche liegt. Doch hat auch dieses Verhalten sein Analogon bei marinen Formen, nämlich bei den Hornschwämmen, wo das mächtige Lager der Geisselzellen ebenfalls die ganze Peripherie bildet und demzufolge durchbrochen werden muss.

Der Vorgang des Darüberwachsens erhellt auch durch richtige Deutung meiner früheren fig. 18, wo ich s. Zt. „Wimperzellen in epithelialein Verband mit flachen Zellen“ darstellen wollte. Das betreffende Stadium ist ein Schnitt, auf welchem hineinziehende Geisselzellen getroffen sind, während die platten Zellen der früher innern Masse zugehören. Die darüber wandernden Zellen ( $ma_2$ ) sind nicht alle so gestreckt und platt, sondern öfters auch cubisch und werden erst mit zunehmendem Wachsthum des Schwammes ganz epithelial und platten-

förmig, während sie auf frühen Stadien der Metamorphose oft noch Spindelform haben. Hieraus erklären sich meine Bilder 42, fig. 24 u. 25.

Ich habe s. Zt. bereits in der Larve geförnte Kammern beschrieben; DELAGE führt jedoch diese Bilder auf gewöhnliche Lacunen der innern Masse zurück. Allerdings mag für manche Fälle diese Erklärung zutreffen, in vielen andern Fällen handelt es sich aber, wie ich nach erneuter Durchsicht der Präparate glaube, dennoch um geisselkammerartige Gebilde. Die betreffenden Hohlräume sind nämlich fast immer kuglig und liegen direct unter den Geisselzellen; ihre Kerne sind sehr klein, denen der zukünftigen Kammerzellen ähnlich, so dass diese Gebilde noch am ehesten als vorzeitig auftretende Kammern angesehen werden könnten, in ähnlicher Weise, wie solche auch bei *Esperia* manchmal vorkommen (43, p. 419). Auch andere Theile des Canal-systems des Schwamms können ja in der Larve ihre vorzeitige Andeutung finden, so z. B. erscheinen die Lacunen der innern Masse schon von richtig epithelialen Zellen begrenzt. Jedenfalls ist dieses Verhalten nicht pathologisch, sondern höchstens ungewöhnlich, denn derartige Stücke entwickeln sich, wie DELAGE selbst sagt, weiter.

Wenn die Geisselzellen im Innern liegen, so werden sie durch den Process der gegenseitigen Durchwachsung der Schichten (vgl. oben) und mit zunehmender Abflachung mehr und mehr im Gewebe zerstreut. Die spätere Anordnung zu Gruppen etc. geschieht, wie dies nach Analogie zu erwarten ist. Warum die Zellen, die bereits ins Innere gerückt und dort sogar vertheilt sind, von den amöboiden noch einmal gefressen und dann als Zellen der Kammern wieder ausgeworfen werden sollen, dafür kann ich weder theoretisch eine Nothwendigkeit oder auch nur Möglichkeit erkennen, noch einen thatsächlichen Beweis in DELAGE'S Erörterungen finden.

DELAGE möchte es vor allem ausschliessen, dass man die Kerne gefressener Geisselzellen für Dotterkörner erklärt. Er bestreitet daher das Vorkommen von dotterhaltigen Zellen in der Larve, geht aber dabei in seinem Eifer so weit, dass er sogar die Dotterzellen in meinen figg. 19 und 20 für groupes polynuclées [also für amöboide Zellen, die Geisselzellen gefressen haben] hält, trotzdem dies Stadien sind, die mit der Metamorphose gar nichts zu thun haben, sondern aus Embryonen im mütterlichen Körper stammen. Im Uebrigen kommen auch in der Larve, ebenso wie bei *Esperia* etc. noch Zellen mit Dottermaterial vor. Auch sonst lassen sich hier gegen den Process des Fressens alle die Einwände geltend machen, die schon oben bei *Esperella* etc. hervorgehoben (S. 357) wurden, so die Unmöglichkeit, einen derartigen Vorgang aus Combinirung von Schnittbildern zu schliessen; die Verschiedenartigkeit, die der Process bei den verschiedenen Species zeigt, und die Thatsache, dass man, laut DELAGE selbst, zu allen Stadien der Metamorphose einer Anzahl freier Geisselzellen begegnet, sogar bei *Spongilla*, wo der Fress-process am ausgesprochensten sein soll. Es erscheint mir dies um so beachtenswerther, als gerade bei der *Spongilla*-Larve die Geisselzellen in viel geringerer Anzahl vorhanden sind als bei marinen Kiesel-schwämmen. Man wird daher auch in Schnitten von angesetzten Stadien

überhaupt nicht so viele kleinkernige Zellen erwarten dürfen wie bei den marinen Formen. Wahrscheinlich theilen dieselben sich mehrfach, ehe sie zu Kammerzellen werden, darauf weisen auch Kernteilungsbilder in diesen Stadien hin.

Der Act des Fressens tritt mitunter, vielleicht in pathologischer Weise, ein. Dafür spricht auch die Thatsache, dass laut DELAGE auch nicht nur cellules amoeboides, sondern auch ectodermiques (differenzirte Elemente *ma*<sub>2</sub>) unter Umständen Geisseln fressen sollen (10, tab. 14, fig. 5  $\gamma$  u. Erkl.). Schon dadurch ist zu ersehen, dass wir dem Vorgang keinen morphologischen Werth beilegen dürfen; noch besser aber dadurch, dass die kleinkernigen Zellen (*a*) sich auch zu Kammern ordnen können, ohne jemals mit den amöboiden in Berührung gekommen zu sein. Irgend etwas, das auf eine Wiederausstossung hindeutet, habe ich niemals gesehen. Auf die schon a priori gegen diese Theorie sprechenden Gründe, dass eine schon einmal gefressene Zelle, die sogar, wie DELAGE zugiebt, ihre Structur verändert hat, als morphologisches Element wieder ausgestossen wird und functionirt, will ich nicht eingehen, da der Autor selbst diese Schwierigkeit empfunden hat und dennoch seine Ansicht beibehält.

Die spätere Entwicklung des Canalsystems ist von DELAGE ausführlich geschildert worden; ich habe um so weniger hinzuzufügen, als die Vorgänge mit den von mir an *Esperia* geschilderten übereinstimmen, und möchte nur wiederholen, dass die Kammern, die einführenden Gänge etc. einzeln entstehen, erst secundär mit einander in Verbindung treten und dann erst mit der Aussenwelt.

Die Larve wird man, trotzdem sie eine Reihe verschiedener Zellelemente enthält, als zweischichtig bezeichnen. Die Entwicklung aus dem Ei, die ich, durch den Vergleich mit marinen Schwämmen angeregt, nochmals studirt habe, rechtfertigt diese Anschauung. Ich habe meiner frühern Darstellung, wo ich, wie SCHULZE bei *Euspongia*, eine äquale Furchung und eine Morula beschrieben hatte, denselben Commentar zu geben, wie oben zu F. E. SCHULZE's Auffassung von *Euspongia*. Die Morula ist nur eine scheinbare; gerade bei *Spongilla* ist ein Grössenunterschied der Furchungszellen noch weniger wahrzunehmen als bei den Hornschwämmen. Dennoch wird man nach dem Vorangehenden (oben S. 371 u. 395) wenigstens eine Ungleichwerthigkeit der Furchungselemente annehmen müssen, die schon im Verlauf der Segmentirung ins Innere rücken und die Furchungshöhle von vorn herein ausfüllen. Die Figuren von Furchungen mit wenigen und gleichen Blastomeren, die FIEDLER (14, fig. 20—24) und ich (42, fig. 4) abbildeten, entsprechen schon einem nicht mehr so frühen Stadium und müssen Querschnitte durch den untern Theil eines etwa 12- bis 20zelligen Embryos sein, bei dem sich auf dem genauen Längsschnitt doch die schwache Andeutung der Ungleichheit findet. Die ersten Furchungen sind jedenfalls äqual an Grösse und Werth. Von einem bestimmten Stadium an tritt eine Ungleichheit ein (wie GÖRTE berichtet, aber lange nicht so stark, wie er es abbildet), zu einer bestimmten Zeit ist der Haufe der Furchungszellen ganz solide; darauf aber zeigt sich, noch ehe eine

histologische Differenzirung eintritt, die grosse Höhle am später vordern Pol. Was sie bedeutet, darüber sind nur Vermuthungen möglich; was sie dagegen nicht ist, lässt sich mit Bestimmtheit sagen, nämlich keine Furchungs- und keine Gastralhöhle. Die nunmehr eintretende histologische Differenzirung geschieht in ähnlicher Weise, wie ich es oben bei marinen Formen und schon früher für *Spongilla* geschildert habe.

Auf diese Weise schliesst sich sowohl die Metamorphose als auch die Larvenbildung von *Spongilla* im mütterlichen Körper den entsprechenden Vorgängen bei marinen Schwämmen an, wenn auch einige Besonderheiten nicht zu verkennen sind. Die auffallendste derselben ist die Ausbildung der Höhle. Diese stellt aber vielleicht nur einen Anpassungscharakter dar und dient möglicher Weise dazu, den Umfang der Larve wegen des Schwimmens im süssen Wasser zu vergrössern. Man braucht sich nur zu denken, dass die bei marinen Schwammlarven an gleicher Stelle bestehende Spärlichkeit der Gewebselemente durch einen Selectionsprozess mehr und mehr sich ausbildet, und die Höhle ist dann gegeben.

---

## Allgemeiner Theil.

### 1. Zusammenfassung und Vergleichung der besprochenen Entwicklungsvorgänge und Larventypen.

Wie wünschenswerth es ist, bei entwicklungsgeschichtlichen Untersuchungen nicht nur einen Vertreter einer Gruppe vorzunehmen, sondern möglichst viele aus verschiedenen Familien, erhellt auch durch die oben angeführten Beispiele von Cornacuspongien. Der Entwicklungsmodus und die Larven derselben zeigen trotz der grossen Gesamtübereinstimmung doch manche interessante Unterschiede; erst durch deren Berücksichtigung lässt sich das, was wichtig und allen gemeinsam ist, herauschälen und ein besseres Verständniss für die Furchung, histologische Differenzirung und Metamorphose gewinnen als an einem einzelnen Vertreter. Durch dieses an vielen Kieselchwämmen gewonnene Gesamtbild erhält man eine Basis zur Vergleichung mit den übrigen Schwammgruppen und, weitergehend, auch mit den höhern Abtheilungen des Thierreichs. Ausserdem lassen sich aus den einzelnen Unterschieden innerhalb eng begrenzter Gruppen mit zunehmender Kenntniss wohl manche biologische Gesetze der Ab-

änderung, der Einwirkung der directen Lebensbedingungen auf die Entwicklung erkennen.

Aus äusserlichen und praktischen Gründen empfiehlt es sich, den Vergleich der untersuchten Schwammentwicklungen nicht ab ovo vorzunehmen, sondern von der freischwärmenden Larve auszugehen und davon nach rückwärts und vorwärts zu schreiten. Wenn wir zunächst von den in Anhangscapiteln behandelten Larven der Hornschwämme und Spongillen absehen, die beide eine vollständige Bewimperung aufweisen, so haben wir unter den eigentlichen Cornacuspongienlarven, die sämmtlich am hintern Pol keine Wimperzellen tragen, zunächst zwei Typen zu unterscheiden. Diese beiden Larventypen, die, wie ich zeigen werde, systematisch Bedeutung haben, weisen schon rein äusserlich Verschiedenheiten auf, die bei schwacher Vergrösserung, theilweise sogar mit blossem Auge wahrgenommen werden können. Das mächtige Epithellager von Cilienzellen, das bei beiden Typen an den vordern und seitlichen Partien der Larve die Oberfläche bildet, hört bei den einen am Hinterende einfach auf, und es tritt daselbst, während die Geisselzellenlage roth, orange oder scharlach gefärbt ist, die innere Masse ohne weitere Färbung als die des gewöhnlichen Protoplasmas zu Tage. Bei den andern dagegen liegt da, wo die gewöhnlichen Geisselzellen aufhören, ein Kranz besonders starker Cilien, der auch von entsprechend grössern Zellen getragen wird. Ausserdem ist die hier am hintern Pol die Oberfläche bildende Masse resp. deren Zellen pigmentirt, und meistens tragen auch die grossen Geisselzellen und diese sogar vorzugsweise den Farbstoff, so dass wir hier am hintern Ende einen violetten, braunen oder gelben Pigmentring haben, während der übrige Körper rein weiss ist. Mag dieses dunkle Pigment aber in den grossen Geisselzellen oder in Zellen der innern Masse liegen, stets ist es in gut wahrnehmbaren Körnchen suspendirt, während bei der ersten Gruppe von Larven, wo die Geisselzellenregion gefärbt ist, das Pigment in unmessbar feiner Weise vertheilt ist. Diese Färbungsunterschiede sind bei auffallendem Licht natürlich gut zu sehen und wurden schon von frühern Beobachtern, die allerdings die Bedeutung nicht würdigten, abgebildet. Als typisches Habitusbild der ersten Gruppe nenne ich die Figur der *Esperia*-Larve von O. SCHMIDT (59, fig. 18), als Beispiel der zweiten das MARSHALL'sche von *Reniera* (46, fig. 1).

Diese Unterscheidungen lassen Schlüsse auf die Systematik zu. Von Larven, die ich untersucht habe, gehören zur ersten Gruppe ausser *Esperia* noch *Myzilla*, *Desmacidon*, *Clathria*, *Dictyonella* und

*Axinella*, und zur zweiten Gruppe ausser *Reniera* und *Chalinula* noch *Gellius*, *Pachychalina* und *Toxochalina*. Es zeigt sich also, dass Genera wie *Gellius* trotz der Mikroskleren in den erwachsenen Schwämmen dennoch Formen ohne Mikroskleren wie *Reniera* etc. näher stehen als solchen Formen, die unter ihrer Mikrosklera noch Chelae (Schaufelnadeln) besitzen. Diese Formen mit Chelae sind sämtlich unter der ersten Gruppe, und ähnlich sind auch die Larven von *Axinella* und verwandten Formen gebaut. Zur ersten Gruppe gehören RIDLEY u. DENDY's Familie *Desmacidonidae* (mit den Unterfamilien *Ectyoninae* und *Esperellinae*) und die *Axinellidae*; zur zweiten die RIDLEY u. DENDY'schen *Homorhaphidae* (mit den Unterfamilien *Renierinae* und *Chalininae*) und die *Heterorhaphidae* (Unterfamilie *Gellinae*). Es bedeutet das eine Abweichung von VOSMAER's System, denn er bringt *Axinella* bei den *Halichondridae* s. str. unter, weil sie keine Mikroskleren besitzt, während er andererseits unter seinen *Desmacidonidae* neben Formen wie *Myxilla* und *Desmacidon* auch Formen ohne Chelae wie *Gellius* etc. aufführt, die anders gebaute Larven haben, und ferner stellt er unter seine *Ectyoninae* *Clathria*, deren Larve *Esperia*-ähnlich ist. Die Einwendung, dass es sich nur um Larvencharaktere handelt, ist deswegen nicht berechtigt, weil 1) die Unterscheidung auf eine ganze Anzahl von Genera zutrifft, 2) weil diese Larvencharaktere gleichzeitig mit andern Gattungsunterscheidungen vorhanden sind (nur hat man die VOSMAER'schen Gattungen etwas anders in Familien zu gruppieren), und 3) weil noch weitere Unterschiede im Innern der Larve hinzukommen.

Die grossen Geisselzellen, die bei den Larven der zweiten Gruppen in Ringanordnung am Hinterende stehen, liefern auch den Schlüssel zum Verständniss der Hornschwammlarven, z. B. der oben geschilderten von *Hircinia*. Dort bilden die grössern Geisselzellen nicht nur einen Ring, sondern stehen in einer Kreisfläche am Hinterende; sie sind in grosser Anzahl vorhanden, entsprechen aber durchaus den Zellen, die bei *Gellius* den Ring bilden, wie auch aus der von frühern Beobachtern nicht gesehene Thatsache hervorgeht, dass sie grösser sind als die übrigen Wimperzellen. Damit verliert der Unterschied, dass die einen Larven vollständig bewimpert (scheinbar nicht heteropol wie die andern) seien, seine Bedeutung, es handelt sich nur um eine völlige Ausdehnung der Ringschicht um das ganze Hinterende herum. Ebenso haben wir es bei den Süswasserschwämmen, die allerdings eine etwas andere Sorte von Geisselzellen aufweisen, mit einer völligen Umwachsung zu thun, die, wie beim Vergleich der Furchung etc. ausgeführt

wird, weniger vom morphologischen als vom mechanischen Standpunkt aus zu erklären ist. Dass die unstreitig von den eigentlichen Cornacspongien abtrennbaren Gruppen der Hornschwämme und Spongilliden sich auch in ihren Larven unterscheiden, giebt der systematischen Verwerthbarkeit der Larventypen neue Bekräftigung. Auch schliessen sich die Hornschwämme mehr an Typen wie *Chalinula* an, und es ist bemerkenswerth, dass ihre Larven, soweit ich sie gesehen habe, in Uebereinstimmung damit zur zweiten Gruppe gehören. Interessant wäre es, wenn sich auch DELAGE'S *Aplysilla*-Larve derart verwerthen liesse; dieselbe ist nämlich ohne Pigmentring und nähert sich dadurch wie in andern Besonderheiten mehr der ersten Gruppe. Es würde dies für eine polyphyletische Abstammung der Hornschwämme sprechen; allerdings nicht in dem Sinn LENDENFELD'S, der den einen Theil, zu dem gerade *Aplysilla* gehört, unter dem Namen Hexaceratina, weit abseits stellt, als näher verwandt mit Hexactinelliden, sondern die Anschauung wäre die, als könnten aus verschiedenen Gruppen der Cornacspongier durch Zurücktreten der Nadeln und Ueberwiegen des Spongins Hornschwämme entstehen. Die zwei verschiedenen Wurzeln der Fibrospongien lägen dann nicht so heterogen, wie es LENDENFELD annimmt; dafür spricht auch der Bau der Larve, der sich trotz der genannten Verschiedenheiten bei beiden Gruppen in den Hauptzügen ganz ähnlich, dagegen von dem anderer Schwammlarven (Tetractinelliden) sehr verschieden erweist.

Die genannten Unterschiede sind, was ihre Verwendbarkeit erhöht, schon im Leben ohne weitere Hilfsmittel sichtbar; eine Reihe anderer Differenzen treten erst an feinen Schnitten hervor, und es bedarf der Untersuchung, welche von Bedeutung sind und welche nicht.

Bei den Larven der zweiten Gruppe, denen mit Pigmentfleck, ist die Beschaffenheit der stärkern Geisseln merklich verschieden, bei den einen sind es mehr Borsten als Wimpern, bei den andern sind es lange und dünne Haare. Es ist dies kein Unterschied zwischen Ruhe und Bewegung (vgl. S. 374), denn die letztern sehen auch in der Ruhe schlaff und nicht borstenartig aus, sondern vielleicht ein Speciesunterschied. Derselbe ist aber von keiner weittragenden Bedeutung, wie denn auch die Gesamtgrösse der Larve bei ganz nahe verwandten Species ausserordentlich differiren kann. Die Verschiedenheiten in der Vertheilung des körnigen Pigments am Hinterpol sind bereits oben erörtert (S. 392). Da dasselbe bald nur in Zellen der innern Masse, bald auch in den Geisselzellen liegt, so ist es klar,

dass wir seine Lage nicht morphologisch verwerthen können, wie einige Autoren annehmen, laut welchen die Entodermzellen von vornherein gefärbt seien, die Ectodermzellen nicht, sondern dass es sich beim Pigmentring nur um ein Larvenorgan handelt.

Auch der Vorderpol kann Differenzirungen enthalten, so die von mir bei *Esperia* geschilderten Zellen, die ihn, im Leben schon sichtbar, als schleimiger Ueberzug bedecken. Es bleibt zu erwägen, ob man diese Zellen für Geisselzellen halten soll, die schon ihre Metamorphose angefangen haben und daher nicht mehr ihre scharfe epitheliale Lagerung zeigen. Hierfür spricht, dass auch die andern Geisselzellen an dieser Stelle locker erscheinen und dass auch bei andern Schwammlarven hier namentlich kurz vor der Metamorphose sich ähnliche Veränderungen des epithelialen Verbandes zeigen (vgl. oben). Eine andere Ansicht, die ich früher aussprach, wäre die, dass wir es mit einer Art von Drüsenzellen zu thun hätten, die bei *Esperia* nur rudimentär entwickelt wären, während sie bei *Axinella* durch Zahl und Grösse sehr hervortreten (vgl. S. 355). Auch VOSMAER hat bei *Myxilla* ähnliche Zellen beschrieben, die er der innern Masse zurechnet, und HEIDER bildet solche Elemente auch in der Blastosphäre von *Oscarella*, die doch nur eine Art Zellen enthalten soll, ab. Einfache Schleimtröpfchen, wie DELAGE in seiner neuen kritischen Auslassung meint, sind die von mir bei *Esperia* beschriebenen Gebilde jedenfalls nicht, denn zu Schleimtröpfchen gehören absondernde Zellen, wie ich sie bei *Axinella* noch vor dem Erscheinen der DELAGE'schen Arbeit geudeut habe.

Das Lager der Geisselzellen selbst ist im Allgemeinen bei den verschiedenen Gruppen ganz übereinstimmend, sowohl als ganzes Epithel, als hinsichtlich der einzelnen Zellen. Die extreme Schlankheit der Zellen, die bis zu  $\frac{1}{4}$  des Kerndurchmessers gehen kann, so dass sich die Kerne entsprechend ordnen müssen, ist bereits von mir und andern beschrieben. Irrthümlich hat man wohl ein solches Zellenlager als mehrschichtig aufgefasst und als einschichtiges Epithellager mit darunter liegenden kleinen, kleinkernigen Zellen dargestellt. Wer aber histologische Bilder höherer Thiere kennt, dem wird ein solches Epithel nicht fremd sein; bemerkenswerth ist nur, dass ein derartig complicirt gebautes Lager in Larven vorkommt, während doch sonst bei Larven einfach cylindrische Zellen neben einander stehen. Bezüglich der Schlankheit existiren einige Abstufungen; die extremste Form habe ich bei *Axinella* und *Myxilla* gefunden; auch noch bei *Esperia* kommen sehr schlanke Zellen vor, bei *Gellius* und *Reniera* sind dieselben etwas weniger gestreckt, bei

*Chalinula* viel weniger. Dadurch wird auch das Verhalten der Süswasserschwämme begreiflich, wo die Geisselzellen gewöhnliche Cylinder sind, so dass ihre Kerne in einfacher Lage neben einander stehen. Die Hornschwämme haben sehr gestreckte Elemente und nähern sich darin am meisten *Gellius*.

Auch bei Betrachtung der Elemente der innern Masse sehen wir Unterschiede, zunächst in der bei sämtlichen richtigen Cornacspongien schon in der Larve reichlich entwickelten Ausrüstung mit Spicula. Alle Schwämme, die im erwachsenen Zustand Schaufelnadeln aufweisen, zeigen solche neben den stabförmigen Nadeln auch in der Larve, die andern wie *Toxochalina*, *Gellius* zeigen in der Larve nur Makrosklera, trotzdem sie im erwachsenen Zustande Mikrosklera, als Toxa und Sigmata, besitzen. Es zeigt auch dieser Umstand, dass wir in den Schaufelnadeln (Chelae) eine besondere Art der Mikrosklera zu sehen haben sowohl in phyletischer wie in physiologischer Beziehung, und dass wir die Formen, die solche besitzen, im System von den andern trennen dürfen (vgl. S. 405).

Sämtliche Species zeigen auch ein gewisses Arrangement der Nadeln in der Larve, aber in sehr verschiedener Ausprägung. Das eigenthümlichste Beispiel dieser Art bildet *Esperia*, wo ich es genau beschrieben habe (43, p. 419). Die Stabnadeln liegen da sämtlich in einem grossen Bündel in der hintern Hälfte der Larve in der Axe, die Toxa nach vorn zerstreut, die Schaufelnadeln dagegen am Hinterende in Kugelbündeln zusammen, die ihrerseits einen Kranz bilden. In diesem Verhalten ist keine morphologische Radiärsymmetrie, sondern eine Anpassungserscheinung und Ausnutzung des Raumes zu erblicken, wie ich bereits früher erörtert habe.

Es geht dies auch daraus hervor, dass bei verwandten Formen wie *Desmacidon* die Stabnadeln ebenso axial geordnet sind, die Schaufelnadeln dagegen nach vorn zu zerstreut liegen. Diese sind hier Doppelschaukeln, können sich also aus rein mechanischen Gründen nicht derart zu Kugelbündeln verankern. Bei *Gellius* ist das Arrangement der Nadeln schwerer zu durchschauen; jedoch ist auch hier eine Gesetzmässigkeit zu erkennen. Die Stabnadeln sind beträchtlich kleiner und haben nicht die  $\frac{1}{3}$ — $\frac{1}{2}$  Länge der Larven; sie liegen deswegen auch nicht als einfaches Bündel in der hintern Hälfte, sondern bilden dort ein, aus schrägen Maschen aufgestelltes Gerüst, und dieses setzt sich nach vorn zu, aber da nur aus ganz wenigen Nadeln bestehend, die nahe der Oberfläche liegen, fort. Eine ähnliche Anordnung kommt bei *Chalinula*, *Reniera* und andern vor, nur dass da die Spicula, weil

dieselben im Verhältniss zur Larve viel grösser sind, kein Gerüst, sondern in der hintern Hälfte ein nach dem Pol zu convergirendes Bündel bilden, während ein anderer Theil überall nahe der Oberfläche zerstreut, aber stets tangential liegt. Dieses Verhältniss, das häufigste, scheint überall da vorzukommen, wo die Larve noch nicht sehr modificirt ist, und steht jedenfalls mit der Art der Entstehung der Spicula in Zusammenhang. Es spricht dafür, dass hier am Hinterpol das Zellmaterial überhaupt reichlicher gedrängt liegt, während am Vorderpol mehr Gallerte und verhältnissmässig wenig Zellen liegen. Wenn man sich vorstellt, wie hier das Gewebe locker ist, so fehlt nicht viel bis zur Bildung einer Höhle, wie sie bei *Spongilla* thatsächlich existirt. Man könnte sich nach den Grundsätzen natürlicher Zuchtwahl sehr gut vorstellen, wie das hier dünne Gewebe bei den Schwämmen, die durch das Brackwasser in das Süsswasser einwanderten, allmählich einem Hohlraum Platz machte, der das Schwimmen im süssen Wasser durch Volumvergrösserung erleichterte. Wir hätten hier die Entwicklung einer potentiellen Anlage zum Organ.

Auch in der Ausbildung der zelligen Elemente der innern Masse finden sich zahlreiche kleine Verschiedenheiten; als gemeinsam stellt sich jedoch heraus, dass bei allen Larven der einen wie der andern Gruppe zwei verschiedene Zellsorten zu erkennen sind; die einen haben grob granulirtes Protoplasma, das meist noch gröbere Einlagerungen enthält. Ihr Kern ist, ähnlich dem Eikern, ein Bläschen mit Nucleolus; wenn das Chromatin sichtbar ist, zeigt es sich in groben, unregelmässigen Brocken. Es sind dies die Zellen ( $ma_1$ ), die ich als undifferenzirte Elemente bezeichnet habe. Denen stehen gegenüber die Zellen mit gleichmässigem Protoplasma ( $ma_2$ ), deren structurirter Kern ein sehr feines Chromatingerüst zeigt, die differenzirten Elemente. Die ersten sind meist nur in geringer Anzahl im Verhältniss zu den bereits differenzirten Elementen in der Larve enthalten.

Unter den differenzirten Zellen ( $ma_2$ ) finden sich ebenfalls Verschiedenheiten in Ausbildung und Anordnung, die aber nicht systematisch verwerthbar sind. Manche zeigen bereits die Form contractiler Faserzellen, liegen meist tangential und werden bei einigen Larven allem Anschein nach zur Contraction verwandt. Andere Larven haben solche Zellen in radiärer Anordnung, die sich dann im dichtern Haufen der undifferenzirten Zellen verlieren. Andere Zellen etc. zeigen eine epitheliale Ausbildung besonders am Hinterpol. Sie sehen von der Oberfläche polygonal aus, liegen pflasterartig neben einander und sind

ganz flach, so bei *Myxilla*; bei andern Schwämmen dagegen finden wir am hintern Pol mehr cubische, bei wieder andern cylindrische Elemente. Wieder andere Zellen zeigen den Charakter von fixen Bindegewebszellen, die in der Gallerte liegen. Bei der einen Species sind, wie die Figuren zeigen, diese, bei der andern Species jene Zellen mehr hervortretend, und ich kann bei allen diesen quantitativen und qualitativen Abstufungen keine so festen Kategorien anerkennen, sondern fasse in Anbetracht dieser Gradationen die innere hintere Masse als einheitlich auf.

Dafür spricht 1) das spätere Schicksal, nach meiner wie nach DELAGE's Darstellung, wo *cellules épidermiques* und *internédiaires* zur epithelialen Bedeckung, die einen auf der Oberfläche, die andern in Hohlräumen, benutzt werden; 2) die Herkunft dieser Zellen beim Embryo, die DELAGE, welcher seine Beobachtungen erst an der schwimmenden Larve begann, nicht in Erwägung ziehen konnte.

Bei allen *Cornacuspongien* haben wir nämlich etliche Etappen vor der fertigen Larve ein Stadium im mütterlichen Körper, wo wir (Fig. 8 u. 73) einen rein zweischichtigen Embryo sehen; die spätern Geisselzellen liegen, wenn auch nicht epithelial, so doch in erkennbarer Anordnung kleinkernig und in grösserer Anzahl um die übrige Masse herum. Letztere ist eine einheitliche Schicht von lauter gleich aussehenden Zellen, alle mit grob granulirtem Protoplasma und Dottereinlagerungen mit bläschenförmigem und einen Nucleolus enthaltendem Kern; es sind also die undifferenzirten Elemente (*ma*). Aus diesen Zellen gehen mit fortschreitender Entwicklung, durch Theilung und Differenzirung nach der einen Seite die epithelialen, die contractilen und bindegewebigen Elemente der Larve hervor, auf der andern Seite bleiben davon eine Anzahl undifferenzirter zurück, die in den Schwamm als Material der Geschlechtszellen hinübergenommen werden. Die Differenzirung geht in verschiedenen Larven verschieden weit. Bei der einen Species kann das, was bei einer andern eine definitive Configuration des Hinterpols ist, ein nur vorübergehender Zustand sein und ein richtiges Plattenepithel ausgebildet werden; bei der einen Larve können ganze Züge contractiler Spindelzellen in Function treten, während bei andern solche Zellen erst im jungen Schwamm auftreten u. s. w. Alle diese Zellsorten leiten sich aber von einer einzigen Schicht undifferenzirter Elemente (*ma*) ab, die von einer andern Schicht kleinerer Zellen (*a*), abgesehen vom einen Pol, überlagert wird.

Das Zustandekommen dieses zweiblättrigen Stadiums wird man

sich nach Analogie mit höhern Thiergruppen als durch Epibolie geschehen denken und das Stadium selbst als „epibolische Gastrula“ (oder ev. epibolische „Pseudogastrula“) bezeichnen können, wenn es Jemand um Worte zu thun ist. Eine solche Bezeichnung hätte auch eine theilweise Berechtigung, aber die Dinge liegen nicht so einfach. Denn 1) wirken zwei Factoren bei der Hervorbringung dieses zweischichtigen Stadiums, die Umwachsung nicht nur, sondern auch die Ungleichheit der Furchungstheile, und diese beiden beeinflussen sich in verschiedener Weise gegenseitig; 2) sind die Unterschiede innerhalb derselben Schwammgruppe in Bezug auf Ungleichheit der Furchung, das Hervorbringen einer Furchungshöhle und den Grad der Umwachsung beträchtlicher, als dass sich daraus ein morphologisches Bild mit einheitlicher Bezeichnung ergeben sollte.

Gerade die ersten Vorgänge können sich schon ziemlich abweichend verhalten und werden durch accidentelle Ursachen mitbestimmt, z. B. durch die Lagerung der Embryonen im mütterlichen Körper. Das vergleichende Studium solcher Verhältnisse und deren directe Einwirkung auf den Keim wäre vielleicht für spätere Untersuchungen ein interessantes Feld.

Die beiden ersten Furchungen sind bei sämtlichen Species äqual, ihre Elemente stehen meridional und senkrecht zu einander; die Ungleichheit beginnt von da ab, also mit der dritten Furche. Diese schneidet äquatorial die vier vorhandenen Theilstücke durch, aber nicht bei allen Species gleichzeitig, ferner ist die Ungleichheit der dadurch entstandenen 4 + 4 Theilstücke bei der einen Species mehr, bei der andern weniger hervortretend. Die Furchungshöhle, die virtuell stets auf diesem Stadium vorhanden ist, wird auf dem folgenden Stadium deutlicher, dann insbesondere, wenn die Ungleichheit der spätern Blastomeren eine beträchtliche ist; in diesem Fall bleibt die Höhle auch ziemlich lang bestehen. Wenn dagegen eine spiralgige Drehung schon des vierzelligen Stadiums sichtbar ist und dementsprechend bei der äquatorialen Furchung eine Zelle nach der andern durchschnitten wird, und wenn ferner die Ungleichheit der Theilstücke nicht so ausgesprochen ist, ist eine Höhlung viel weniger deutlich wahrzunehmen. Auch verschwindet sie sehr bald dadurch, dass die Eier sehr eng gepresst im Follikel liegen und die Blastomeren zugleich mit ihrer Vermehrung ins Innere gedrängt werden. Auf einem spätern Stadium mit noch verhältnissmässig wenigen Theilstücken ist bei solchen Formen der

Unterschied zwischen Makromeren und Mikromeren kaum wahrnehmbar, was den Anlass zur Beschreibung einer Morula gegeben haben mag. Bei einiger Aufmerksamkeit und mit besondern Hilfsmitteln kann man jedoch, namentlich auf einem etwas spätern Stadium, Unterschiede sowohl im Kern wie im Zelleib nachweisen, derart, dass das Protoplasma der einen Zellen etwas klarer wird und ihr Kern eine Structur aufweist, während die andern dottergefüllten noch wie das Ei einen bläschenförmigen Kern mit Nucleolus besitzen.

Aus dem erwähnten Stadium geht bei Embryonen sowohl mit als ohne Höhle dadurch, dass sich die äussern Zellen schneller theilen als die innern, jenes Stadium der deutlichen Zweischichtigkeit hervor, das für die gesammten Cornacuspongien charakteristisch ist. Bei einigen Formen, wie *Desmacidon*, besteht selbst auf diesem Stadium noch eine Höhle, die erst durch Ausfüllung mit Gallerte verschwindet, bei andern ist dieses Stadium compact.

Wie sich aus einem solchen Embryo die Larve bildet dadurch, dass sich nach Ausscheidung der Spicula die einzelnen Schichten histologisch differenziren, ist oben berührt worden. Die einzelnen Typen bilden bei diesen Vorgängen nur graduelle Unterschiede, ebenso wie die fertigen Larven im innern Bau principiell übereinstimmen und nur in Aeusserlichkeiten differiren, deren Bedeutung oben gewürdigt worden ist. Auch das Verhalten während des Larvenlebens ist bei allen dasselbe. Die Bewegungen und der Habitus dieser Cornacuspongien-Larven im Meerwasser sind sehr charakteristisch und machen eine Verwechslung mit Cölenteraten-Larven unmöglich. Das Larvenleben ist stets nur von sehr kurzer Dauer, und das Ansetzen geschieht in normalen Fällen immer mit dem vordern Pol.

Noch übereinstimmender sind bei allen die Vorgänge der eigentlichen Metamorphose. Die äussere Geisselzellenschicht, die in der Larve den grössern Theil der Oberfläche ausgemacht hat, kommt ins Innere zu liegen, und die Zellen der innern Masse, die am Hinterpol, manchmal schon in epithelialer Lagerung, zu Tage traten, wachsen um sie herum, bis sie vollständig die Bedeckung bilden. Einen Durchbruch derselben durch die Masse der Geisselzellen glaube ich nicht annehmen zu müssen, vielmehr erscheint es mir nach meinen Bildern, besonders von *Clathria*, als geschähe diese Umwachsung vom Pol aus. Wenn aber ein so umfangreiches Lager wie das der Geisselzellen in der Larve ins Innere rückt, müssen nothwendig Faltungen desselben eintreten, worauf auch meine Bilder von *Clathria* und die DELAGEschen von *Esperella* hindeuten. Der Schnitt kann möglicher Weise

dann so treffen, dass die innere Masse durch die Geisselzellen durchgedrungen zu sein scheint, während man in Wirklichkeit durch Vergleichung der ganzen Serie die Schicht der kleinkernigen Zellen untereinander in Zusammenhang findet. Ein wirklicher Durchbruch der Geisselzellenschicht muss bei *Spongilla* und den Hornschwämmen erfolgen, deren Larven vollständig bewimpert sind. Nach Analogie sowohl wie nach den bei den letztern auftretenden Bildern lässt sich aber annehmen, dass auch hier der Vorgang nicht regellos an der ganzen Peripherie stattfindet, sondern eine gewisse Direction in der Umwachsung sich geltend macht.

Die Umwachsung geht sehr schnell vor sich, ist meist in weniger als  $\frac{1}{2}$  Stunde beendet, und es tritt nun bei allen Schwämmen eine äusserliche Ruhepause ein, während welcher im Innern die gegenseitige Durchdringung der beiden Gewebsschichten herbeigeführt wird. Diese anscheinende Pause, während der der junge Schwamm mit Ausnahme der durchsichtigen dünnen Randpartie ganz opak aussieht, dauert etwa  $1\frac{1}{2}$  Tage; alsdann zeigen auftretende Lücken und hellere Stellen, dass die Bildung des Canalsystems begonnen hat. Die Art der Verwendung des Zellenmaterials zu den Canälen ist bei allen genau die gleiche; das Auftreten der einzelnen Hohlräume zeigt jedoch einige Verschiedenheiten.

In den meisten Fällen lassen sich bei diesen Schwämmen fast gleichzeitig zweierlei Arten von Hohlräumen unterscheiden, die einen in der Masse der kleinkernigen Zellen, also tiefer gelegen, die andern in der äussern parenchymatösen Masse. Die erstern Lacunen sind die Andeutungen der ausführenden Gänge, um die sich dann die kleinkernigen Zellen gruppieren, wenn sie sich histologisch zu Kammern ausbilden. Die andern Spalten sind die Anlagen des zuführenden Systems. Dies wäre das typische Verhalten; da aber, wo die Subdermalräume des erwachsenen Schwammes eine weitgehende Entwicklung erreichen, treten sie auch im jungen Schwämmchen sehr früh und noch vor den ausführenden Lacunen auf. Sie zeigen sich dann als Spalten, die parallel der Schwammoberfläche liegen und sich bald stark erweitern, während in gewöhnlichern Fällen die einführenden Gänge einen radiären Verlauf nehmen. In der räumlichen Anordnung der beiden Hohlssysteme können wir stets ein Choanosom von einem Ectosom dadurch unterscheiden. Ob die Zellen, die die einführenden Canäle resp. ihre Erweiterungen, die Subdermalräume, auskleiden, sich von demselben Material der Oberfläche ableiten, ist bei

der Kleinheit der Objecte nicht zu entscheiden: jedenfalls sind es ganz dieselben Zellen ( $ma_2$ ), die sich in der Larve als differenzirte Elemente vorfinden. Ein Theil von diesen, der nicht zu Gängen oder Oberflächenbekleidung verwandt ist, bildet sich zu contractilen Faserzellen aus; dies erfolgt aber ziemlich spät, und es bleibt noch ein weiterer Rest von solchen Zellen ( $ma_2$ ) zu anderer Verwendung übrig. Die ausführenden Lacunen behalten nämlich nicht die kleinkernigen Zellen als Begrenzung, sondern je mehr sich Kammern ausbilden, desto mehr zeigt sich auch die Wand der ausführenden Gänge von gestreckten Epithelzellen ( $ep, ma_2$ ) gebildet. Die letztern beweisen durch Grösse ihres Kerns und ihres Protoplasmaleibs, dass sie nicht aus Umformungen von kleinkernigen Zellen entstanden sein können.

Manchmal erfolgt da, wo im erwachsenen Schwamme die einführenden Gänge sehr reducirt sind, gegenüber einem mächtig entwickelten Cloakenrohr die Bildung der ausführenden Hohlräume ausserordentlich früh. Doch sind alles dies nur zeitliche Verschiebungen, im Princip ist nur festzuhalten, dass alle Hohlräume getrennt von einander entstehen und erst nachträglich mit einander in Verbindung treten, sowie ferner, dass wir es mit zwei durch Herkunft und Lage verschiedenen Hohlraumssystemen zu thun haben. Der letztere Umstand ist noch auf ganz vorgerücktem Stadium bei völlig ausgebildetem Canalsystem wahrzunehmen (Taf. 20, Fig. 24). Wir sehen alsdann am tiefsten gelegen die ausführenden Lacunen, mehr nach der Oberfläche zu die Subdermalräume und zwischen beiden Arten von Lücken ein die Kammern enthaltendes Parenchym.

Von der Oberfläche sind die Subdermalräume durch eine Rindenpartie getrennt, durch welche die intracellulären Poren hindurchleiten. Der Wasserstrom gelangt, je nachdem, durch die Poren direct oder durch Subdermalräume in die einführenden Gänge und dann in die Kammern; manchmal sitzen auch Kammern direct den Subdermalräumen an.

Während die Kammern mit dem einführenden System nur durch einen kaum sichtbaren Spalt, den Kammerporus, in Verbindung stehen, öffnen sie sich, wie aus ihrer Entstehungsgeschichte hervorgeht, weit nach den ausführenden Hohlräumen. Letztere vereinigen sich zu einem Cloakenrohr, das, ohne mit den andern Hohlräumen zu communiciren, aufsteigt und mit dem Osculum ausmündet. In den meisten Fällen habe ich beobachtet, dass die aus einer Larve hervorge-

gangenen Schwämmchen auch nur ein Osculum besaßen, andererseits gesehen, dass sich oft mehrere Larven zusammensetzten. Es liesse sich aus solchen Zygosen vielleicht das Entstehen vieler Oscula an jungen Schwämmchen erklären. Doch ist dies nur eine Wahrscheinlichkeit, und es erscheint nicht einwandfrei, das Osculum als Kriterium der Individualität des Schwammes zu benutzen.

Die Fortentwicklung des Parenchyms erfolgt in ähnlich übereinstimmender Weise bei den verschiedenen Gruppen wie die Ausbildung des Canalsystems. Zwischen den contractilen und den bedeckenden Elementen tritt eine Arbeitstheilung ein, derart, dass die erstern namentlich in der Umgebung der Gänge (als Sphincteren) in das Parenchym rücken, und dass sich durch weitere Abflachung der letztern nunmehr auch ein histologischer Unterschied bemerkbar macht. Andere differenzierte Elemente sind zu einer Art Bindegewebszellen geworden und haben eine sternförmige unregelmässige Gestalt oft mit feinen Ausläufern angenommen. Wieder andere sind es, die zu einer besondern Art von Bindegewebszellen werden, indem sie sich zu Gruppen zusammensetzen und die Abscheidung von Spongine beginnen, durch welche die Nadeln in Zügen zusammen gehalten werden. Auch die Zellen, die bei den Hornschwämmen das echte Spongine liefern, sind von gleicher Herkunft.

Es bleiben noch die in der Larve undifferenziert gewesenen Elemente ( $ma_1$ ) übrig, die als solche in den jungen Schwamm mit hinübergenommen werden. Würde der Process der Differenzirung dort weiter fortschreiten, so hätten wir bald keine solchen Elemente mehr. Da sie aber in Wirklichkeit im Schwamm stets zahlreich vorhanden sind, so ist zu schliessen, dass sie sich von nun ab vermehren, indem sie ihre histologischen Eigenthümlichkeiten beibehalten, speciell in Bezug auf den Kern. Sie liefern die amöboiden Wanderzellen ( $am$ ), und aus diesen und zwar nur aus diesen gehen dann die Geschlechtsproducte hervor. Wir haben also, wenn wir die Entwicklung dieser Elemente zurückverfolgen, eine sehr frühe Sonderung der Generations- und Soma-Zellen, eine Continuität des Keimplasmas, indem sich die letztern Zellen gewissermaassen von den erstern subtrahiren, und insbesondere ist bemerkenswerth, dass der Unterschied beider sich im Kern nachweisen lässt.

## 2. Vergleich mit dem Entwicklungsgang in andern Schwammgruppen.

Zur Verwerthung des Gesamtbildes, das sich aus der Betrachtung einer Reihe von Cornacuspongien ergibt, ist es nöthig, der Stellung zu gedenken, die die betreffende Gruppe in der Classe einnimmt, und zu prüfen, ob sie eine ursprüngliche oder eine von andern abgeleitete ist. Wir sind für die Cornacuspongien nicht in der glücklichen Lage, unsere untersuchten Objecte, wie es viele Autoren thun, als sehr ursprünglich und darum ohne weiteres für schwerwiegende Folgerungen brauchbar zu bezeichnen, vielmehr müssen wir dieselben als recht modificirte Vertreter des Typus ansehen. Wir nehmen dabei die vergleichende Anatomie zu Hülfe und ersehen daraus, dass nicht, wie es früher eine Zeit lang galt, die Monaxonier eine ursprüngliche Gruppe sind, sondern dass (wir folgen dabei den lichtvollen Ausführungen VOSMAER'S) die Kieselschwämme mit viel-(sechs-)strahligen Nadeln die ältesten Formen darstellen, dass innerhalb der Ordnung sich eine Degeneration geltend macht, die bis zu den mit einstrahligen Nadeln versehenen Halichondrien (s. a.) führt, und dass bei diesen Formen „in dem Spongin ein neues Moment hinzukommt, das sie wieder in die Höhe bringt“. Wir haben also die oben betrachteten vier Gruppen der Cornacuspongien ziemlich, und die Hornschwämme vollständig am Ende eines Zweiges zu sehen. Auf der andern Seite ist zu berücksichtigen, dass auch Formen wie *Plakina* und *Oscarella* nicht als ursprüngliche, sondern trotz ihres einfachern Canalsystems nur als nach anderer Seite abgezweigte gelten können, so dass Species der Tetraxonia wie *Tethya*, von denen man nur ungeschlechtliche Vermehrung kennt, oder gar Hexactinelliden, von denen man gar nichts von der Fortpflanzung weiss und schwerlich so bald wissen wird, in morphologischer Hinsicht wichtiger wären.

Die Kalkschwämme hängen mit den Kieselschwämmen wohl nur an der Wurzel zusammen, worauf schon das sehr frühe Auftreten der Spicula bei den letztern hinweist. Andererseits zeigen sich aber doch so viel Gleichheiten im Schwammbau, eine den Kieselschwämmen ganz entsprechende Abstufung der einzelnen Familien in der Vollkommenheit der Ausbildung des Canalsystems und der histologischen Elemente, dass wir nicht nur, wie selbstverständlich, auf eine gemeinsame Abstammung, sondern auch auf ein zeitweises Zusammengehen als Schwämme zu

schliessen berechtigt sind. Ob wir uns das so zu denken haben, dass sich aus skeletlosen, aber im übrigen Bau typischen Schwämmen sehr früh nach der einen Seite die Kalk-, nach der andern Seite die Kieselspongien abgeleitet haben, oder wie es auch möglich ist, dass bei primitiven Kieselschwämmen die Kieselsalze des Skelets durch Kalksalze ersetzt wurden, bleibt dahingestellt.

Was die Zusammengehörigkeit beider Gruppen noch mehr zur Erscheinung bringt, ist die grosse Uebereinstimmung im Entwicklungsmodus, bei dem sich in beiden Gruppen je zwei verschiedene, aber auf einander zurückführbare Typen feststellen lassen. Sehr übereinstimmend mit dem oben geschilderten Bild der Cornacuspongien-Entwicklung ist der eine bei Kalkschwämmen vorkommende Typus, wie er uns besonders von *Sycandra raphanus* durch die zuverlässigen Untersuchungen F. E. SCHULZE's bekannt geworden ist (63 u. 67). Die einzelnen Homologien, auf die von mir bereits in einer frühern Mittheilung (44) und dann später von DELAGE (10, p. 402) aufmerksam gemacht wurde, sind so offenbar, dass sie kaum einer besondern Erwähnung bedürfen und schon beim Blick auf die Abbildungen klar werden. Die Geisselzellen der *Sycandra*-Larven am vordern Pol entsprechen durch Lage und Herkunft wie durch Verwendung nach der Metamorphose genau den Geisselzellen der Kieselschwammlarve, nur scheinen sie weniger zahlreich entwickelt zu sein, so dass die grössern, dotterreichen Zellen von ihnen nicht umschlossen werden. Auf diesen letzten Unterschied möchte ich aber um so weniger Gewicht legen, als wir nach meinen Untersuchungen in der Entwicklung der Kieselschwämme diese Umschliessung in verschiedenem Grad ausgebildet sehen und bei *Myxilla* z. B. in gewissen Stadien ebenso gut von einer Amphiblastula reden könnten. Die grossen dotterreichen Zellen sind die Homologa dessen, was ich bei Kieselschwämmen innere, hintere Masse genannt habe, und auch hierin liegt ein Beweis, diese letztere einheitlich aufzufassen. Bei *Sycandra* selbst sind in der freischwärmenden Larve gewöhnlich noch keine Differenzirungen dieser Zellen eingetreten, auch ist bis jetzt nicht näher verfolgt, wie solche nach dem Festsetzen vor sich gehen. Allein nicht nur nach Analogie, sondern auch nach dem wenigen That-sächlichen, was vom Schicksal der grossen Zellen in weitern Stadien bekannt ist, zeigt sich, dass dieselben nicht nur die Bedeckung, sondern auch die Spiculazellen und andere Elemente des sog. Mesoderms liefern. Darauf weisen insbesondere die Beobachtungen von METSCHNIKOFF nachdrücklich hin (50, tab. 21, fig. 13, fig. 15), wo in den

grossen Zellen der freischwärmenden Larve vorzeitig schon ähnliche Differenzirungen stattgefunden haben wie sonst bei Kieselschwämmen.

Auch die Embryonalentwicklung zur Larve lässt sich fast Schritt für Schritt zum Vergleich heranziehen. Hier wie dort verlaufen die ersten Furchungen äquatorial und in meridionaler Richtung. Später erfolgt mit Eintritt der äquatorialen Furche die Ungleichheit der Theilstücke, nur dass dies bei *Sycandra* erst zwischen dem 8- und 16-zelligen Stadium stattfindet. Deren Resultat ist ein aus zwei verschiedenen Zellsorten gebildeter Keim, dessen eine Elemente durch Nahrungsdotter, dessen andere durch Geisseln bemerkenswerth sind. Ob das Einstülpen der grossen Zelle, die „Pseudogastrulation“ der *Sycandra*, der Umwachsung bei den Kieselschwämmen entspricht, also eine Invaginations-Pseudogastrula einer epibolischen Pseudogastrula, sei einstweilen dahingestellt. Jedenfalls ist der bei der Metamorphose eintretende Vorgang des Umwachsenwerdens der Geisselzellen bei *Sycandra*, die „Gastrulation“, durchaus parallel dem entsprechenden Vorgang bei Kieselschwämmen, und die Verschiedenheiten, die dabei eintreten, lassen sich leicht daraus erklären, dass die Larven der erstern eine Höhle haben, die der letztern nicht, so dass, wie auch DELAGE betont, das Hineinrücken der Geisseln bei den letztern aus mechanischen Gründen erschwert ist.

Es sei nun noch bemerkt, dass die Amphiblastula-Larve bei den Kalkschwämmen nicht nur an *Sycandra*, sondern an einer ganzen Anzahl von Formen vorkommt und, wenn auch nicht das ursprünglichste Verhalten darstellend, doch nicht als cänogenetisch so bei Seite gestellt werden darf, wie es von manchen Theoretikern geschieht. Sie erscheint bei *Ascandra lieberkühnii* laut KELLER (26), bei *Ascandra contorta* laut BARROIS (1), bei *Leucandra aspera* laut METSCHNIKOFF (50) und bei *Ascaltis botryoides* laut TOPSENT (78).

Ganz abweichend und, soweit die jetzigen Beobachtungen reichen, schwer mit der an *Sycandra* und den Kieselschwämmen gewonnenen Kenntniss zu vereinbaren, ist, soweit jetzt bekannt, die Entwicklung von *Ascetta*. Hier soll eine richtige Blastula als freischwärmende Larve vorkommen, in deren Höhlung Zellen einwandern, welche zum Ento- und Mesoderm werden, während die Geisselzellen sich zur Bedeckung des künftigen Schwammes umformen sollen. Wenn man jedoch die betreffenden Angaben von O. SCHMIDT und METSCHNIKOFF genauer prüft und namentlich auch die Lücken bedenkt, die die Angaben jener speciell über das Festsetzen aufweisen, so wird man ohne Zwang zu der folgenden Hypothese über den wahren

Verlauf der *Ascetta*-Ontogenie gelangen<sup>1)</sup>. Die sog. Blastula scheint mir zu keiner Zeit eine echte Blastosphäre von ganz gleichen Zellen darzustellen, vielmehr sind am hintern Ende die Zellen von vorn herein grösser, und ob diese alle wirklich Cilien tragen, ist bei dem Umstand, dass die frühern Untersucher nicht geschnitten haben, sondern an der lebenden Larve beobachteten, nicht mit Sicherheit zu sagen. Jedenfalls folgt aber laut Abbildung (50, tab. 23, fig. 9) später ein Stadium, wo die hintern Zellen deutlich verschiedenartig sind, kaum dass noch etwelche ins Innere gewandert wären. Wir haben also eine Larve vor uns, die der Amphiblastula von *Sycandra* entsprechen könnte, nur dass die granulirten Zellen hier eine geringe Ausdehnung besitzen. In spätern Phasen bilden mehr und mehr solcher granulirter Zellen, vom hintern Pol aus einrückend, die innere Masse, und solche Larven (50, tab. 23, fig. 10) lassen sich dann noch besser den Stadien von Kieselschwämmen, besonders von *Myxilla* vergleichen. Ob es dabei zu einer nachträglichen Schliessung am hintern Pol kommt und dann auch dort Geisselzellen sitzen, scheint mir nicht wesentlich (wir hätten dann ein Verhalten, das unter den Noncalcareä dem der Hornschwämme analog wäre). Doch macht es nach den Abbildungen den Eindruck, als sei hier bei *Ascetta* der hintere Pol von allem Anfang an bis zur Metamorphose different und aus granulirten Zellen gebildet, entsprechend dem Verhalten von *Esperia* etc.

Nach Allem, was die Untersuchungen METSCHNIKOFF's und O. SCHMIDT's über die Metamorphose bringen und nicht bringen, schliesse ich, dass auch diese in einer den Kieselschwämmen und *Sycandra* entsprechenden Weise vor sich geht. Schon O. SCHMIDT's Ueberlegung, dass das Geisselzellenlager der Larve zu mächtig sei, um einzig nur die Bedeckung des Schwammes zu liefern, veranlasst neben andern Erwägungen DELAGE zu dem Schlusse, dass die Geisselzellen ins Innere rücken und zu Kragenzellen werden. Noch deutlicher scheint mir die Umkehr der Schichten aus METSCHNIKOFF's Figuren hervorzugehen,

1) Es ist dies eine ähnliche Hypothese wie die DELAGES (10, p. 403), zu der ich aber, was ihre Wahrscheinlichkeit erhöht, unabhängig gelangt bin. Auch von dritter Seite ist, wie mir seither mitgetheilt wurde, ebenfalls unabhängig dieselbe Ansicht ausgesprochen worden, nämlich von E. A. MINCHIN, der den muthmaasslichen Verlauf der *Ascetta*-Entwicklung schon in seinen Vorlesungen ähnlich wie oben hinstellte. Wirkliche Sicherheit wird aber nur durch die thatsächliche Beobachtung erreicht werden; viel Glück demjenigen, der bald mit modernen Mitteln der Technik an diese Untersuchung herantreten wird.

sowohl aus solchen, die einen differenten Hinterpol an der Larve zeigen, als besonders aus einem Stadium nach der Metamorphose (50, tab. 23, fig. 15). Hier liegt mehr nach aussen eine Masse granulirter Zellen und ganz nach innen eine Anzahl von Cylinderzellen. Ich sehe nicht ein, warum man diese letztern gewaltsam aus den innern Zellen der Larve herleiten soll, während sie doch im Aussehen ganz den frühern Geisselzellen gleichen. Die zwei weitem Zellsorten, die METSCHNIKOFF findet, lassen sich durchaus meinen differenzirten und undifferenzirten Elementen ( $ma_2$  u.  $ma_1$ ) vergleichen. Ich glaube daher, dass auch hier die Geisselzellen der Larve die gleiche Rolle haben wie bei *Sycandra* und dass die innere Masse der *Ascetta*-Larve die Bedeckung, die Spiculabildner etc. liefert (nur mit der Modification, die sich durch das zeitlich spätere Auftreten der innern Masse von selbst ergibt).

Noch leichter lässt sich die von METSCHNIKOFF beschriebene Larve von *Ascetta blanca* (50, tab. 23, fig. 17) als Amphiblastula auffassen und mit *Sycandra* homologisiren.

Auch in andern Schwammgruppen darf man wohl eine Amphiblastula, d. h. eine Larve, die am vordern Pol Geisselzellen, am hintern Pol Körnerzellen trägt, als nicht selten vorkommend annehmen. Sie ist wenigstens mehrfach und zwar bei weit auseinanderstehenden Genera gefunden worden. NASSONOW bildet (54, tab. 19, fig. 9) von *Clione* eine solche Larvenform ab, und interessant ist, dass auch *Chondrosia* (*Gummina*) eine solche laut BARROIS (1) besitzen soll.

Die Entwicklung von *Halisarca* ist trotz METSCHNIKOFF's Untersuchung (50, p. 349 ff.) noch nicht genügend bekannt. Mir scheint die Larve ziemlich an die der Cornacuspongi, speciell der Hornschwämme zu erinnern. Schon der Verlauf der Furchung ist ganz ähnlich wie in dieser Gruppe (50, p. 353), „die ersten vier Zellen sind noch gleich, bei weiterer Zerklüftung bemerkt man kleinere und grössere Elemente“, die Furchungshöhle ist sehr klein; der Autor betont, wie schon früh Zellen ins Innere rücken, die er als Zellen eines zweiten Blattes in Anspruch nimmt. Er nennt diese Zellen ihres körnigen Aussehens wegen Rosettenzellen (und es erscheint mir bemerkenswerth, dass dieselben nicht von einer Blastosphära von cylindrischen Zellen ins Innere wachsen, sondern auf einem indifferenten frühen Furchungsstadium). Meiner Ansicht nach sind die Rosettenzellen meinen undifferenzirten Elementen ( $ma_1$ ) gleich zu setzen; es ergibt sich das auch daraus, dass diese Zellen mit fortschreitender Ausbildung an Zahl geringer und zwischen ihnen andere Elemente, „die feinkörnigen Mesodermzellen“ sichtbar werden, jedenfalls ganz derselbe Process,

den ich als Differenzirung in Anspruch genommen habe. Die erwachsene Larve besteht, ausser dieser innern Masse, aus einem äussern Geisselepithel, das an einem Pol deutlich verschiedene stärkere Zellen aufweist; sie ist also auch hierin den Cornacuspongien, speciell den Hornschwämmen nicht unähnlich, und ich glaube, dass man deshalb *Halisarca* im System noch weiter von *Oscarella* stellen muss, als man es bisher gethan hat.

Es wird sich bei günstiger Gelegenheit an Schnittserien herausstellen, dass hier ebenfalls die Geisselzellen ins Innere rücken und zu Zellen der Kammern werden; METSCHNIKOFF's Angaben weisen an mehreren Stellen auf diese Auffassung hin, namentlich da, wo er darstellt, wie die Geisseln verloren gehen (50, p. 356) und man erst mit Reagentien ein von den Geisselzellen sehr verschiedenes Plattenepithel darstellen kann. Nach meiner Ansicht ist das letztere nicht aus den Geisselzellen entstanden, sondern es setzt sich zusammen aus darübergewanderten differenzirten (gleichmässig gekörnelt) Zellen der früher innern Masse. Auch die Abbildungen, besonders fig. 16 auf tab. 20, können darauf hinweisen; tab. 21, fig. 1 zeigt ein späteres Stadium, das ich so auslege, als begännen sich im Innern die frühern Geisselzellen zu Hohlräumen zu ordnen, und die andere Schicht liege darum herum, ohne dass sich ein Ectoderm deutlich abgeschieden habe, ganz entsprechend den Vorgängen bei Cornacuspongien.

Recht abweichend scheint sich dagegen ein Entwicklungsmodus zu verhalten, der eine wichtige Schwammgruppe betrifft und an den weitgehende theoretische Erörterungen geknüpft worden sind, die Metamorphose von *Oscarella*, die uns nach HEIDER's Darstellung vorliegt (25). Wir hätten hier eine Blastosphäralarve, deren hinterer, etwas differenter Pol sich gegen den vordern einstülpt; dadurch entstehen dann zwei ungleichwerthige Zellenlager, und durch radiäre Faltung des eingestülpten, des „Entoderms“, werden dann die Geisselkammern gebildet. Um diese Entwicklung mit der der Kieselschwämme zu vereinbaren, weist DELAGE auf HEIDER's eigene Aeusserung hin, wonach sich gelegentlich auch der vordere Pol einstülpen könne, und nimmt an, dass das Zellenlager der Blastula bei *Oscarella* indifferent sei, und dass sich erst beim Ansetzen durch accidentelle Ursachen, je nachdem, die Zellen des einen oder des andern Pols in verschiedener Weise zu epidermiques oder zu Kammerzellen ausbilden können.

In mancher Beziehung spricht für diese Fähigkeit der gelegentlichen Differenzirung ein Punkt, den DELAGE nicht betont hat, nämlich dass auch bei der erwachsenen *Oscarella* die Epidermiszellen Geisseln

tragen, mithin der histologische Unterschied zwischen ihnen und den Kammerzellen niemals so gross ist wie bei andern Schwämmen, ferner aber, dass auch beim erwachsenen die mesodermale Schicht stets auf sehr geringer Entwicklungsstufe bleibt und namentlich keine Stützelemente (Nadeln) vorhanden sind. In Berücksichtigung dieser histologischen Eigenthümlichkeiten des erwachsenen Schwammes komme ich zu einer andern Möglichkeit und beziehe mich dabei auf HEIDER's eigene Worte (25, p. 199), wonach er im Zweifel ist, ob der Entwicklungsgang, wenn sich der hintere Pol einstülpt, der normale ist<sup>1)</sup>.

Meine Ansicht ist, 1) dass sich normaler Weise der vordere Pol einstülpt, und 2) dass zwischen beiden Polen eine grössere Verschiedenheit existirt, als es zunächst den Anschein hat. Ich habe schon zu wiederholten Malen auseinandergesetzt, wie man nur aus sehr zahlreichen statistisch zusammengestellten Fällen den Pol des Festsetzens mit Sicherheit nachweisen kann, (43, p. 423) und dass Einstülpungen während des Larvenlebens, die HEIDER für morphologisch wichtig hält, bedeutungslos sein können (s. o. S. 383). Ich glaube demnach, dass auch bei *Oscarella* wie überall die Einstülpung mit dem vordern Pol beim Festheften, wie es HEIDER ebenfalls gesehen hat, die Regel ist.

Zu der Annahme, dass die Blastophära nicht aus gleichartigen Zellen zusammengesetzt, sondern der hintere Pol (in meinem Sinne) differenzirt ist, komme ich durch HEIDER's eigene Beschreibung. Abgesehen vom Pigment, das sich hier findet, haben die Zellen hier nicht den Aussenrand (Kragen, Exoplasma), den die übrigen seitlichen und vordern Zellen der Blastula aufweisen; laut BARROIS sollen sie auch hier stärker sein. Ich sehe also in diesen hintern Zellen schon die künftigen Epithelzellen, die ja auch im erwachsenen Schwamm ihre Geissel

---

1) Wer die Schwierigkeiten kennt, mit denen man zu kämpfen hat, um normale Stadien zu erhalten, der wird gegen eine im Binnenland angestellte Untersuchung an marinen Schwammlarven einige Bedenken nicht verwinden können. Es gilt allerdings von der HEIDER'schen Arbeit, dass sich in der Beschränkung der Meister zeigt, und es ist erstaunlich, welche Fülle von Beobachtungen und guten Folgerungen der Autor aus wenigen Stadien zu machen verstanden hat. Allein HEIDER selbst sogar äussert Zweifel, ob die von ihm beobachtete Entwicklung die normale sei, und ich stehe nicht an, zu behaupten, dass auch bei *Oscarella* trotz aller Sorgfalt der Beobachtung eine Nachuntersuchung aus ähnlichen Gründen wie bei *Ascelta* erwünscht ist.

behalten. Ferner finden sich laut HEIDER's sorgfältiger Beschreibung zwischen den Geisselzellen flaschenförmige Gebilde, die ähnlich wie meine Drüsenzellen bei *Axinella* aussehen, die also jedenfalls später dem Parenchym zugehören würden. Ich vergleiche demnach die Zellen des hintern Pols bei *Oscarella* plus einer Anzahl zwischen den übrigen Zellen liegender Elemente mit der innern hintern Masse der Kieselchwämme, mit den grossen Körnerzellen der *Sycandra*, mit dem Hinterpol etc. von *Ascetta* und setze die übrigen Geisselzellen der *Oscarella*-Larve den Geisselzellen s. c. dieser andern Formen gleich. Ich glaube, dass dieselben in derselben Weise zu Kammerzellen werden; ja, ich möchte sogar in der Faltenbildung, die HEIDER beschreibt, einen entsprechenden Vorgang sehen wie in den Falten resp. Einsenkungen des Geisselzellenlagers, die ich z. B. von *Clathria* abbilde (Taf. 20, Fig. 19). Auch die HEIDER'schen Divertikel sind ja noch nicht die Kammern selbst, sondern diese entstehen wohl erst durch weitere Faltungsprocesse. Eine bedeutendere Abweichung ergibt sich dann nur durch das Fehlen von „mesodermalen“ Elementen in der Larve wie im jungen Schwamme. Wenn wir aber die verhältnissmässig geringe Entwicklung des Mesoderms der erwachsenen *Oscarella* im Vergleich zu dem der Cornacuspongien berücksichtigen, so können wir in dessen spätem Auftreten in der Ontogenie keine auffallende, sondern nur eine erwartete Differenz von den Kieselchwämmen erblicken, und diese erscheinen der *Oscarella* weniger fern, als es zuerst scheinen mochte.

Aehnlich mag es bei weiterer Untersuchung mit der Entwicklung von *Plakina* gehen; in der That ist diese, wie sie von F. E. SCHULZE in einzelnen Stadien genau beschrieben, aber noch nicht im Zusammenhang verfolgt ist (71), schon heute eher mit den Resultaten an Cornacuspongien und *Sycandra* zu vereinbaren, als dies von *Oscarella* gilt. Das Stadium der richtigen „Blastula“ scheint nur ein sehr vorübergehendes zu sein. Die eigentliche Larve möchte ich nach SCHULZE's eigener Beschreibung und Abbildung nicht als solche bezeichnen. Schon aus den Habitusbildern (71, fig. 22 und 30) ergibt sich, dass der hintere Theil der Larve nicht hohl, sondern von Gewebe ausgefüllt ist. In diesem hat SCHULZE auch Kerne erkannt; es ist also über allem Zweifel erhaben, dass wir hier eine ebensolche innere Masse wie bei Kieselchwämmen vor uns sehen. Wahrscheinlich sind auch schon Zellen nach dem vordern Theil gelangt, wo die Furchungshöhle noch bestehen geblieben ist, so dass ein ganz ähnliches Ver-

hältniss Platz greift wie bei *Myxilla* etc. (vgl. Fig. 9). Die Aehnlichkeit ist um so grösser, als bei *Plakina monolopha*, namentlich aber bei *dilopha* der hintere Pol durch Färbung deutlich verschieden ist. Jedenfalls haben wir keine Blastosphäre, sondern eine der zweiblättrigen Kiesel- und Kalkschwammlarve gut homologisirbare Larvenform vor uns.

Das Festsetzen hat F. E. SCHULZE nicht beobachtet, sondern das nächste Stadium, das er giebt, ist wenige Stunden später abgefangen. Dann sind aber gerade bei normalen Individuen schon eine Anzahl Veränderungen abgelaufen, und die Herkunft der Schichten bei solchen festgesetzten Stadien von den Schichten der Larve kann dann nur nach Analogie geschlossen werden. Ich glaube, entsprechend meinen Beobachtungen an Kieselschwämmen, andere Beziehungen annehmen zu müssen als SCHULZE, um so mehr, als auf seinen Abbildungen die jungen Schwämme sich den entsprechenden Stadien von *Cornacuspongia* ganz parallel verhalten. SCHULZE beschreibt zuerst ein Stadium, wo ein äusseres Epithel und eine innere Masse von wenig charakterisirten Zellen unterscheidbar sei. Dieses ist wohl das Stadium der gegenseitigen Durchwachsung der Schichten, und sicherlich ist das äussere Epithel von den darunterliegenden Zellen nicht so scharf abgegrenzt. Letzterer Umstand zeigt sich namentlich noch an einem etwas spätern Stadium, dessen Abbildung (l. c. fig. 27) für uns besonders wichtig ist. Das äussere Epithel ist von der darunter gelegenen Schicht nicht deutlich gesondert, diese mittlere Schicht dagegen gut von einer ganz innen gelegenen Schicht von Zellen, die einen Hohlraum umgeben, abzutrennen. Letztere stammen nach meiner Ansicht, ganz entsprechend wie bei *Sycandra* etc., von den Geisselzellen der Larve.

Ich befinde mich mit SCHULZE nur in Differenz bezüglich der Deutung (weil nach ihm die der äussern Bedeckung sich von den Geisselzellen der Larven ableiten soll) und möchte auf Grund seiner eigenen Bilder dies Stadium nicht für dreischichtig sondern für das typische zweischichtige Stadium ansehen, welches nach dem Ansetzen die Schichten der Larve in umgekehrter Lagerung zeigt. Die äussere Masse sammt der epithelialen Bedeckung entspricht jedenfalls der innern hintern Masse (und vielleicht auch einem Theil der Geisselzellen) der Larve, das innere Epithel der Hauptmenge der Geisselzellen der freischwärmenden Larve. Es ist also dieses Stadium durchaus homolog dem festgesetzten von *Sycandra* (67, tab. 19, fig. 8) und dem von Kieselschwämmen z. B. (hier Taf. 20, fig. 20; 43, fig. 25,

10, tab. 17, fig. 3a). Die Sonderung der Elemente ist erst so weit gediehen, dass sich aus der früher innern Masse der Larve einstweilen nur diejenigen Zellen geschieden haben, die das Epithel der Oberfläche bilden; die Auskleidungszellen der Canäle sind noch nicht als solche wahrzunehmen, auch die Geisselzellen sind vorläufig nur um einen einheitlichen Hohlraum gruppirt, was wahrscheinlich wie bei *Reniera* mit einer starken und frühen Ausbildung des ausführenden Systems zusammenhängt. Die weitere Entwicklung rechtfertigt meine Deutung der Schichten; aus den innersten Elementen entstehen die Kammern, die Gänge bilden sich aus den äussern Zellen. Ich kann also nur in der Herleitung der Schichten aus der Larve SCHULZE nicht Recht geben, der eben die zwischenliegenden Stadien der Metamorphose bei *Plakina* nicht beobachtet hat und deswegen zu andern Homologien gekommen ist. Seine Bilder, insbesondere die wichtige fig. 27, stimmen aber mit den von *Sycandra* und den Cornacuspongien beschriebenen überein.

### 3. Vergleich mit andern Thiergruppen.

Es kann keinem Zweifel unterworfen sein, dass der in seinem erwachsenen Zustand dreischichtige Körper der Spongien sich aus zwei Blättern aufbaut. Bei allen in dieser Arbeit behandelten Cornacuspongien und auch bei Kalkschwämmen wie *Sycandra* tritt dieser zweiblättrige Zustand im Embryo innerhalb des mütterlichen Körpers und in der freischwärmenden Larve, sowie mit Umkehr der Schichten auch noch kurz nach der Metamorphose deutlich zu Tage, und auch diejenigen Schwämme, deren Larven nicht so sicher als zweischichtig in Anspruch genommen werden können (*Ascetta*, *Plakina*), zeigen die Zweischichtigkeit unzweifelhaft nach der Metamorphose. Als wirklich epitheliales Blatt repräsentirt sich auf solchem Zustand die Gesamtheit der Geisselzellen, die die Kammern aufbauen; dagegen haben sich die Zellen der äussern Bedeckung noch nicht vollständig abgeschieden, und das „Mesoderm“ erweist sich schon dadurch, dass diese Sonderung ontogenetisch wie phylogenetisch nicht so früh eintritt, nur zusammen mit dem Aussenepithel als einheitliches Blatt. Ich habe eine derartige Auffassung, laut welcher die Elemente des „Mesoderms“ des erwachsenen Schwammes sich in verschiedenen Phasen der Ontogenie herausbilden und ein Theil von ihnen der epithelialen Bedeckung näher verwandt ist als andern Zellen der mittlern

Schicht, schon früher ausführlich erörtert (44), und DELAGE hat seit-her eine ähnliche Darstellung gegeben. Das Erste, was sich, abgesehen von den Genitalzellen, zum mittlern Blatt abscheidet, sind die Zellen des Skelets, die Spicula-Bildner. Die contractilen Elemente und das eigentliche Epithel sind dann noch unter einander indifferent, und die Contractilität kommt dann noch allen Zellen zu, ein Stadium, das phylogenetisch in der Schwammreihe etwa durch *Ascetta clathrus* dargestellt wird. Erst mit der Ausbildung der ein- und ausführenden Gänge werden alle epithelialen Elemente definitiv, und die übrig bleibenden differenzirten Zellen sind ( $ma_2$ ) dadurch zu Zellen des Bindegewebes geworden. In letzterm liegen nunmehr gewöhnliche Bindegewebszellen und besondere, die die Nadeln zu Zügen zusammenhalten, ferner die oben erwähnten Skeletbildner und endlich eine Reihe von aus der Embryonalzeit her undifferenzirt gebliebenen Zellen, die amöboiden Wanderzellen, aus denen die Geschlechtsproducte hervorgehen.

Wir sind also wohl berechtigt, von den Schwämmen als zwei-blättrigen Thieren zu reden; sehr viel schwieriger gestaltet sich aber die Frage, ob und wie diese zwei Blätter den Keimblättern der höhern Thiere zu vergleichen sind.

Es liegen hierfür zunächst zwei Möglichkeiten vor:

1) Die grossen körnigen Zellen der *Sycandra*, die hintern innern Zellen der Cornacuspongien sind Ectoderm, die Geisselzellen Entoderm, wie es für *Sycandra* wenigstens F. E. SCHULZE ausgesprochen hat.

2) Die Geisselzellen entsprechen den Geisselzellen bei den Larven der höhern Thiere, sind also ectodermal; die grossen Zellen mit Dotter sind, wie überall im Thierreich, entodermaler Natur, bei der Metamorphose tritt eine Umkehr ein: die Schwämme stehen also in entgegengesetzter Lagerung der Schichten wie alle andern Metazoen (BALFOUR).

Wir werden jede der beiden Ansichten und etwaige Modificationen davon auf ihre Wahrscheinlichkeit zu prüfen haben und dann sehen, ob es nicht noch eine dritte Möglichkeit giebt.

Für die Aufstellung der ersten Ansicht war der erwachsene Schwamm, nicht ein Entwicklungsstadium der leitende Ausgangspunkt. Man sträubte sich offenbar gegen den Gedanken, als sei das deutliche, äussere Epithellager, das man im erwachsenen Schwamm als Ectoderm bezeichnet hatte, etwas anderes als das Ectoderm der übrigen Thiere und als käme dasselbe von etwas anderm her als von einem auch im embryonalen Leben so zu bezeichnenden Keimlager. Die Entwicklung von *Sycandra*, von der SCHULZE ausging, liefert, wenn

auch mit einigem Zwang, die Möglichkeit einer solchen Deutung, da bei diesem Schwamme die Verhältnisse in der Larve einfacher liegen und sich eine Furchungshöhle erhält. Dadurch war es möglich, das nach der Furchung sich ergebende Stadium, trotzdem es zweierlei sehr verschiedene Elemente enthält, noch als eine Art Blastula, als Amphiblastula, zu bezeichnen und offen zu lassen, welchen der beiden Pole man als den ectodermalen und als den entodermalen anzusehen habe. Ohne Rücksicht auf die Bewegungsrichtung und die zwischendrein erfolgende „Pseudo“-Einstülpung erfolgte dann die Namengebung entsprechend dem Schicksal der Zellen im erwachsenen Schwamm, und so nannte SCHULZE die grossen Zellen der Larve wirkliches Ectoderm, die Geisselzellen Entoderm. Eine Schwierigkeit lag aber für diese Auffassung, wie alle ihre Vertreter auch eingestehen, darin, dass die Zellen mit ihrem Dotterreichthum ectodermal sein sollten, die Zellen mit Geisseln entodermal, also ein umgekehrtes Verhalten wie in allen andern Thiergruppen, und man half sich damit, diese Form der Ontogenie von *Sycandra* als cänogenetisch verändert zu bezeichnen. Eine Stütze für die Meinung, dass diese Entwicklungsart von *Sycandra* eine ganz abweichende sei und auch bei den andern Schwammgruppen keine Parallele finde, war der damalige Stand der Kenntnis von der Entwicklung der übrigen Schwämme. Man nahm an, dass sich bei den andern, speciell den Kieselschwämmen das spätere Epithel des Schwammes aus Geisselzellen der Larve bildet und aus der innern Masse („Entomesoderm“) die Kammerzellen und die Bindsesubstanz, mit den Nadeln, ihren Ursprung nähmen. Daher musste man in der gezwungenen Homologisirung noch weiter gehen und die Geisselzellen der Kieselschwämme als homolog den dotterreichen, geissellosen Zellen von *Sycandra* betrachten, während die innere Masse bei den Kieselschwämmen, die man dann den Geisselzellen der *Sycandra* hätte vergleichen müssen, sich eigentlich gar nicht homologisiren liess. Dies um so weniger, als man erkannt hatte, was aber manche Theoretiker ignorirten, dass die grossen Zellen bei *Sycandra* nicht nur das Plattenepithel, sondern bestimmt auch Zellen der mittlern Masse, die Spicula-Bildner und wahrscheinlich noch mehr liefern.

Nach den neuern Untersuchungen über die Kieselschwämme ist diese Schwierigkeit geschwunden; wir wissen, dass auch bei diesen die Geisselzellen der Larven die Kammern liefern, dass eine Umkehr der Schichten erfolgt und also auch hier die grossen Elemente Epithel + mesodermale Masse liefern. Es fragt sich, ob wir die Deutung der Lager, die schon bei *Sycandra* gezwungen erschien, für die ähn-

lich gebauten, aber weiter differenzierten Kieselschwarm-Larven ebenfalls anwenden sollen, oder ob uns die letztern einen Fingerzeig geben, dass wir die *Sycandra*-Entwicklung anders deuten müssen.

Letzteres scheint mir in der That der Fall zu sein. Hätten wir bei den Kieselschwämmen ebenfalls eine hohle Keimblase, an deren beiden Polen verschiedenartige Zellen ständen, so könnte die Deutung als Ectoderm und Entoderm wie bei *Sycandra* bis zur fertigen Entwicklung in suspenso bleiben. Hier haben wir aber bei der Hervorbringung der zwei verschiedenen Zellenelemente verschiedene Abstufungen von Vorgängen der in äqualen Furchung, von deutlicher bis zu verschwundener Furchungshöhle und eine derartige Aehnlichkeit mit der Keimblätterbildung der höhern Thiere, dass wir zunächst für die Kieselschwämme Stellung nehmen können.

Ein unbefangener Beobachter würde jedenfalls nach dem Studium der Kieselschwämme allein die ersten Vorgänge, die eine zweiblättrige Larve zu Stande kommen lassen, als wirkliche Gastrulation, vergleichbar der der höhern Thiere, und den Vorgang bei der Metamorphose als einen Umwachsungsprocess secundärer Natur, der bei den Schwämmen einzig dasteht, bezeichnen.

Wenn man aber berechtigter Weise die zweischichtige Larve der Kieselschwämme, wie sie von *Axinella*, *Esperia* etc. beschrieben ist, zunächst mit der von *Sycandra* homologisirt und dabei die für letztere bis jetzt bestehende Anschauungs- und Bezeichnungsweise annimmt, so müsste man den Vorgang der Schichtenbildung bei Kieselschwämmen als Pseudogastrulation (und zwar als „epibolische“ Pseudogastrulation) und den mit dem Ansetzen verknüpften Process der Einwanderung der Geisselzellen als eigentliche Gastrulation auffassen.

Um diese, wie mir scheint, durchaus gezwungene Auffassung für die Kieselschwämme zu retten, liessen sich verschiedene Versuche machen. Man könnte mit einigem Zwang auch die Kieselschwamm-Larve als Amphiblastula mit Geisselzellen am vordern, mit massigen Elementen am hintern Pol bezeichnen. Man würde damit die eigentliche Umwachsung leugnen und sagen, dass im Laufe der Furchung am einen Pol sich die einen, am andern Pol sich die andern Zellsorten gebildet hätten. In der That lässt der Furchungsprocess mancher Formen, wie z. B. *Myxilla*, eine solche Deutung zur Noth zu; jedoch sind von solchen hohlen Formen bis zur vollständigen Umwachsung, wie sie bei den Hornschwämmen vorkommt, und die man eigentlich kaum anders denn als Epibolie bezeichnen kann, durch eine Anzahl Kiesel-

schwämme alle Uebergänge gegeben. Eine Verwirrung ist unmöglich, wenn man die Namen epibolische Gastrula und Amphiblastula zunächst ausschliesst und sich nicht an Worte, sondern an die Begriffe selbst hält. Alsdann sehen wir, dass zwischen den Larven von *Sycandra* einerseits und denen der Hornschwämme andererseits kein principieller Unterschied vorhanden ist. An *Sycandra* schliessen sich Formen wie *Myxilla* an, daran solche wie *Esperia*, an diese Typen wie *Reniera*, *Gellius*, *Chalinula* und endlich *Spongilla* und die Hornschwämme, und bei diesen letzten Formen ist eine thatsächliche vollständige Umwachsung unleugbar.

Die Anhänger der von *Sycandra* ausgehenden Betrachtungsweise konnten noch ferner bemerken, dass die ersten Vorgänge, die zur Bildung der Larve führen, unter den einzelnen Arten sehr verschieden sind, also eher als Pseudogastrulation und Anpassung gedeutet werden könnten, während die spätere Umwachsung bei allen Formen gleich typisch auftritt. Aber auch dieser Einwand ist nicht stichhaltig. Selbst wenn man den Umstand nicht hoch anschlägt, dass bei dieser zweiten „Gastrulation“ bei Kieselschwämmen keine Höhlung auftritt (nach neuen, unveröffentlichten Beobachtungen soll auch bei *Sycandra* eine Höhle nicht nothwendig sein), und selbst wenn man alle spätern Lagerungen der kleinen Zellen, wie dies immerhin möglich ist, als fortgesetzte Faltungen des Geisselepithels auffasst, so sind doch die Vorgänge der Kammerbildung selbst mindestens so verschieden wie die, die zur Pseudogastrulation geführt haben. Letztere möchte ich daher eher als wirkliche Gastrulation ansprechen, zumal auch bei einer solchen innerhalb derselben Gruppe des Thierreichs vielerlei Abstufungen vorkommen können.

Nachdem wir also sehen, dass die Gründe für die Ansicht, eine „Pseudogastrulation“ in der Bildung der Larve und eine Gastrulation im spätern Umwachsungsprocess bei Kieselschwämmen zu sehen, nicht zutreffen, sind noch die Gründe zu erwähnen, die direct dagegen sprechen. Hierzu gehört vor allem, dass man doch dann von einer Gastrulation nicht reden kann, wenn auf dem derselben vorangehenden Stadium das zukünftige „Ectoderm“ keine einheitliche Schicht mehr, sondern eine Masse sehr verschieden differenzirter Zellen mit Bindesubstanz darstellt. Ferner kann man nicht einen Vorgang Gastrulation nennen, wenn das vorangehende Stadium bereits eine solide Larve ist und wenn das künftige „Ectoderm“ vorher nicht wie bei *Sycandra* am Pol, sondern ganz nach innen liegt. Wir werden vielmehr mit Sicherheit den bei Kieselschwämmen innerhalb des mütterlichen Körpers

stattfindenden Vorgang als Gastrulation und die bei der Metamorphose erfolgende Umwachsung als einen secundären Process ansehen und diese Ansicht, da man nicht von Kalkschwämmen auf Kieselschwämme übertragen darf, umgekehrt auf die Kalkschwämme anwenden. Wir dürfen letzteres um so eher thun, als dann einige Punkte der bisherigen *Sycandra*-Auffassung, die gezwungen erscheinen, in Wegfall kommen, so. z. B. dass es die Ectodermzellen seien, die den Dotter in sich aufgespeichert halten. Man könnte sich zu dieser Annahme noch, wenn auch widerstrebend, entschliessen, wenn diese Zellen sich nicht auch ausserdem einstülpten; man hat diesen Vorgang, um den Ectodermbegriff zu retten, für eine Pseudoeinstülpung erklärt. Aber zwei gezwungene Annahmen zu machen, die eine, um die andere damit zu erklären, scheint mir unangebracht, wenn man durch Wegfallen beider eine zwanglose Vereinigung mit den mittlerweile studirten Typen erzielen kann.

Eine Schwierigkeit liegt darin, dass wir nicht bloss diese eine heteropole Art der Larven bei den Schwämmen kennen (die allerdings bei Kalk- und bei Kieselschwämmen vorkommt), sondern dass es, ebenfalls bei beiden Gruppen, noch einen zweiten Typus der Entwicklung giebt. Bei diesem, wie er durch *Ascetta* und *Plakina* repräsentirt wird, scheint eine der Blastula sich nähernde Larvenform hervorgebracht zu werden, in deren Innerem erst nachträglich die andern Elemente, die man als Entoderm ansprechen kann, auftreten. Wie ich aber oben zu zeigen versucht habe, lässt sich auch dieser Typus wohl mit dem andern vereinigen, und die Metamorphose, die noch wenig bekannt ist, wird ebenfalls eine Verwendung der Geisselzellen zu Kammern ergeben; wenigstens weist das, was vorliegt, hierauf hin, und es dürfte dieser Typen wegen keine besondere Hypothese nothwendig sein.

Anderer Ansicht in diesem letzten Punkt ist DELAGE, der im Anschluss an den verschiedenartigen Entwicklungsgang der *Oscarella*, *Ascetta*, *Sycandra* und der Kieselschwämme eine andere, sehr beachtenswerthe Meinung ausgesprochen hat. Er nimmt eine indifferente Blastula als ontogenetisches, eine Protozoen-Colonie gleichartiger Individuen als phylogenetisches Ausgangsstadium an, an dem sich je nachdem, durch „actuelle“ Ursachen früher oder später, Differenzirungen ausgebildet hätten; bei *Oscarella* durch das Festsetzen, bei *Ascetta*, am Ende des Larvenlebens. Es liessen sich dann bei *Sycandra* die zwei verschiedenen Zellenelemente nur schwer mit den Keimblättern der höhern Thiere vergleichen (10, p. 415), bei den Kieselschwämmen, wo

so viele verschiedenartige Elemente da sind, gar nicht mehr. Er kommt daher zu der Annahme, dass auch die Schwämme eine Differenzirung einzelner Zellenelemente zeigen, dass diese Differenzirung aber nicht im Sinne der Blätterbildung höherer Thiere geschehe, sondern dass eine Arbeitstheilung unter den Zellen eingetreten sei, indem die einen sich besonders zu epithelialen, die andern zu Stützelementen etc. ausgebildet hätten.

Erstens scheinen mir aber die genannten Typen der Entwicklung nicht so sehr verschieden zu sein, wie DELAGE annimmt, sondern sich auf eine einheitliche Art erklären zu lassen (s. o.); zweitens stimmt es mit seiner Auffassung, wonach die Schwämme dann folgerichtig ganz abseits der Metazoen von Protozoen abgeleitet werden müssen, nicht überein, dass die im mütterlichen Körper vor sich gehende Embryonalentwicklung, die DELAGE nicht studirt hat, sich so sehr leicht mit den ersten Stadien anderer Thiergruppen vergleichen lässt. Allerdings könnte man auch sagen, die Bildung des zweischichtigen Keimes sei keine Recapitulation der Phylogenie, sondern die kleinen Zellen müssten aus rein mechanischen Ursachen die grossen umwachsen. Die Verschiedenheit der vorkommenden Processe spricht sehr für die grosse Wichtigkeit der in der einzelnen Ontogenie wirkenden physiologischen Factoren. Auch liesse sich geltend machen, dass die Zellelemente, die bei den Schwämmen umwachsen werden, nicht, wie bei höhern Thieren, später der Verdauung vorstehen, sondern Genitalzellen, Stützelemente etc. liefern. Daraus könnte man schliessen, dass, so ähnlich der erste Umwachsungsvorgang bei den Schwämmen der Epibolie bei höhern Thieren ist, diese Aehnlichkeit doch nur auf Analogie beruhe, dass die Schwämme also ebenfalls die Tendenz zur Schichtenbildung im Keime zeigen, dass diese Schichten aber nicht den Blättern der übrigen Thiere entsprächen.

Wie dem auch sei, jedenfalls wird aus dieser Auseinandersetzung so viel hervorgehen: entweder darf man die Keimschichten der Schwämme gar nicht mit den Blättern der übrigen Thiere vergleichen, oder, wenn man homologisirt, entsprechen die Geisselzellen dem Ectoderm, die grossen Zellen dem Entoderm.

Noch schwerer zu beantworten ist die Frage, wie und warum aus einer solchen zweischichtigen, schwärmenden Form sich der Schwammorganismus entwickelt habe; hier greifen aber blossе Hypothesen Platz, wie solche von BALFOUR (1), von HEIDER (25) und von VOSMAER (80)

geäußert worden sind. Die Annahme BALFOUR's, dass das Ueberwachsen der grossen, der Nahrungsaufnahme vorstehenden Zellen damit in Zusammenhang stehe, dass jetzt bei der feststehenden Lebensweise die Nahrung aufnehmenden Elemente über einen möglichst grossen Raum ausgedehnt werden müssen, konnte so lange bestehen, als wir noch an die Rolle der Plattenepithelien als Ernährer der Zellen glaubten. Jetzt ist aber, besonders nach LENDENFELD's Untersuchungen (34), wohl ziemlich sicher anzunehmen, dass diese Function den Kragengeisselzellen zukommt. Ferner wäre bei BALFOUR's Hypothese die geringfügige Rolle dieser letztern im Verhältniss zu ihrer grossen Ausbildung nicht zu erklären. Der HEIDER'schen Theorie, nach der „eine Gastrula-ähnliche Stammform sich mit ihrem Mund festsetzte, um auf diese Weise an Steinen nach Nahrung zu suchen“, kann ich, so geistreiche Ausführungen sie auch weiter enthält, deshalb nicht beipflichten, weil ich ihre Voraussetzung nicht anerkennen kann; denn ich halte die Larve nicht für eine Blastula, sondern für heteropol, und ich glaube ferner, dass dieselbe sich nicht mit ihrem entodermalen Pol, sondern wie *Sycandra* und die Kieselschwämme mit dem entgegengesetzten festsetzt. Plausibler erscheint mir eine Hypothese VOSMAER's (80), „dass in einer Colonie von Protozoen Functionsdifferenzen in den einzelnen Zellen aufgetreten wären, durch Bildung von Spicula die Larve zu schwer zum Schwimmen wurde und zu Boden sank“. „Als feststehende Thiere mussten sie sich in einer besondern Weise entwickeln, um den Kampf ums Dasein auszuhalten; es musste die Nahrung und Athmung gesichert sein, und so bildete sich bei einer im Ganzen niedrigen Entwicklungsstufe doch ein ausgeprägtes Canal-system aus.“

Für diese Hypothese spricht, wie VOSMAER selbst bemerkt, das frühe Auftreten der Spicula, und wie ich jetzt wieder beobachten konnte, sind die Spiculoblasten die ersten Zellen, die sich aus den indifferenten Zellelementen der innern Masse herausdifferenziren. Eine grosse Schwierigkeit für die Auffassung liegt aber, wie mir scheint, in folgender Ueberlegung: Das Festsetzen ist Folge der Ausbildung von Spicula, die Spicula sind von Kalk oder Kiesel, Kalk- und Kieselschwämme sind in ihrem Bau und Hauptzügen übereinstimmend, der eigenthümliche Schwammbau ist aber doch wohl erst in Folge des Festsetzens erworben, kann also das Festheften eine Folge der Spiculausbildung sein? Vielleicht liesse sich dieser Schwierigkeit durch die Annahme begegnen, dass die ersten Schwämme Kieselschwämme waren und dass von einem Theil dieser durch Ersatz der kiesel-

sauren Salze durch Kalksalze die Kalkschwämme abstammten. Die primitiven Kalkschwämme, wie die Asconen, wären dann rückgebildete Formen.

Es scheint mir aber ebenso gut möglich, dass das Festheften nicht eine Folge der Spiculabildung ist, sondern umgekehrt, und dass das Festheften seinen Grund in einer Veränderung im Modus der Nahrungsaufnahme hat, die (nicht in einer Protozoencolonie, sondern) an einem zweischichtigen Thier eintrat.

In Folge grossen Wachstums bilden sich dann in der innern Masse Gänge und Hohlräume aus, die dieselbe der Durchströmung zugänglich machten, und dass die Geisselzellen ihre Rolle als geisseltragende Elemente beibehalten, aber ihren Ort wechseln, was doch der Kernpunkt der ganzen Metamorphose ist, wäre dann so zu erklären, dass dieselben Elemente, die vorher zur Locomotion des Ganzen gedient, durch eine Art von Functionswechsel vermöge der „Oeconomie der Mittel“ zur Erzeugung dieser Strömung durch den Körper verwandt wurden. Aber auch diese Ansicht, eine Modification der VOSMAER'schen, ist einstweilen eine blosser Hypothese.

Jedenfalls lässt sich aber von der Stellung der Schwämme folgendes aussagen :

Die Schwämme sind echte Metazoen, insofern als sie Eier und Sperma bilden, und als verschiedene Zellsorten zu Geweben von specifischer Leistung ausgebildet sind.

Sie sind möglicher Weise auch in so fern echte Metazoen und haben noch ein Stück weiter den Stammbaum mit diesen gemeinschaftlich, als sie von zweiblättrigen Ahnen sich herleiten, deren beide Blätter man dem Ectoderm und Entoderm vergleichen kann.

Sie haben aber jedenfalls von da an (wenn nicht von Anfang an) einen von allen übrigen Metazoen abweichenden Entwicklungsgang eingeschlagen dadurch, dass die Geisselzellen der Locomotion nach innen kamen.

Sie sind auf keinen Fall Cölenteraten, in so fern als ihre Gewebeschichten dem äussern und innern Blatt der Cölenteraten nicht homolog sind und als ihr Canal-

system absolut anderer Herkunft ist. Jede Homologisirung der erwachsenen Cölenteraten mit den Spongien entbehrt der entwicklungsgeschichtlichen Grundlage.

Sie zeigen in der nach dem Festsetzen erfolgenden Entwicklung eine Ausbildungsart ihrer Gewebe und Organe, die von der aller übrigen Thiere principiell verschieden ist.

---

### Literaturverzeichnis.

---

(Die Literatur, soweit sie Angaben über Embryonalstadien und Larven enthält, ist hier ziemlich vollständig, andere Werke über Schwämme jedoch nur in so weit aufgeführt, als der Text direct auf sie Bezug hat.)

1. BALFOUR, F. M., On the morphology and systematic position of the Spongida, in: Quart. Journ. Micr. Sc., vol. 19, 1879.
2. BARROIS, CH., Mémoire sur l'embryologie de quelques Éponges de la Manche, in: Ann. Sc. Nat., (sér. 6), T. 3, 1876.
3. BOWERBANK, J. S., Monograph of the British Spongiadae, vol. 1—3, London, Ray-Society, 1864, 1866, 1874.
4. CARTER, J. H., On the ultimate structure of Spongilla, in Ann. & Mag., (ser. 2), vol. 20, 1857.
5. — — On the development of marine Sponges etc., *ibid.* (ser. 4), vol. 14, 1874, p. 321.
6. — — On the origin of the mother-cell of spicules in Sponges, *ibid.* (ser. 4), vol. 14, p. 100.
7. — — Notes introductory to the study and classification of Sponges, *ibid.* (ser. 4), vol. 16, 1875.
8. DELAGE, Y., Sur le développement des Éponges siliceuses, in: Compt. Rend. Acad. Paris, T. 110, 1890.
9. — — Sur le développement des Eponges (*Spongilla fluviatilis*), *ibid.* T. 113, 1891.
10. — — Embryogénie des Éponges. Développement postlarvaire des Ép. siliceuses etc., in: Arch. Zool. exp. (sér. 2), T. 10, 1892.
11. DENDY, Monograph of the Victorian Sponges. I. The organisation and classification of the *Calcarea homocoela*, in: Phil. Trans. Roy. Soc. London, 1891.
12. — — On the pseudogastrula stage in the development of calcareous Sponges, in: Quart. Journ. Micr. Sc., 1888; Abst. in J. R. Micr. Soc. 1890.
13. DESZÖ, B., Die Histologie und Sprossenentwicklung von *Tethya*, in: Archiv für mikr. Anat., Bd. 16, nebst Fortsetzung, Bd. 17, 1879.

14. FIEDLER, C., Ueber die Entwicklung der Geschlechtsproducte bei Spongilla, in: Zool. Anz., Bd. 10, 1887.
15. — — Ueber Ei- und Spermabildung bei Spongilla fluviatilis, in: Zeitschr. für wiss. Zool., 1888.
16. GANIN, M., Zur Entwicklung der Spongilla fluviatilis, in: Zool. Anz., Bd. 1, 1878.
17. — — Materialy etc. (Russisch.) Warschau 1879.
18. GOETTE, A., Ueber die Entwicklung der Spongillen, in: Zool. Anz., Bd. 7, 1884.
19. — — Untersuchungen zur Entwicklungsgeschichte von Spongilla fluviatilis, in: Abh. zur Entw. der Thiere, Heft 3, Hamburg u. Leipzig, 1886.
20. — — Nachträgliche Bemerkungen zur Entwicklungsgeschichte der Spongien, in: Zool. Anz., Bd. 9, 1886.
21. GIARD, A., Histoire naturelle des Synascidies, in: Arch. Zool. exp., T. 2, 1873.
22. HAECKEL, E., Die Kalkschwämme, Monographie, Berlin 1872.
23. — — Die Gastrula und die Eifurchung der Thiere, in: Jenaische Zeitschr., Bd. 9, 1875.
24. HANTSCH, R., 3. Report on the Porifera of the L. M. B. C. District, in: Proc. Liverpool Biol. Soc., vol. 4, 1890.
25. HEIDER, K., Zur Metamorphose der Oscarella lobularis, in: Arb. Zool. Inst. Wien, Bd. 6, 1886.
26. KELLER, C., Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklungsgesch. einiger Spongien, Basel 1876.
27. — — Ueber Spermabildung bei Spongilla, in: Zool. Anz., Bd. 1, 1878.
28. — — Ueber Organisation und Entwicklung der Chalineen, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 30, 1879.
- 29 a. u. b. — — Die Spongienfauna des Rothen Meeres, in: Zeitschr. für wiss. Zool., 1. Theil, Bd. 48, 1889; 2. Theil, Bd. 53, 1891.
30. KÖLLIKER, A., Icones histologicae, 1. Abth., Leipzig 1864.
31. KORCHELT u. HEIDER, Lehrbuch der vergl. Entwicklungsgeschichte, Bd. 1, Jena 1889.
32. LENDENFELD, R. VON, Das System der Monactinellida, in: Zool. Anz., Bd. 7, 1884.
33. — — Monograph of the horny Sponges, London 1889.
34. — — Experimentelle Untersuchungen über die Physiol. der Spongien, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 48, 1889.
35. — — Die Verwandtschaftsverhältnisse der Hornschwämme, in: Zool. Jahrb., Bd. 4, Abth. f. Syst., 1889.
- 36 a u. b. — — Die Spongien der Adria, Theil 1 u. 2, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 53, 1892.
- 37a. LIEBERKÜHN, N., Beiträge zur Entwicklungsgeschichte der Spongillen, in: MÜLLER'S Arch. 1856. — b u. c. Nachtrag und Zusatz, ibid.
38. — — Ueber Protozoen. Offener Brief an v. SIEBOLD, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 8, 1857.

39. LIEBERKÜHN, N., Ueber Bewegungserscheinungen bei Schwämmen, in: MÜLLER's Arch. 1863.
40. — — Ueber das contractile Gewebe der Spongien, *ibid.* 1867.
41. MAAS, O., Zur Metamorphose der Spongillalarve, in: Zool. Anz., Bd. 12, 1889.
42. — — Ueber die Entwicklung des Süßwasserschwamms, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 50, 1890.
43. — — Die Metamorphose von *Esperia lorenzi* nebst Beobachtungen an andern Schwammlarven, in: Mitth. der Zool. Stat. Neapel, Bd. 10, 1892.
44. — — Die Auffassung des Spongienkörpers etc., in: Biol. Centralblatt, Bd. 12, 1892.
45. — — Ueber die erste Differenzirung von Generations- und Soma-zellen bei Schwämmen, in: Verhandl. Deutsch. Zool. Gesellschaft, 1893.
46. MARSHALL, W., Die Ontogenie von *Reniera filigrana*, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 37, 1882.
47. — — Bemerkungen über die Cölenteratennatur der Spongien, in: Jenaische Zeitschr., Bd. 18, 1885.
48. METSCHNIKOFF, E., Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 24, 1874.
49. — — Beiträge zur Morphologie der Spongien, *ibid.* Bd. 27, 1876.
50. — — Spongiologische Studien, *ibid.* Bd. 32, 1879.
51. MINCHIN, E. A., Note on a sieve-like membrane etc. of *Leucosolenia*, in: Quart. Journ. Micr. Sc., vol. 33, 1892.
52. — — Oscula and anatomy of *Leucosolenia clathrus*, *ibid.*
53. — — Some points in the histology of *Leucosolenia clathrus*, in: Zool. Anz., Bd. 15, 1892.
54. NASSONOW, N., Zur Biologie und Anatomie der *Clione*, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 39, 1883.
55. POLEJAEFF, N., Ueber das Sperma und die Spermatogenese bei *Sycandra raphanus*, in: Sitzungsber. Akad. Wiss. Wien, Bd. 86, 1882.
56. — — Report on the Calcarea, in: Challenger Rep., vol. 8, 1884.
57. — — Report on the Keratosa, in: Chall. Rep., vol. 11, 1886.
58. RIDLEY and DENDY, Report on the Monaxonida, in: Chall. Reports, vol. 20, 1887.
59. SCHMIDT, O., Zur Orientirung über die Entwicklung der Schwämme, in: Zeitschr. f. wiss. Zool., Bd. 25, Suppl. 1875.
60. — — Nochmals die Gastrula der Kalkschwämme, in: Archiv mikr. Anat., Bd. 12, 1876.
61. — — Das Larvenstadium von *Ascetta primordialis* und *A. clathrus*, *ibid.* Bd. 14, 1877.
62. SCHULZE, F. E., Ueber den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*, in: Zeitschr. für wiss. Zool., Bd. 25, Suppl. 1875.
63. — — Zur Entwicklungsgeschichte von *Sycandra*, *ibid.* Bd. 27, 1876.
64. — — Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. II. Die Gattung *Halisarca*, *ibid.* Bd. 28, 1877.

65. SCHULZE, F. E., III. Die Familie der Chondrosidae, *ibid.* Bd. 29, 1877.
66. — — IV. Die Familie der Aplysinidae, *ibid.* Bd. 30, 1878.
67. — — V. Die Metamorphose von *Sycandra raphanus*, *ibid.* Bd. 31, 1878.
68. — — VI. Die Gattung *Spongelia*, *ibid.* Bd. 32, 1878.
69. — — VII. Die Familie der Spongidae, *ibid.* Bd. 32, 1879.
70. — — VIII. Die Gattung *Hircinia*, *ibid.* Bd. 33, 1879.
71. — — IX. Die Plakiniden, *ibid.* Bd. 34, 1880.
72. — — X. *Corticium candelabrum*, *ibid.* Bd. 35, 1881.
73. — — Ueber die Bildung freischwebender Brutknospen bei einer Spongie, in: *Zool. Anz.*, Bd. 2, 1879.
74. — — Report on the *Hexactinellida*, in: *Chall. Rep.*, vol. 21, 1887.
75. — — Ueber das Verhältniss der Spongien zu den Choanoflagellaten, in: *Sitz. Akad. Berlin* 1885.
76. SOLLAS, W. J., On the development of *Halisarca lobularis*, in: *Quart. Journ. Micr. Sc.*, vol. 24, 1882.
77. — — Report on the *Tetractinellida*, in: *Challenger Rep.*, vol. 25, 1888.
78. TOPSENT, E., Contribution à l'étude des Clionides, in: *Archives Zool. exp. (ser. 2)*, T. 5 bis, Suppl. 1888.
79. — — Notes histologiques au sujet de *Leucosolenia coriacea*, in: *Bull. Soc. Zool. France*, T. 17, 1892.
80. VOSMAER, G. J. J., Porifera, in: BRONN's *Classen und Ordnungen*, Leipzig u. Heidelberg 1887.
81. — — The Sponges of the William Barents expedition, in: *Bijdragen tot de Dierkunde*, vol. 12, 1885.
82. — — On the metamorphosis of the Spongelarva, in: *Tijdschrift Nederl. Dierk. Ver.* 1889.
83. — — On the morphological value of the words *porus* and *osculum* etc., *ibid.* 1892.
84. WELTNER, W., Die Spongillen der Spree und des Tegelsees, in: *Sitzber. Ges. naturf. Freunde. Berlin* 1886.
85. — — Ueber das Fortleben von Spongillen nach der Ausbildung von Schwärmlarven, *ibid.* 1888.
86. — — Die Süßwasserschwämme, in: ZACHARIAS, *Die Thier- und Pflanzenwelt des Süßwassers*, Leipzig 1891.
87. — — Bemerkungen über den Bau und die Entwicklung der Spongilliden, in: *Biol. Centralblatt*, Bd. 13, 1893.
88. WILSON, H. V., Notes on the development of some Sponges, in: *Journ. Morph.*, vol. 5, 1891.
89. — — Remarks on the general morphology of Sponges, in: *Journ. of the El. Mitchell Scient. Soc.*, 1892.
90. v. ZITTEL, Zur Stammesgeschichte der Spongien, *Abh. Bayr. Akad. der Wissensch.*, 1878.
91. DELAGE, Y., Notes additionnelles sur l'embryogénie des Éponges, in: *Arch. Zool. exp. (sér. 2)*, T. 10, 1873, *Revue.* (Während des Druckes der Arbeit hinzugekommen.)

## Tafelerklärung.

In allen Figuren bedeutet:

<i>a</i> äussere Zellen (Geisselzellen) der Larve.	<i>ch</i> Schaufelnadeln.
<i>mi</i> Mikromeren	<i>S</i> Spongin.
<i>ma</i> Makromeren	<i>Gal</i> Gallerte.
<i>d</i> Dottereinlagerung.	<i>F</i> Ansatzstellen.
<i>ma</i> <sub>1</sub> undifferenzierte Zellen.	<i>M</i> Mesoderm im Erwachsenen.
<i>ma</i> <sub>2</sub> differenzierte Zellen.	<i>H</i> Furchungshöhle.
<i>ep</i> epithelial diff. Zellen.	<i>E</i> Embryo.
<i>spb</i> Spicula-Bildner.	<i>X</i> hintererer Pol.
<i>sp</i> <sub>1, 2, 3</sub> Spicula-Züge.	<i>Pi</i> Pigment.
<i>am</i> amöboide Wanderzellen.	<i>k</i> Geisselkammer.
<i>sp</i> Stabnadeln.	<i>f</i> Follikel.

## Tafel 19.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Myxilla rosacea*. Fig. 1—3, 5—11 sind Schnitte, 4 ein körperliches Bild, 12—14 Isolationspräparate.

Fig. 1. Ei im Follikel (*f*). Letzterer durch Träger (*tr*) von dem übrigen dichten Gewebe des „Mesoderms“ geschieden. *n* Keimbläschen mit 2 deutlichen Nucleolen, *d* Dottereinlagerungen.

Fig. 2. Zweitheiliges Stadium im Längsschnitt. (Von nun an ist der Follikel weggelassen.)

Fig. 3. Querschnitt durch ein viertheiliges Stadium ziemlich durch die Mitte.

Fig. 4. Ein ebensolches viertheiliges Stadium in der Ansicht von der Seite. Man erkennt, dass auch die zweite Furche meridional eingeschnitten hat, und die vier Blastomeren gleich sind.

Fig. 5. Stadium nach Eintritt der inäqualen Furchung im Längsschnitt. Man erkennt kleinere Zellen am einen Pol, grössere, ganz blastomerenartige am andern Pol, theilweise auch nach innen gedrängt, so dass eine Furchungshöhle (*H*), wenn auch deutlich vorhanden, so doch reducirt ist. *ma* Makromeren, *mi* Mikromeren.

Fig. 6. Querschnitt durch ein weiter vorgeschrittenes Stadium. Beide Zellsorten, besonders aber die kleinern haben sich weiter getheilt. Letztere (*a*) liegen um die erstern herum und zeigen structurirte Kerne. Furchungshöhle noch deutlich.

Fig. 7. Längsschnitt durch ein etwas vorgeschrittenes Stadium (Vergrößerung etwas stärker). Beide Zellsorten haben sich stark vermehrt, namentlich die äussern (*a*). Letztere haben ihren Dotter verloren, und ihr Protoplasma erscheint gering im Vergleich zum stark tingirten Kern, die Zellen beginnen sich bereits epithelial an einander zu schliessen. Die grössern Elemente (*ma*) im Innern zeigen noch starke Dottereinlagerungen, bläschenförmige Kerne mit Nucleolus wie als Blastomeren. Einige Spicula sind bereits gebildet; manche andere in Spiculoblasten erkennbar (*spb*). Sonst aber sind alle Zellen der innern Masse unter einander noch gleich.

Fig. 8. Querschnitt aus dem hintern Drittel durch ein vorgereckteres Stadium. Die äussern Zellen (*a*) sehr vermehrt, epithelial gelagert, die einzelnen Zellen aber noch nicht gestreckt und deshalb ihre Kerne noch an der Peripherie des Embryos. Die innern Zellen ebenfalls weiter getheilt, dicht an einander liegend; manche haben bereits ihren Dotter verloren, zeigen eine längliche Gestalt und einen structurirten Kern und sind dadurch zu differenzirten Elementen (*ma*<sub>2</sub>) geworden, während die grösste Mehrzahl (*ma*<sub>1</sub>) noch rundliche Gestalt, Blastomerenkern (*n*) und Dottereinlagerungen (*d*) aufweist.

Fig. 9. Längsschnitt durch eine Larve kurz vor dem Ausschlüpfen. Die äussern Zellen sind nach weiterer Vermehrung an einem Theil der Oberfläche bereits zu einem Epithel sehr gestreckter Cylinderzellen (*a*<sub>1</sub>) geworden, an einem andern Theil noch nicht (*a*). Die Geisseln beginnen zu erscheinen. In der innern Masse ist reichlich Gallerte ausgeschieden (*gal*); dadurch werden die Elemente derselben auseinandergedrängt; es lässt in derselben sich deutlich eine Anzahl differenzirter Zellen (*ma*<sub>2</sub>) von einer ebenso grossen Anzahl undifferenzirter (*ma*<sub>1</sub>) unterscheiden. Ausser den stabförmigen Spicula (*sp*) sind auch Doppelschaukeln (*ch*) zu erkennen. *H* Rest der Furchungshöhle.

Fig. 10. Längsschnitt durch die freischwärmende Larve. Die äussern Zellen (*a*<sub>1</sub>) bilden überall, mit Ausnahme des hintern Pols, die Oberfläche und zwar als hochcylindrisches Epithel, dessen Kerne von der Peripherie durch einen Saum Protoplasma entfernt sind, der wie schraffirt erscheint. Die Gallerte hat zugenommen, die Furchungshöhle ist dadurch verschwunden und die ganze Larve gestreckt. Die differenzirten Elemente (*ma*<sub>2</sub>) überwiegen an Zahl vor den undifferenzirten (*ma*<sub>1</sub>). Letztere liegen in einem gedrängten Haufen in der centralen Partie der hintern Larvenhälfte. Auch die Nadeln zeigen eine gewisse Anordnung, die Stabnadeln mehr axial in der hintern Hälfte, die Chelae zerstreut davor liegend. Am hintern vorgewölbten Pol zeigen die differenzirten Elemente sich bereits als epitheliales Lager.

Fig. 11. Querschnitt aus dem hintern Drittel der freischwärmenden Larve, um die mehr centrale Lage der undifferenzirten Elemente (*ma*<sub>1</sub>) und die davon radiär ausstrahlenden differenzirten (*ma*<sub>2</sub>) zu zeigen. In den ersteren kleine, aber deutliche Dottereinlagerungen.

Fig. 12. Zeigt vom erwachsenen Schwamm die Verbindung der dornigen Stabnadeln an den Enden durch Sponginsubstanz, wodurch ein Maschenwerk entsteht. Sponginsubstanz (*S*) deutlich geschichtet.

Fig. 13. Die verschiedenen Formen der gedornnten ( $sp_1$ ) und ungedornnten ( $sp_2$ ) Stabnadeln im erwachsenen Schwamm.

Fig. 14. Die Schaufeln ( $ch$ ) und Sigmata ( $sig$ ) aus demselben Präparat.

Fig. 15. Die Anordnung der verschiedenen Nadeln im erwachsenen Schwamm. In der Tiefe das Maschenwerk aus dornigen Stabnadeln ( $sp_1$ ) durch Spongin zusammengehalten, nach der Peripherie die ungeordneten Stabnadeln ( $sp_2$ ) ausstrahlend. Die andern ( $ch$ ) als Fleischnadeln verwandt.  $ep$  äussere Haut.

## Tafel 20.

Sämmtliche Figuren beziehen sich auf *Axinella crista-galli* n. sp. bis auf Fig. 19, letztere auf *Clathria coralloides*.

Fig. 16. Schnitt aus dem Skelet. Spiculazüge ( $sp_1$ ), durch Sponginmasse verkittet, quergetroffen; peripher ausstrahlend, unverbundene Spicula ( $sp$ ).

Fig. 17. Anordnung der Skeletelemente in einem ganzen Lappen des Schwammes. Der Weichkörper durch Schattirung angedeutet.  $su$  Subdermalräume,  $ep$  äussere Haut,  $sp_1$  Hauptzüge von Spicula,  $sp_2$  Seitenzüge und  $sp$  peripher ausstrahlende lockere Nadeln.

Fig. 18. Freischwärmende Larve von *Axinella*, in umgekehrter Orientierung wie Fig. 10 von *Myxilla*, entsprechend den Vorgängen des Festheftens. Der beim Schwimmen nach vorn gerichtete, beim Ansetzen verwandte Pol ist hier nach unten gewandt, der hintere Pol ( $x$ ) nach oben;  $a$  äussere Geisselzellen,  $dr$  drüsenartige Zellen,  $ma_1$  undifferenzierte Zellen,  $ma_2$  differenzierte Elemente, die in der innern Masse und Gallerte ( $gal$ ) liegen. Anordnung siehe Fig. 10 [vergl. Taf. 21, Fig. 31].

Fig. 19. Schnitt durch die Larve von *Clathria coralloides* in den ersten Minuten nach dem Festsetzen. Zeigt das Umwachsenwerden und Nachinnenrücken der Geisselzellen in verschiedenen Graden. Im untern Theil der Figur bilden die Geisselzellen noch die Oberfläche und zeigen epithelialen Verband, an den Seitentheilen dagegen sind sie mehr oder weniger von der Oberfläche entfernt (das Epithel sieht wie gefaltet aus) und werden von Plattenepithelzellen ( $ep$ ), die vom hintern Pol ( $x$ ) kommen, umwachsen. In der Lagerung dieser differenzierten Zellen  $ma_2$  ( $ep$ ) scheint eine bestimmte, um die Ecken  $x_1$  und  $x_2$  des hintern Pols herumstrebende Richtung erkennbar. Die Larve dieser Art enthält Schaufelnadeln ( $ch$ ). Sonst Figurenbezeichnung wie oben. (Vgl. Fig. 32.)

Fig. 20. Schnitt durch die Larve von *Axinella* noch innerhalb der ersten Stunde nach dem Festsetzen. Die Umwachsung und Nachinnendrängung der kleinkernigen Geisselzellen ( $a$ ) ist fast vollständig erfolgt, nur an einer Stelle der Ansatzbasis noch nicht. Ein Theil der differenzierten Elemente bildet nunmehr die äussere Haut ( $ep$ ), andere ( $ma_2$ ) liegen zusammen mit den undifferenzierten Zellen ( $ma_1$ ) mit der Gallerte als ganze Schicht um die zusammengedrückte Masse der früher aussen befindlichen Geisselzellen herum (vgl. Fig. 33).

Fig. 21. Schnitt durch eine junge *Axinella* vom ersten Tag. Die Aussenfläche ist vollständig von differenzirten Zellen der früher innern Masse gebildet, die jetzt epithelartig (*ep*) angeordnet sind. Die beiden Schichten beginnen sich gegenseitig zu durchwachsen. Unter der Haut in der äussern Schicht wird das Gewebe etwas lockerer, die erste Andeutung der Subdermalräume (*su*). Die innere Masse der kleinkernigen Geisselzellen wird von Spicula mit begleitenden Zellen durchkreuzt, auch sind undifferenzirte Zellen (früher *ma*<sub>1</sub>, von nun ab als *am* bezeichnet) in ihr zu sehen. (Dies sind die Zellen, die DELAGE als groupes poly-nuclées in Anspruch nimmt.)

Fig. 22. Schnitt durch die junge *Axinella* am 2. Tag; der Schwamm sitzt nicht mit der ganzen Unterfläche, sondern mit bestimmten Fussstellen (*F*) auf. Der peripherste Theil der Basis wird von amöboiden Epithelzellen gebildet, die dadurch eine Randmembran darstellen, welche aus zwei Lagen, aussen nur aus einer Zellenlage besteht. Der Schwamm nimmt bestimmte Contouren an. Dies wird theilweise dadurch zu Stande gebracht, dass die Spicula sich zu mehreren ordnen und sich radiär stellen, die erste Andeutung der spätern Züge. Eine Anzahl Subdermalräume haben sich bereits gebildet, auch die kleinkernigen Zellen (*a*) beginnen sich zu ordnen, haben sich aber noch nicht zu Kammern formirt (vergl. auch Fig. 34). Die amöboiden, mit stark tingirten Einlagerungen versehenen Zellen sind überall zu sehen. Von den übrig gebliebenen, nicht als Epidermis verwandten differenzirten Elementen (*ma*<sub>2</sub>) ist ein Theil zur Auskleidung der Subdermalräume, der Rest als Bindegewebszellen verbraucht.

Fig. 23. Schnitt durch den jungen Schwamm am 3. Tag. Epidermis (*ep*), Randmembran (*R*) und Ansatz-Füsschen (*F*) wie oben. Subdermalräume weiter ausgebildet und grösser. Die gegenseitige Durchwachsung der Schichten weiter vorgeschritten. Auch die kleinkernigen Zellen haben sich gruppirt, theilweise zu Kammern (*k*), theilweise liegen sie um unregelmässige Lacunen herum. Diese letztern sind die Anlage der ausführenden Canäle und durch Lage und Begrenzung von den Subdermalräumen, die dem einführenden System angehören, leicht zu unterscheiden. Die ausführenden Gänge zeigen noch keine epitheliale Begrenzung, sondern sind Lücken in den Zellen *a* (vergl. auch Fig. 35). Spiculazüge weiter ausgebildet, auch seitliche Züge auftretend (vergl. Fig. 17).

Fig. 24. Schnitt durch einen mehr als 3 Tage alten Schwamm, der alle Eigenthümlichkeiten des Schwammbaues bereits aufweist. *P* Porus, *O* Osculum, *Cl* Cloake. In letztere münden die jetzt epithelial begrenzten ausführenden Gänge (*ex*) der Kammern (*k*). Es sind so zwei Hohlraumssysteme gebildet, deren Grenze die Kammern bilden; unter der Haut liegen die subdermalen Lacunen, eigentlich nur durch Gewebsbalken mit Spiculazügen unterbrochen, sowie durch das ausführende Cloakenrohr, das in das Osculum endigt. Der Wasserstrom ( $\downarrow$ ) führt durch den Porus in die Subdermalräume, von diesen direct oder indirect in die Kammern, aus diesen in die tiefliegenden, ausführenden Gänge und von diesen durch die Cloake zum Osculum.

am amöboide Wanderzellen, zukünftige Genitalzellen,  $ma_2$  differenzierte Bindegewebszellen,  $sp_1$  und  $sp_2$  Spiculazüge erster und zweiter Ordnung,  $sp$  lockere periphere Nadeln. Sonst wie oben.

## Tafel 21.

Die Figuren sind sämtlich Schnitte verschiedener, der Gruppe 2 der Cornacuspongien angehöriger Schwämme in verschiedenen Entwicklungsstadien. Die Vergrößerung ist durchweg grösser als in Taf. 19 und 20, um die histologischen Verhältnisse zu zeigen.

Fig. 25, 26, 27. Randpartie des Embryos von *Esperia* im mütterlichen Körper in verschiedenen Stadien der Ausbildung.

Fig. 25. Frühes Stadium, auf dem aber bereits die Unterscheidung der beiden Schichten sehr deutlich ist. Die innern grossen Zellen mit starken Dottereinlagerungen ( $d$ ), mit bläschenförmigem Kern und Nucleolus, die äussern viel dotterärmer mit structurirtem Kern. Spicula bereits gebildet und an der Grenze beider Schichten gelegen.

Fig. 26. Beide Zellarten haben sich weiter vermehrt. In der innern Schicht lassen sich bereits einige differenzierte Elemente unterscheiden ( $ma_2$ ). Die äussern Zellen sind bei *Esperia* auf diesem, wie auf dem vorangehenden Stadium durch ihre spindelförmige Gestalt bemerkenswerth.

Fig. 27. Die äussern Zellen ( $a$ ) liegen so, als seien sie gruppenweise aus je einer Zelle entstanden ( $a$ ,  $a_1$ ,  $a_{II}$ ,  $a_{III}$ ). In der innern Masse haben die differenzierten Zellen zugenommen.

Fig. 28, 29, 30. Hinterer Pol der Larve von *Myxilla* kurz vor dem Ausschlüpfen, um die Veränderungen der dort liegenden Zellen zu zeigen.

Fig. 28. Der hintere Pol  $x$  nimmt zwischen den Geisselzellen  $a$  eine nur kurze Strecke ein, die Zellen an ihm sind differenzierte Elemente der innern Masse ( $ma_2$ ), aber noch ziemlich grosse und auch regelmässig gelagerte.

Fig. 29. Der Pol beginnt sich vorzuwölben, die Zellen an ihm stehen dicht gedrängt, aber in Längsrichtung ( $ma_2$ ).

Fig. 30. Freie Larve, durch starke Gallertenthaltung ist der Hinterpol sehr vorgetrieben; die Zellen an ihm liegen platt epithelial ( $ma_2 ep$ ). Sonst undifferenzierte Zellen im Innern ( $ma_1$ ) mit Dotterresten und Blastomerenkern.

Fig. 31. Randpartie der freien Larve von *Axinella*. Man erkennt die einzelnen Elemente und ihre Lagerung in der Schicht der Geisselzellen  $a$ . Zwischen denselben zahlreiche, wie Drüsenzellen aussehende grössere Zellen, die die Oberfläche nicht nur erreichen, sondern mit einem Secrettropfen (?) noch darübertagen. Ihr Kern zeigt ein feines Netzwerk, ihr Protoplasma ist dicht mit feinen Körnchen erfüllt.

An den Zellen der innern Masse zeigt sich die Verschiedenheit im Bau der Kerne und des Protoplasmas zwischen den differenzierten ( $ma_2$ ) und den undifferenzierten Zellen ( $ma_1$ ). Erstere haben ausser dem Kern noch ein eigenthümliches, vacuolenartiges Gebilde ( $v$ ), das in jeder einzelnen Zelle regelmässig zu finden ist.

Fig. 32. Randpartie von *Clathria coralloides* (vergl. Fig. 19) sofort nach dem Festsetzen. *a* noch unverändertes Geisselzellenlager, *a*<sub>1</sub> Geisselzellen, die ihren straffen epithelialen Verband aufgegeben und von differenzierten Zellen epithelartig (*ep*) überlagert werden.

Fig. 33. Randpartie einer *Axinella* 1/2 Stunde nach dem Festsetzen (Stadium wie Fig. 20). Nach aussen zu die differenzierten Zellen (*ep*), die sich epithelartig angeordnet haben, weiter nach innen zugleich mit der Gallerte die übrigen (*ma*<sub>2</sub>) und die undifferenzierten (*ma*<sub>1</sub>), nunmehr amöboide Wanderzellen. Ganz im Innern die früher äusseren Zellen in dichter Masse, unter ihnen auch eine amöboide mit Einlagerungen zu erkennen (die sich schwer von den Kernen der Zellen *a* unterscheiden lassen).

Fig. 34. Gruppierung der kleinkernigen Zellen *a* zu Kammern (*k*) und um ausführende Lacunen (*ex*). In die letztern wachsen als Begrenzung Zellen herein (*ma*<sub>2</sub>), die sich von den kleinkernigen Zellen *a* durch Grösse des Zelleibs und Kerns unterscheiden (vergl. Fig. 22 und 23).

Fig. 35. Ausschnitt aus einem jungen Schwamm, wie Fig. 24, Taf. 20; Configuration des Canalsystems vollendet. Subdermalraum mit epithelialer Begrenzung führt in die Kammern; letztere öffnen sich mit weiterm Ausgang in ausführende Gänge (*en*), die nunmehr ebenfalls epitheliale Begrenzung aufweisen. Sonst amöboide Wanderzellen (*am*) [die künftigen Geschlechtszellen], Binde substanzzellen (*ma*<sub>2</sub>) und Spongin ausscheidende Bindezellen (*ma*<sub>3</sub>), die die Nadeln verkleben (vergl. Fig. 39).

Fig. 36. Ein Hautporus, der durch den Gewebsbalken der Rinde in einen Subdermalraum führt. Der Porus (*P*) stellt sich als Durchbohrung einer einzigen Zelle dar.

Fig. 37. Die Epidermis mit verschieden weit geöffneten Poren, von oben gesehen. Die gewöhnlichen Plattenepithelzellen ohne deutliche Begrenzung. Am Porus stets nur eine einzige Zelle erkennbar. Die gezeichneten Zellen (*ep*) sind nicht „Mesoderm“ unter der Oberhaut, sondern die Oberhaut selbst.

Fig. 38. Oscularendigung der Cloake von *Axinella*. Auf der Aussenfläche Epidermis (*ep*), die von den darunter gelegenen Bindegewebszellen der Rinde (*ma*<sub>2</sub>) deutlich verschieden ist. Im Innern des Cloakenrohrs hat sich aber die Trennung der epithelialen Elemente von den contractilen (*co*), die den spätern Sphincter bilden, noch nicht ganz vollzogen.

Fig. 39. Ein Spiculazug von *Axinella* aus dem jungen Schwamm. *sp*<sub>1</sub> primärer, *sp*<sub>2</sub> seitlicher Ast, *sp* lockere Nadeln. Spongin ist noch nicht als einheitliche Hülle gebildet, sondern wird von den Spongioblasten (*ma*<sub>3</sub>), einer besondern Form der Zellen der Binde substanz (*ma*<sub>2</sub>), ausgeschieden. Streifige Zeichnung der Zellen.

Fig. 40. Nadelzüge einer *Myxilla*-Species vom erwachsenen Schwamm, bei dem ein ähnlicher Zustand Zeit Lebens bestehen bleibt, d. h. niemals Spongin abgeschieden wird, sondern die Nadeln nur durch Zellen (*ma*<sub>3</sub>) in unregelmässigen Maschen zusammengehalten werden.

## Tafel 22.

Sämmtliche Figuren sind nach dem Leben gezeichnete Habitusbilder mit Ausnahme von Fig. 47, 50 und 51. Letztere geben Isolationspräparate der Larve, 47 eine ganze Larve nach Fixirung und Färbung.

Fig. 41—44. Die Larve und die ersten Vorgänge des Festheftens von *Gellius varius*, nach dem Leben gezeichnete Skizzen (Dauer der Vorgänge  $\frac{1}{2}$  Stunde).

Fig. 41. Die freie Larve im optischen Schnitt. Man sieht am hintern Pol ( $x$ ) den Pigmentring ( $pi$ ) sowie die Krone längerer Geisseln. Das äussere Epithel ( $a$ ) als schraffirter Randsaum zu erkennen. Am vordern Pol ist diese Anordnung verwischt. Die seitlichen Partien erscheinen dunkler wegen der hier auf dem optischen Schnitt getroffenen Kerne der Geisselepipithelzellen.

Fig. 42. Larve kurz nach dem Ansetzen von oben; der früher hintere Pol mit dem Pigment dem Beschauer zugekehrt, so dass man den Vorderpol als zum Ansetzen verwandt erkennt. An zwei Stellen bereits deutliche Pseudopodien der Randmembran ( $R$ ). An der einen Seite die ersten, spitzen Pseudopodien, an der andern Seite noch das flimmernde Geisselepipithel als Begrenzung.

Fig. 43. Pseudopodien allerseits, auch auf der zurückgebliebenen Seite ausgebrochen. Abflachung fortschreitend, was sich in Wellenlinien ausspricht. Einige grosse Kerne der Randzellen auch im Leben zu erkennen.

Fig. 44. Ausbreitung fast vollendet, nur in der Mitte ist noch etwas von der ovalen Larvenform übrig. Pigment am Verschwinden.

Fig. 45. Exemplar eines *Gellius* vom 4. Tag, der um einen ebenso alten *Desmacidon* herumgewachsen ist. Beide Schwämmchen unterscheiden sich bereits durch ihre Form, der junge *Gellius* beginnt die Form von drehrunden Krusten zu zeigen, die *Esperia* wächst als Röhre mit terminalem Osculum in die Höhe. Letzteres liegt bei *Gellius* seitlich und ist viel unscheinbarer.

Fig. 46 und 47. Die Larve von *Reniera spec.* vor und nach dem Abtöden. Zeigt, dass die eigenthümliche Gestalt, die die Larven nach dem Abtöden annehmen, die im Leben durch die Configuration der beiden Schichten präformirt ist. Am hintern Pol erscheint nach Färbung ein deutliches Epithel ( $ep$ ) (Fig. 47), das sich aber durch die Grösse und Lagerung seiner Kerne deutlich von dem Geisselepipithel unterscheidet.

Fig. 48. Der hintere Pol nach dem Leben in stärkerer Vergrößerung. Zeigt ebenfalls das Epithel mit den dicht an der Oberfläche lagernden Kernen, während die Kerne der Geisselzellen ( $a$ ) durch einen breiten Randsaum von der Oberfläche getrennt sind.

Fig. 49. Der vordere Pol bei scharfer Einstellung und sehr starker Vergrößerung. Zeigt die wirre Stellung der Geisselzellen daselbst, während an den Seiten durch ihre gleichmässige Stellung das Bild der Schraffirung hervorgerufen wird.

Fig. 50 und 51. Isolierte Zellen der freischwärmenden Larve von *Gellius varius*.

Fig. 50. Die Geisselzellen, mehr oder weniger noch an den epithelialen Verband erinnernd (Druckpräparat).

Fig. 51. Die Zellformen der innern Masse ( $ma_1$ ) die undifferenzierten Zellen mit verschiedenen Dottereinlagerungen, zum Theil amöboid ( $am$ ).  $spb$  Spiculabildner,  $ma_2$  differenzierte Zellen, manche von gewöhnlicher Form, andere als lange Spindelzellen, andere als Plattenepithelzellen entwickelt.

Fig. 52. Die Randpartie der *Axinella*-Larve im Leben bei starker Dehnung, wodurch Lücken zwischen den Geisselepithelzellen auftreten und die einzelnen Zellen und Geisseln sichtbar werden. Nach innen zu die undurchsichtige Masse der Kerne.

Fig. 53. Aufsicht auf die in Metamorphose begriffene Randpartie von *Gellius* (Stadium zwischen Fig. 42 und 43) bei stärkerer Vergrößerung. Wellenlinien der Abflachung. Man erkennt drei verschiedene Contouren *I*, *II* und *III*, die den Process der Metamorphose in verschiedenem Grad zeigen. An *I* oben noch Geisselzellen in epithelialer Lagerung, unten auseinandergerückte Geisseln. An *II* nur noch vereinzelt Geisseln aus der Tiefe her sichtbar, Epithelzellen sich darüberschiebend. An *III* oben noch einige Geisseln sichtbar, sonst vollständiges Plattenepithel. Die am meisten verschiedenen Stadien sind die mit *a* und *ep* bezeichneten Punkte.

Fig. 54. Randpartie mit Randmembran (*R*), von der einige amöboide Zellen besonders weit nach aussen gekrochen sind, ohne darum den Zusammenhang unter sich und mit dem Schwamm zu verlieren.

Fig. 55. Junge *Myxilla* noch am 1. Tag. Die Masse der kleinkernigen Zellen im Innern ist ringförmig und lässt dadurch in der Mitte eine Partie hellern Gewebes frei (*ma*).

Fig. 56. Schwärmende Larve von *Euspongia officinalis*. Vorderer Pol ähnlich wie bei *Reniera*; am hintern Pol Pigmentring, die längern Geisseln aber nicht in einer Krone, sondern in einer ganzen Calotte angeordnet.

#### Tafel 23.

Enthält Schnitte durch Entwicklungsstadien von *Chalinula fertilis*, *Reniera*, *Gellius* und *Hircinia variabilis*.

Fig. 57—66 von *Chalinula fertilis*.

Fig. 57. Reifes Ei im Follikel, die andern Follikel dicht angrenzend, nur durch dünne Gewebsschichten mit einfachen Spicula-reihen getrennt und sich gegenseitig abplattend. Keimbläschen (*n*) ganz an der Peripherie. Amöboide Wanderzellen (*am*) in der Nähe des Follikels.

Fig. 58. Zweitheiliges Stadium, längsgeschnitten, die einschneidende Furche hat einen welligen Verlauf.

Fig. 59. Viertheiliges Stadium, quergetroffen; eine kleine Furchungshöhle erkennbar.

Fig. 59 $\alpha$ . Ansicht desselben Stadiums vom Pol. Man sieht, dass sich nur zwei Zellen an den Enden berühren, dass also eine spiralgige Drehung stattgefunden hat. Dies tritt auch an spätern Stadien:

Fig. 60 hervor, wo sich bereits ein geringer Grössenunterschied zwischen den Blastomeren bemerkbar macht. Furchungshöhle (*H*) klein, aber deutlich nachweisbar.

Fig. 61. Theilung weiter fortgeschritten, aber die Theilstücke ins Innere gerückt; dadurch die Furchungshöhle ganz ausgefüllt. Unterschiede zwischen den verschiedenen Theilstücken (*ma* und *mi*) in Grösse, Dottergehalt und Kernstructur.

Fig. 62. Theilung, besonders an den äussern Zellen, weiter vorgeschritten; dieselben werden dadurch aus Mikromeren zu dem äussern Lager (*a*). Die Zellen der innern Masse sehr fest gegen einander gepresst, sich gegenseitig abplattend.

Fig. 62. Beginn der Differenzirung, Längsschnitt, in der innern Masse hat sich die Gallertsubstanz gebildet, ausserdem sind in ihr nahe der Oberfläche die ersten Spicula aufgetreten (*spb* Spiculabildner). Sonst die Zellen der innern Masse noch unter einander gleich; mit Dotter, Blastomerenkern und unregelmässiger Gestalt; durch die Gallertentwicklung nicht mehr eng zusammenliegend; die äussern Zellen zu einem Lager geordnet, besonders am Vorderpol stärker getheilt und schon etwas cylindrisch, die seitlichen noch rundlich. Pigment am Hinterpol auftretend.

Fig. 64. Längsschnitt kurz vor dem Ausschlüpfen. Differenzirung in der innern Masse vorgeschritten; man unterscheidet ausser den ursprünglichen, noch dotterhaltigen Zellen (*ma*<sub>1</sub>) differenzirte Elemente mit structurirtem Kern (*ma*<sub>2</sub>), besonders nach der Peripherie zu. Spicula im hintern Larventheil; in der Gegend des Pols ist das Pigment stark entwickelt; in den übrigen Zellen der innern Masse zeigen sich nur vereinzelte Körnchen. Die äussern Zellen haben sich stark vermehrt und bilden am andern Pol bereits ein richtiges Cylinderepithel.

Fig. 65. Querschnitt durch die freie Larve etwas hinter der Mitte. Das äussere Geisselepithel (*a*) ist nicht so vielkernig wie bei den Desmacidoniden. Im centralen Theil der innern Masse hauptsächlich undifferenzirte Zellen (*ma*<sub>1</sub>), im peripheren die differenzirten (*ma*<sub>2</sub>), dazwischen und weiter peripher die Spicula.

Fig. 66. Hinterer Pol, Längsschnitt, stärker vergrössert. Man sieht keine stärkern Cilien, das Pigment (*pi*) ist in einer ganzen Anzahl von Zellen gleichmässig in feinen Körnchen daselbst vertheilt.

Fig. 67. Ein ähnlicher Schnitt durch *Reniera*. Das Pigment ist in einer zweimal getroffenen Ringzone vertheilt und reicht auch bis zu den grössern Geisselzellen (*a*  $\alpha$ ). In den epithelialen Zellen, die die Begrenzung des Hinterpols sonst bilden, ist dagegen nur spurenweise Pigment vorhanden. Im Innern differenzirte und undifferenzirte Zellen wie oben.

Fig. 68—72 von *Gellius varius*.

Fig. 68. Ein eben solcher Längsschnitt durch den hintern Pol der Larve. Das Pigment (*pi*) liegt in den Epithelzellen des hintern Pols, besonders an der Grenze gegen die Geisselzellen in einer Ringzone, reicht aber auch über die grossen Geisselzellen (*a*  $\alpha$ ) bis zu den gewöhnlichen (*a*) hinein. Zellen *ma*<sub>1</sub> und *ma*<sub>2</sub> wie oben.

Fig. 69. Junger *Gellius* vom 1. Tag nach dem Festheften. Die frühern Geisselepithelzellen (*a*) liegen in unregelmässigen Gruppen im Innern. Die Epidermis (*ep*) vollständig gebildet, am Rand in die amöboide Membran (*R*) übergehend. *F* Ansatzfuss, *am* = *ma*<sub>1</sub> früher undifferenzierte Zellen der Larve, jetzt amöboide Wanderzellen des Schwammes, *ma*<sub>2</sub> differenzierte Zellen der Binde substanz.

Fig. 70. Schwämmchen vom 4. Tag, zeigt bereits im Wesentlichen die Charaktere des Schwammbaues. *P* Poren gebildet, die sich in lange einführende Canäle öffnen. Die Zellen *a* haben sich an den meisten Stellen zu Geisselkammern (*k*) formirt, diese münden mit breiten Öffnungen in die ausführenden Lacunen (*ex*). *Cl* Cloake mit Osculum in seitlicher Lage. Der Schnitt zeigt die drehrunde Form, die die Kruste bereits angenommen hat. *R* Randmembran nur an einer Seite (sonst Buchstaben wie oben).

Fig. 71. Larve von *Gellius* nach Entfernung der Weichtheile, um die Anordnung der Spicula zu zeigen; der Umriss der Larve zur Orientierung eingetragen.

Fig. 72. Ein Querschnitt durch den erwachsenen Schwamm bei ganz schwacher Vergrösserung, um die Lage der Embryonen (*E*) im mütterlichen Körper zu zeigen. *sp*<sub>1</sub> Masche des Nadelgerüstes.

Fig. 73—78 beziehen sich auf *Hircinia variabilis*.

Fig. 73. Zweischichtiger Embryo aus dem mütterlichen Körper. Unterscheidet sich von dem der Kieselschwämme durch die viel mächtigere Entwicklung der äussern Schicht (*a*), deren Zellen durch Dotterarmuth, Kleinheit, structurirten Kern von den innern Zellen (*ma*), die noch Blastomerencharakter zeigen, deutlich verschieden sind.

Fig. 74. Stück eines angeschnittenen Follikels; zeigt den epithelialen Charakter dieser „mesodermalen“ Zellen. Mehrere sind doppelkernig, die Kerne sind alsdann nur halb so gross wie die andern. *E* Lage des Embryos.

Fig. 75. Längsschnitt durch den hintern Pol der freien Larve. Grössere Zellen (*a*  $\alpha$ ) mit stärkern Geisseln bilden hier die Bedeckung; das Pigment liegt vorzugsweise in der Einkerbung, wo diese in die gewöhnlichen Geisselzellen übergehen (vergl. auch Fig. 66, 67, 68). Differenzierte Zellen (*ma*<sub>2</sub>) im Innern.

Fig. 76. Stück des auffallend flachen Schwämmchens nach der Metamorphose 1. Tag. Die Epidermis gebildet; besondere Zellen (*ma*<sub>3</sub>) legen sich zur Sponginaausscheidung in Zügen an einander. Die frühern Geisselzellen (*a*) jetzt im Innern. Ferner sind grosse, cystenartige, doppelcontourirte Körper mit kleiner Blase im Innern zu sehen (Filament-Mutterzellen?).

Fig. 77. Ausschnitt aus einem Aufsichtsbilde eines solchen Schwammes. Die circular verlaufenden Haufen der Zellen *a* scheinen durch das Epithel (*ep*, *am*) durch. *R* differenzierte Zellen am Rand.

Fig. 78. Die algenähnlichen Einschlüsse (Filamentzellen?) in verschiedenen Zuständen. *Fi* nicht mehr in runder Form, *Fi*<sub>2, 3</sub> mit Fortsatz.









