

Die Weiterentwicklung der Syconen nach der Metamorphose.

Von

Dr. **Otto Maas**

in München.

(Aus dem zoologischen Institut der Universität.)

Mit Tafel IX—XII.

In der Stufenreihe steigender Komplirtheit, die das Kanalsystem der Spongien durchmacht, ist der wichtigste Schritt jedenfalls der, dass die gastralen Geißelzellen nicht mehr einen einheitlichen Raum auskleiden, sondern sich in besondere Kammern resp. Tuben vertheilen, zwischen denen Strecken mit Plattenepithel übrig bleiben. Bei den erwachsenen Kieselschwämmen, auch denen einfacheren Baues, wird ein Stadium eines solchen einheitlichen Gastralraums nicht mehr wahrgenommen, und auch in ihrer Ontogenie ist es sehr verwischt; bei den Kalkschwämmen dagegen bewahrt eine Gruppe, die Homocoela (Asconen HAECKEL's) zeitlebens diesen Zustand, eine andere, die Syconen, durchlaufen ihn wenigstens in ihrer Entwicklung und sind längere Zeit funktionirende Asconenschwämme, ehe sie allmählich in den Syconzustand übergehen.

Hier kann also, wenn man das allerdings schwierig zu erlangende Material besitzt, die Entwicklung der inneren Hohlräume und ihrer Auskleidung Schritt für Schritt verfolgt werden; ich konnte in einer früheren Mittheilung (98) zeigen, dass letztere nicht durch Abplattung von Geißelzellen, sondern durch Einwachsen von dermalen Elementen gebildet wird, so dass nur die Kammern (resp. die Tuben) selbst gastrale Räume mit gastralrer Auskleidung sind. Dies ausführlicher zu begründen, insbesondere mit den gleichzeitig stattfindenden Änderungen im Nadelarrangement und der äußeren Form abzubilden, soll die eine hier vorliegende Aufgabe sein. Die andere wäre die, das

Zustandekommen des funktionirenden Asconschwämmchens aus den umgekehrten Schichten der Larve genauer zu studiren. Denn wenn auch sichergestellt ist, dass aus deren Geißelzellen die Gastralaukleidung und aus den Körnerzellen die Epithel- und Spiculaschicht hervorgeht, so wird doch das einfache Becherstadium nicht ohne Weiteres erreicht, sondern es geht ihm eine Periode scheinbaren chaotischen Durcheinanders der Zellen und complicirter histologischer Veränderungen voraus, ähnlich wie es bei wirklichen Asconen in einer vorläufigen Mittheilung von MINCHIN (98 β) beschrieben wird, indem sich die Zellen bei der Metamorphose nicht schichtweise ordnen, sondern, je nach ihrer histologischen Ausprägung, zu ihrer Funktion und Stelle kommen.

Es gliedert sich demnach meine Arbeit in zwei Theile: A) Die Beschreibung der Umwandlung der angesetzten und umgekehrten Larve in die einfachste Form des funktionirenden Schwammes, das Asconstadium, wobei insbesondere die histologischen Veränderungen der vorher indifferenten Larvenkörnerzellen zu Poren-, Deck- und Spiculazellen, sowie deren wechselnde Lagebeziehungen zu betrachten sind,

B) die Umbildung des schlauchförmigen Ascons in den tubenragenden Sycon, wobei insbesondere die Komplikationen im Kanalsystem und im Nadelarrangement Darstellung finden sollen.

Da letztere Veränderungen längere Zeit (nach meinen Erfahrungen viele Monate) in Anspruch nehmen, so war es mir bei einem Herbstaufenthalt (1897) in der Zoologischen Station zu Rovigno nicht möglich, beide Perioden von einer Species zu erhalten. Ich habe von einer im Hafen sehr häufigen Art, die ich als *Sycandra setosa* nach LENDENFELD's Beschreibung (91) bezeichnen möchte, und deren Larven im September ausschwärmten, junge Schwämmchen gezüchtet, von 0,06 mm im Durchmesser großen Stadien mit wirr liegenden Nadeln und geschlossenem Gastralraum bis zu 0,5 mm hohen Asconschläuchen mit Poren, Osculum und charakteristisch angeordnetem Skelett.

Zum Studium der Weiterentwicklung dienten mir dann Exemplare, die von *Sycandra raphanus* stammten (deren Larven im Mai ausschwärmen), und die in Zuchtgläsern des Herrn KOSSEL theils an der Glaswand, theils auf Foraminiferen angesetzt sich sehr gut gehalten hatten. Manche derselben zeigten bereits zahlreiche Tubenkränze, manche nur zwei oder einen; die jüngsten, von etwa 0,5 mm Höhe, noch keine Spur eines Tubenkranzes. Es wird auf diese Weise

mit der anderen Art zusammen, zumal ja beide Species nicht so sehr von einander verschieden sind, eine vollkommene Entwicklungsreihe hergestellt, wie dies schon aus der Betrachtung der Totalpräparate siehe Taf. IX und X, Fig. 1—7) hervorgeht.

Die technische Behandlung der Objekte bietet manche Besonderheiten, auf die ich im Interesse anderer Untersucher etwas genauer eingehen möchte.

Der erste Umstand, der Schwierigkeiten bereitet, ist die Gewinnung der Larven selbst. Sie sind mikroskopisch klein (0,06 mm im Längsdurchmesser), so dass sie nicht einzeln aus den Zuchtaquarien herausgefischt werden können. Ich habe deswegen die reifen Schwämme in sehr weite, aber niedrige Schalen mit leicht überschaubarer Wandung vertheilt und diese Schalen so aufgestellt, dass das Tageslicht in bestimmter Richtung einfiel. Dann sammelten sich die ausschwärmenden Larven in der Richtung dieses Lichtes an der Oberfläche des Wassers und konnten in Masse gleichsam abgerahmt werden. Ein Tropfen der Pipette konnte so ein Dutzend oder hundert Larven enthalten.

Die zweite Schwierigkeit liegt in der normalen Züchtung der Larven, nicht nur bis zur Metamorphose, sondern auch darüber hinaus, so dass sie zugleich in jedem Stadium eben sowohl der direkten Beobachtung zugänglich als auch zu konserviren sind. Ich vertheilte dazu solche Tropfen »Larvenrahm« mit der Pipette in eine größere Reihe von Uhrschälchen und setzte tropfenweise nur so viel Seewasser hinzu, dass ein aufgelegtes Deckglas nicht schwamm, sondern mit seinen Kanten auf das Uhrschälchen zu liegen kam, um damit das Untersinken zu verhüten. Der Verdunstung in Folge zu geringer Wassermenge kann dadurch etwas vorgebeugt werden, dass man sehr gewölbte Uhrgläser nimmt; ferner dadurch, dass man die Uhrschälchen selbst in Gefäßen mit Seewasser schwimmen lässt und diese Gefäße mit einem Deckel möglichst luft- und staubdicht schließt. Es ist mir auf diese Weise gelungen, die jungen Schwämmchen, die sich manchmal in ganzen Massen an die Deckgläser angesetzt hatten, einige Wochen lang lebend und wachsend zu erhalten. Die Beobachtung des Lebenden unter dem Mikroskop ist auf diese Weise sehr leicht, indem man das ganze Uhrschälchen auf den Objektisch bringt und dann an das Deckglas mit den stärksten Systemen heran kann; für die Konservirung liegt ein besonderer Vortheil darin, dass man, nur das Deckglas mit der Pincette fassend, ohne die Schwämmchen zu

berühren, alle Prozeduren der Färbung und Härtung bis zum Einschluss in Kanadabalsam ausführen kann. Ich besitze Präparate, wo an einem Deckglas von 12 qmm gegen 100 wohlgefärbte Schwämmchen sitzen.

Eine dritte Schwierigkeit liegt darin, dass gerade diejenigen Reagentien, die gute histologische Bilder, besonders für Kernstruktur geben, wie z. B. Chromosmiumessigsäure, die Nadeln zerstören, andererseits die nadelerhaltenden Konservierungsmittel, wie absoluter Alkohol für die Histologie meist zu wünschen übrig lassen. Man kann sich da nur durch Anwendung mehrerer Methoden und Ergänzung der Bilder der einen durch die der anderen helfen. Auch die meisten Farbstoffe wirken ungünstig oder gar zerstörend auf die Nadeln. Die schönsten Aufsichtsbilder erhielt ich mit Alk. abs. und ammoniakalischem Karmin, die besten Schnittbilder mit FLEMMING'scher Lösung und Pikrokarmen. Auch Sublimatalkohol mit Parakarmin (P. MAYER) oder Hämatoxylin lieferte, wenn es weniger auf Nadeln ankam, sehr schöne Ergebnisse, besonders für Kernstrukturen und Plasmaverschiedenheiten. Zum Schneiden benutzt man der Kleinheit der Objekte wegen am besten ganze Kolonien, wodurch man auch zeitlich verschiedene Bilder neben einander erhält. Um deutliche einzelne Zellbilder zu erhalten, ist Schnittdünne bis zu $3\ \mu$ nothwendig; zu anderen Zwecken sind dickere Schnitte bis zu $15\ \mu$ vortheilhaft. Auch Flächenbilder, nach MINCHIN'scher Methode hergestellt, in Glycerin montirt (98 α), sind namentlich zur Beobachtung junger Spicula unerlässlich.

In dem Laboratorium zu Rovigno habe ich alle Hilfsmittel und die freundlichste Förderung gefunden und freue mich, auch an dieser Stelle Herrn Dr. HERMES und Herrn KOSSEL meinen besten Dank sagen zu können.

A. Die Weiterentwicklung der Larve von *Sycandra setosa* nach dem Ansetzen bis zum Asconstadium.

Die Larve von *Sycandra setosa* ist vom bekannten sog. Amphiblastulatypus und besteht aus zwei Sorten von Zellen, Geißelzellen an der vorderen, Körnerzellen an der hinteren Hälfte. Wenn noch weitere Zellarten in ihr unterschieden werden können, so bilden diese doch keine besondere Kategorie, sondern sind frühzeitige Differenzirungen von Körnerzellen, insbesondere Spiculabildner, die manchmal in größerer Menge schon in der freien Larve sich unter den Körnerzellen aussondern.

Die Metamorphose geht eben so vor sich, wie es F. E. SCHULZE in seiner bekannten Arbeit für *Sycandra raphanus* am lebenden Objekt verfolgen konnte. An Schnitten zeigen sich die beiden Zellsorten in veränderter Lagerung, aber noch mit ihren histologischen Charakteren wie früher, wie ein Vergleich mit einem Schnittbild durch die Larve lehrt (Taf. XI, Fig. 9), auf dem Kernstruktur und Größe einer Reihe von Zellen mit dem Zeichenapparat eingetragen ist. Nach außen zu bilden jetzt (Fig. 10) die körnigen Zellen (*d*) die Bedeckung; sie haben noch ihren großen blasigen Kern mit Nucleolus und feinem Chromatingerüst; nach innen liegt die Masse der Geißelzellen (*g*), die ihre cylindrische Form zwar eingebüßt haben, aber an ihrem tief tingierten, im Längsschnitt spitzovalen Kern und an ihrem schaumigen Plasma kenntlich sind. Ein innerer Hohlraum, der aus der Einstülpung übrig geblieben wäre, ist auf diesem Stadium meist nicht zu erkennen, sondern es bilden die Geißelzellen eine kompakte Masse, deren einzelne Elemente, wie sich an den ganz verschieden getroffenen Kernen zeigt, auch nicht auf einen virtuellen Hohl- oder Spalt-raum zu orientirt sind, vielmehr wirt durch einander liegen.

Bei flüchtiger Betrachtung könnte es scheinen, als bestehe aus ihnen das ganze Schwämmchen; es haben nämlich die äußeren Körnerzellen, die früher kubisch waren, sich zu flachen Elementen abgeplattet, um die Geißelzellen ganz umgeben zu können, und da sie im Verhältnis zu letzteren überhaupt nur sehr gering an Zahl sind, so kommen manchmal nur sehr wenig Kerne (zwei bis drei) und ein dünner Plasmastreif auf einen ganzen Querschnitt, so dass die ganze Deckschicht übersehen werden könnte. (Wer aber aus einem solchen Bild irrthümlicher Weise vom Untergang einer Larvenschicht reden wollte, der müsste gerade umgekehrt wie GOETTE die Körnerschicht untergehen, und aus der Geißelzellenschicht das ganze Schwämmchen hervorgehen lassen.) An gut konservirten Totalpräparaten wird man sich aber bei verschiedener Einstellung immer überzeugen können, dass die ehemaligen Körnerzellen der Larve jetzt ein kontinuierliches Lager um das Schwämmchen bilden, die einzelnen Zellen allerdings von sehr verschiedener Gestalt, manche flache Pflasterquader bildend, manche mit amöboiden Ausläufern (s. auch Fig. 16 *am*) und manche von ganz unregelmäßiger Form von außen nach innen durch die Masse der Geißelzellen gehend.

Sehr gut kann man sich auch über das Verhältnis der beiden Zellsorten an solchen Larvenexemplaren orientiren, die schon anormalerweise im Kanalsystem des Mutterthieres, ehe sie ins freie

Wasser gelangt sind, den Umlagerungsprocess ihrer Schichten vollzogen haben und neben anderen unveränderten Larven in Schnittserien durch die mütterlichen Schwämme getroffen werden. Hier sieht man (Fig. 11), namentlich bei Chromosmiumfixirung, die die Körner graugrün imprägnirt, sehr deutlich, dass die früheren Körnerzellen jetzt Außenzellen geworden sind, und dass die Zellen im Innern nichts Anderes sind als die Geißelzellen mit eingezogenem Flagellum, so dass die Kontinuität beider Zellsorten durch die Metamorphose hindurch leicht und sicher festzustellen ist.

Jetzt aber treten Umstände ein, die dies erschweren würden, wenn man nicht Schritt für Schritt die Umwandlungen verfolgen könnte. Bisher war stets außer dem Plasma und der Kernstruktur auch die relative Größe des Kerns ein guter Anhaltspunkt zur Identificirung der Schwammschichten gewesen; man konnte geradezu von den Dermalzellen als der großkernigen, den Gastralzellen als der kleinkernigen Schicht reden. Dies Verhältnis würde auch weiter erkennbar bleiben, wenn die letzteren sich bei Streckung und Wachstum des jungen Schwämmchens durch Theilung weiter vermehren würden. Dessen bedarf es aber einstweilen nicht, sondern, da sie sehr gedrängt liegen, braucht es für sie nur einer lockereren Anordnung und Ausweitung eines inneren Hohlraums, um dem Wachstum des Schwämmchens gerecht zu werden. Die wenigen Dermalzellen aber müssen sich dabei vermehren, um die Außenfläche bedecken zu können, und zu gleicher Zeit beginnen in ihnen auch weitere gewebliche Veränderungen. Es erfolgt jetzt nämlich rapid die Ausprägung der Spiculabildner aus der bisher einheitlichen Dermalischieht heraus, ein Vorgang, der in kleinem Maßstabe schon in der Larve begonnen haben kann, und der auch im erwachsenen Schwamm an den Oberflächenzellen, namentlich an bestimmten Stellen, stets fort-dauert. Es ist dies also, wie auch MINCHIN (96a) hervorgehoben hat, keine Bildung eines Keimlagers, eines »Mesoderms«, sondern ein histogenetischer Vorgang, ein Subtraktionsprocess so zu sagen, indem sich aus den indifferenten Dermalzellen, die auch noch zu weiteren Sonderungen fähig bleiben, nadelbildende Zellen abscheiden. Es können so Nadeln von Zellen gebildet werden (über die Einzelheiten der Nadelentstehung s. u.), die noch durchaus an der Oberfläche liegen; wenn aber die Abscheidung der Nadeln massenhaft wie hier, so zu sagen vorrathsweise, geschieht, so bildet sich ein ganzes Lager von Spiculazellen neben und unter den eigentlichen Dermalzellen.

Eingeleitet wird der Vorgang durch eine sehr deutliche Karyo-

kinese in den Dermalzellen. Da von MINCHIN bei der Theilung der Spiculazellen keine Mitosen gesehen wurden, überhaupt über die Zelltheilung bei Spongien bis zu meiner jüngsten Mittheilung (99), wo ich diese Erscheinungen bei der Reifung, Befruchtung und Furchung beschreiben konnte, so gut wie nichts bekannt war¹, so verdienen auch die Karyokinesen hier eine kurze Erwähnung. Der Plasmaleib der Zelle zieht sich zusammen, etwa vorhandene Pseudopodien werden eingezogen, und die Zelle erhält eine gedrungene Spindelform. Im Kern verschwindet der vorher so charakteristische Nucleolus, dagegen wird das Chromatin um so deutlicher; in der Spindel, die einen großen Theil der Zelle ausfüllt (Fig. 17 und 19 d!), sind die einzelnen Chromosomen als sehr kurze Stäbchen zu erkennen.

Die aus der Theilung hervorgehenden Nadelbildner sind merklich kleiner als die gewöhnlichen Dermalzellen, fast ohne Körnelung; ihr Kern zeigt ein sehr dichtes Chromatinwerk, so dass er fast homogen erscheint, zumal auch er sehr viel kleiner ist. Er ist sogar geringeren Umfangs, wie der der innen liegenden Gastralzellen, und es könnte, namentlich weil, wie schon oben bemerkt, der Belag der Dermalzellen sehr dünn und am Schnitt oft fast verschwindend ist, leicht ein Bild vorgetäuscht werden, wo kleinkernige Zellen größerkernige umgeben, was zu einer ganz falschen Deutung und gerade umgekehrten Ableitung von den Larvenschichten führen könnte, wenn nicht alle Zwischenstufen vorlägen. Zudem ergibt sich auch eine Schwierigkeit daraus, dass die Kerne der Dermalzellen in Folge der Theilung ihr so charakteristisches Bläschenstadium mit Nucleolus (s. o.) verlieren, und auch nachher mehr und mehr eine längsovale Form, parallel der Oberfläche, annehmen.

Eine weitere Komplikation liegt darin, dass jetzt einige amöboide Wanderzellen sichtbar werden. Manchmal sind dieselben schon in der Larve aufgetreten und liegen da den Geißelzellen benachbart (sie sind also nicht mit dem Zelllager, das manchmal unter den Körnerzellen liegt und frühzeitig differenzirte Nadelbildner darstellt, zu verwechseln). Sie gehören keiner bestimmten Zellschicht an, und sind auf diesen Stadien nur in sehr beschränkter Zahl vorhanden; wenn sie sich vermehren, bleiben sie in kleinen Häufchen zusammen liegen. Ihr Kern gleicht dem Eikern, ihr Plasma zeigt eine gleich-

¹ WELTNER hat zuerst Mitosen bei Schwämmen gesehen, aber nur eine sehr kurze Textmittheilung hierüber gemacht. (Gesellschaft naturf. Freunde. Berlin 1886.) In der Zwischenzeit sind auch von EVANS (Quart. Journ. of Micr. Sc. 1899) Karyokinesen bei Spongien beschrieben worden.

mäßige dichte Körnelung (Fig. 12 *v*), so dass sie weder mit den schaumigen Gastralzellen noch mit den grobkörnigen Dermalzellen zu verwechseln sind.

Da nun außerdem einige Dermalzellen nicht parallel der Oberfläche liegen, sondern fast senkrecht von außen nach innen reichen, beziehungsweise gleich innen liegen blieben [letzteres sind diejenigen Elemente, die auch später zwischen Außenfläche und inneren Hohlraum vermitteln, die Porenzellen (*p*)], so kommt bei der Kompaktheit des Schwämmchens und raschen Folge der Vorgänge ein sehr complicirtes Bild, geradezu ein Chaos von Zellsorten zu Stande (Fig. 12), in dem die Beziehungen zu den Keimlagern unentwirrbar wären ohne Kenntnis der histologischen Zwischenvorgänge. Es entspricht dieser Zustand dem, was ich bei Kieselschwämmen »Durchwachungsstadium« beider Schichten genannt habe (93 β), indem zur Bildung des Kanalsystems und zu seiner Verbindung mit der Außenwelt, die dermalen Elemente an zahlreichen Orten in Berührung mit den gastralen treten müssen.

In dieses scheinbare Durcheinander zusammengedrückter Zellen wird nun auch äußerlich erkennbare Ordnung dadurch gebracht, dass sich allmählich ein größerer centraler Hohlraum ausbildet, das Schwämmchen somit sich aufbläht und an Volumen zunimmt. Der Hohlraum ist zuerst nur spaltförmig und wird, abgesehen von den wenigen Dermalzellen, die hier innen liegen geblieben sind, von Gastralzellen begrenzt, die aber dann noch nicht zu einer einschichtigen epithelialen Wandung sich angeordnet haben, sondern eine massige, mehrschichtige Lage bilden (Fig. 13 *g*), so wie es beim entwickelten Ascon, wenn er sich stark kontrahirt, der Fall ist.

In den Gastralzellen zeigen sich auf diesem Stadium eigenthümliche Veränderungen, über die ich mir nicht ganz klar geworden bin. Sie scheinen nämlich in ihrem schaumigen, vacuolenreichen Plasma zwei Kerne zu besitzen (Fig. 21), erstens den schon immer vorhandenen, durch dichte Chromatinordnung dunkel tingirten, und außerdem einen größeren, bläschen- oder vacuolenartigen mit einem dunklen Korn in der Mitte (Fig. 21 *v*). Da dieser zweite Körper nicht immer so scharf umschrieben ist, und das Plasma schon vorher mehr oder minder große Vacuolen aufwies, so könnte man daran denken, in ihm die sich bildende große basale Vacuole zu sehen, die später jeder Kragenzelle zukommt, oder vielleicht bei der starken Kontraktion auch daran, ihn für den optischen Ausdruck des sich bildenden Kragens und das Korn in der Mitte für die zukünftige Geißel zu nehmen.

Bei der Kleinheit und Veränderlichkeit der Gebilde dürfen solche unbestimmten Anschauungen nicht verwundern; ich hoffe an günstigeren Objekten hierüber Klarheit zu bekommen.

Mit weiterer Aufblähung des Schwämmchens ordnen sich die Gastralzellen dann zu einer einschichtigen Lage epithelial an; an wohlerhaltenen Präparaten haben die Geißelzellen eine cylindrische Form und einen etwas verbreiterten Fußtheil. Sie scheinen in kleinen Abständen von einander zu stehen (s. Schnittbild 15), doch lehrt die Ansicht von der Basalfläche (z. B. Fig. 22), dass ihre Fußtheile doch nahe zusammenschließen. Sie sind auf den Hohlraum zu so orientirt, dass ihr Kern centralwärts, ihre konstante Vacuole basalwärts liegt, eine Thatsache, die laut MINCHIN (96 β) von systematischer und phyletischer Bedeutung ist, und neben anderen Anzeichen die Syconen von einer ganz bestimmten Gruppe der Homocölen, den Leucosoleniiden und nicht von den Clathriniden, ableiten lässt.

Bei dieser Auflockerung werden natürlich auch die anderen Elemente deutlicher. Im dermalen Lager sieht man die Theilung in bedeckende und nadelbildende Elemente an vielen Stellen scharf durchgeführt (Fig. 13 u. 14 *d, s*); in den ersteren kann man sehr verschiedene Zellformen wahrnehmen, von richtigen platten Epithelien bis zu hammerförmigen Zellen, die aber, wie die Übergänge und besonders auch die Beobachtungen am Lebenden¹ lehren, nur Kontraktionszustände der anderen sind. Auch die Porenzellen (*p*) beginnen jetzt deutlicher zu werden und ihre definitive Anordnung einzunehmen. Es sind eigentliche Dermalzellen mit besonders starker Granulirung und von ganz unregelmäßiger Form; sie zeigen eine Durchbohrung, die sich zu einer namentlich außen sehr weiten Öffnung vergrößern kann (Fig. 20 *P*); nach innen führt dieser »Zelltrichter« (oder besser diese Trichterzelle) zu einer intercellularen Lücke, um die fünf bis acht Gastralzellen herumstehen. Weniger häufig kommen die amöboiden Wanderzellen, die keine epitheliale Beziehung haben, zur Beobachtung; wenn aber, dann gleich mehrere auf einmal. Ganz besonders hervortretend durch quantitative Entfaltung sind die Spicula, die mittlerweile massenweise producirt worden sind. Es sind zunächst Einstrahler, die schnell eine bestimmte Länge erreichen, und dann kleinere und größere Dreistrahler.

Der Schwamm ist also auf diesem Stadium ein geschlossen-

¹ Besonders eignen sich hierzu die flach an der Wasseroberfläche angesetzten Exemplare.

Säckchen, in dem sich fünferlei verschiedene Elemente unterscheiden lassen:

- a) zum Gastrallager gehörig:
 - 1) die Kragengeißelzellen, in bereits typischer Gestalt, mit kleinem apicalem Kern und basaler Vacuole;
- b) zum Dermallager gehörig:
 - 2) die epithelialen Deckzellen in verschiedenem Zustand (flach, kontrahirt etc.),
 - 3) die Porenzellen,
 - 4) die Nadelzellen mit den Nadeln (Ein- und Dreistrahlern);
- c) zu keinem Keimlager gehörig:
 - 5) die amöboiden Wanderzellen (spätere Genitalzellen).

Damit sind die wesentlichen histologischen Elemente des Schwammes (d. h. des Ascon) gegeben; mit dem Funktioniren der Geißeln und dem Inkrafttreten der Poren tritt bei weiterer Streckung das Osculum auf, und wir haben ein wasserstromleitendes Schwämmchen vor uns. Bevor jedoch die mit der Streckung verbundenen Änderungen im Geißelzellenlager, in der Gesamtform und namentlich in der Nadelanordnung, die jetzt noch ganz wirr ist, besprochen werden, ist noch auf die Genese der Nadeln selbst und ihre Beziehung zu den Bildungszellen etwas ausführlicher einzugehen.

Die zuerst und manchmal schon in der Larve auftretenden Nadeln sind gewöhnliche dünne, an beiden Enden gleichmäßig zugespitzte Einstrahler. Ihre Mutterzellen differenziren sich nach einer typischen Kerntheilung aus gewöhnlichen Dermalzellen; ihrer histologischen Eigenthümlichkeiten ist schon oben gedacht worden (s. auch Fig. 18). Das erste Auftreten eines Kalkkonkrementes zeigt sich in unregelmäßiger Form, sehr bald aber als ein kurzes Stäbchen (Fig. 23 *s_I*), das sich dann schnell in die Länge streckt, so dass ihm die vorher unregelmäßig geformte Zelle jetzt gestreckt anliegt (Fig. 23 *s_{II}*). Dann beginnt aber die Nadel aus dem Schwammkörper herauszuwachsen, zunächst noch von Plasma überzogen, dann aber so weit herausragend, dass ihr freier Theil um das Vielfache länger wie der im Parenchym steckende, bekleidete ist. Bei dem außerordentlich schnellen und massenhaften Auftreten der Nadeln¹, die das kleine, noch osculumlose Schwämmchen ganz stachelig erscheinen lassen (Fig. 1 und 2), kann ich mich des Eindrucks nicht erwehren, dass es sich hierbei, nachdem einmal der Anfang der Nadelbildung als organi-

¹ Auch bei der Beobachtung am Lebenden erscheint die Bildung dieser herausragenden Nadeln überraschend plötzlich.

seher, cellulärer Vorgang erfolgt ist, beim Weiterwachsen um einen rein chemischen Vorgang handelt, indem an das schon gebildete kohlen saure Kalkstück der Rest der Nadel krystallähnlich anschießt (vgl. auch BIDDER [98]). Hierin bestärkt mich auch das Verhalten verschiedener Reagentien, z. B. manchen Farbstoffen gegenüber, die sonst die Nadeln intakt lassen, die aber diesen herausragenden Theil zerstören, während der innere bekleidete erhalten bleibt. Da das Reagens doch auch die umhüllende Zelle durchdringt, so kann der Unterschied nicht auf einer Schutzwirkung von dieser, sondern nur auf einer strukturellen resp. chemischen Verschiedenheit des frei ins Wasser ragenden Nadeltheils beruhen. Mehr wie eine Zelle und einen Kern habe ich bei diesen Einstrahlern, die eine gewisse Länge und Dicke niemals überschreiten, nicht zu Gesicht bekommen.

Etwas anders geschieht die Entstehung der Vier- resp. Dreistrahler (da alle Vierstrahler zuerst als Dreistrahler vorgebildet werden). Sie erscheinen immer später und auch in viel geringerer Zahl, wenn schon eine ganze Menge wirrer Einstrahler vorhanden sind. Auch ihre Bildung zeigt sich zunächst in einer Zelle als ein unregelmäßiges Konkrement; wie viel allerdings von einer solchen Form bei einem so kleinen und empfindlichen Gebilde auf Reagentienwirkung zu setzen ist, ist schwer zu sagen. Sehr bald hat das Kalkstück eine bestimmt dreieckige Gestalt (Fig. 24_I); die Zelle theilt sich aber vor der Hand noch nicht, und selbst dann, wenn die Enden eine gewisse Länge erreicht haben, d. h. schon wirkliche Strahlen und Winkel vorhanden sind (Fig. 24_{III}), ist nur eine einzige, im Kreuzungsplatz liegende Bildungszelle zu sehen. (Es ist dies kein Widerspruch zu den MINCHIN'schen Angaben, wonach die Dreistrahler aus drei Stücken, jedes von einer, resp. einer Doppelzelle gebildet, sich zusammenfügen; denn diese Angaben betreffen Clathriden, bei denen die Dreistrahler anderer Abkunft wie bei Leucosoleniiden und den sich von ihnen ableitenden Syconiden sind; eben so wie die eine Gruppe basalkernige, die andere apical kernige Kragenzellen besitzt.) Später lassen sich mehrere Zellen in unregelmäßiger Vertheilung erkennen, die an einem Strahl liegenden meist spindelförmig gestreckt, die in der Mitte oder am Ende liegenden meist von amöboider Gestalt. Ein schnelles, krystallähnliches Wachsen habe ich an diesen Nadeln niemals beobachten können; sie ragen auch niemals aus dem Schwämmchen heraus, sondern liegen immer in der Wandung und schließen sich in Form und Strahlenbiegung deren Krümmung an. Sie sind offenbar keine ganz

starren Gebilde, sondern etwas biegsam; denn ihre Strahlen sind, dem Wachsthum des Schwämmchens folgend, in älteren Stadien viel weniger gekrümmt wie in jungen (vgl. Fig. 1—6).

Die Bildung des vierten Strahls geschieht viel später, und zwar dadurch, dass, wenn der Dreistrahler schon eine gehörige Ausbildung und namentlich ein Strahl (Basalstrahl) eine besondere Länge erreicht hat, von weiteren Zellen, die sich aus dem Dermallager ausscheiden (und die unter Umständen schon ganz differenzirt waren, sogar als Poren funktioniren konnten), der fehlende vierte Strahl am Kreuzungspunkt der anderen aufgesetzt wird. Man erkennt gewöhnlich zwei Zellen an diesem vierten Strahl (Fig. 27 *s!*); da ihnen noch eine weitere Bedeutung bei der späteren Ausbildung des Kanalsystems zukommt, so wird von der Bildung des vierten Strahls noch unten zu reden sein.

Noch etwas anders geht die Hervorbringung einer besonderen Kategorie von auffallend großen Einstrahlern vor sich, die nur in beschränkter Anzahl vorhanden sind, und später senkrecht in der Oscularkrone stehen. Hier sind außer der ersten Bildungszelle sehr bald mehrere andere an der Nadel zu erkennen, die nicht durch Theilung der ersten entstanden, sondern neu aus dem Dermallager dazu getreten sind, so dass manchmal eine ganz epitheliale Bildungsweise vorzuliegen scheint (Fig. 25). Mindestens vier bis fünf, manchmal auch ein Dutzend Bildungszellen sind an einer solchen Nadel, die allerdings die gewöhnlichen Einstrahler um ein Vielfaches übertrifft, zu zählen.

Die äußerlich so ähnlichen Kalknadeln weisen also in ihrer Entstehung recht wesentliche Verschiedenheiten auf und sind auch wohl phylogenetisch nicht einheitlich zu erklären.

Alle diese Nadeln liegen wirr und unregelmäßig in dem kugeligen Schwämmchen und beginnen ihre Anordnung erst dann einzunehmen, wenn sich das Schwämmchen in die Länge streckt, d. h. in die Höhe richtet, und auch das Osculum gebildet wird. Die Masse der kleinen dünnen Einstrahler wird dadurch gewissermaßen in zwei Theile aus einander gezogen; der eine Theil bleibt basal stehen und bildet hier schräg herausragende Schutznadeln, spitzwinkelig stehende Haftnadeln, und einen sog. Wurzelschopf (Fig. 3); der andere Theil rückt nach dem Osculum zu und bildet hier eine doppelte Krause, indem die einen Nadeln mehr schräg abstehen, nach Art eines Stuartkragens, die anderen mehr senkrecht in die Höhe gerichtet sind.

Zwischen den letzteren stehen genau senkrecht in beschränkter Zahl die besonders starken Einstrahler, die wie Strebepfeiler weit über das Osculum empor und weit in den Schwamm hinunter ragen (Fig. *sp!*). Je mehr sich das Schwämmchen in die Höhe richtet, desto weniger kleine Einstrahler bleiben im Schlauchtheil übrig (Fig. 4 und 5 von *S. raphanus*); hier liegen alsdann nur Dreistrahler (deren Strahlen in gleichem Winkel von 120° zusammenkommen), zunächst noch in wirrer Lage, dann aber bald so orientirt, dass ein Strahl parallel der Längsachse des Schwammes steht. Dieser Strahl, der Basalstrahl, gewinnt auch bedeutend an Länge gegenüber den beiden anderen, den Apicalstrahlen, so dass wir hiermit den Typus der ungleichen vorläufigen Dreistrahler vor uns haben. Die Fläche, in der diese drei Strahlen liegen, ist keine Ebene, sondern entspricht der Krümmung der Röhrenwandung, die mit dem Wachstum sich natürlich verringert (s. o. p. 226). Der vierte Strahl kommt genau senkrecht darauf zu stehen.

Die Anordnung dieser Drei- resp. Vierstrahler ist nachher eine sehr regelmäßige. Sie stehen in Spiralen um den Stamm, d. h. Schlauch herum, und zwar so, dass die Dreistrahler eines jeden Spiralkranzes immer senkrecht unter den entsprechenden des vorangehenden, also die Basalstrahlen in einer Linie liegen, und ferner so, dass die Richtung der Apicalstrahlen die Spiraldrehung angiebt, so dass innerhalb ein und derselben Spirale die entsprechenden Apicalstrahlen zweier auf einander folgender Nadeln in eine Linie fallen (Fig. 3). [Noch besser tritt dies bei den etwas größeren Exemplaren hervor, die ich von *Sycandra raphanus* erhalten habe (Fig. 5, 6).]

Nicht unwichtig, wegen verschiedener Theorien, die die Nadelentstehung in Verbindung mit den Poren bringt, ist es, zu bemerken, dass die Poren und die Drei- resp. Vierstrahler (noch weniger natürlich die irregulär liegenden Einstrahler) hier in absolut keiner Beziehung stehen. Es geht dies schon daraus hervor, dass diese Nadeln regelmäßig stehen und in verhältnismäßig kleiner Zahl nur vorhanden sind, die Poren aber (Fig. 3 und 5) ganz unregelmäßig vertheilt und schon auf diesem jungen Stadium in Vielzahl da sind, so dass oft sieben bis acht in einen Apicalwinkel fallen können. Was die genauere Histologie der Poren anbetrifft, so kann ich der oben gegebenen Beschreibung und den ausführlichen Angaben MINCHIN'S für Asconen (98 α) auf diesem Stadium nichts hinzufügen. Im Schnitt werden wohl die entsprechenden Lücken zwischen den Gastralzellen

leicht gesehen, eben so leicht aber die dermalen Öffnungen übersehen, weil diese nur Durchbohrungen je einer, noch dazu sehr formveränderlichen Zelle sind. Desshalb bedarf es der Aufsichtsbilder gut konservirter Exemplare (Fig. 20).

Die Gastralzellen, die zuerst noch an Zahl genügten, haben, um der Streckung des Schwämmchens gerecht zu werden, ebenfalls eine starke Vermehrung erfahren, und man kann auch an ihnen auf solchen Stadien, namentlich nach Behandlung mit FLEMMING'Scher Lösung, die schönsten Karyokinesen sehen, besonders an Flächenbildern, wie sie durch Anschnitt erzeugt werden (Fig. 22). Die Chromosomen sind kugelig wie in Dermalzellen, die Spindeln sehr gedrungen und der ganze Kern im Theilungsstadium auffallend groß im Vergleich zum Ruhestadium. Zellen, die sich theilen, treten etwas aus dem epithelialen Rahmen heraus, wie man namentlich an den zwei daraus hervorgehenden Gastralzellen öfters erkennt (Fig. 26). Sie verlieren dabei auch zeitweise ihren Kragen und überhaupt ihre charakteristische Form, werden aber dann wieder typische Geißelzellen mit apicalem Kern und basaler Vacuole.

Das Gastralager reicht nicht bis zum Mundrand, sondern hier schlägt sich das dermale Lager ein Stück weit nach innen, so dass (wie übrigens auch am Fuß, s. Fig. 3 u. a.) hier die Schwämmchenwandung aus einer Duplikatur von Dermallager besteht. Es wird also der für alle Asconen charakteristische »ocular rim« auch für dieses Durchgangsstadium der Syconen gebildet; dieser Rand kann auch noch ins Innere sphinkterartig vorspringen und von ausspannenden Nadeln gestützt sein.

Hiermit ist ein, wenn auch vom erwachsenen Sycon noch entferntes, doch durchaus funktionsfähiges Asconstadium erreicht, das seinem Wasserstrom nach zu schließen auch eine lebhaftige Thätigkeit entfaltet.

B. *Sycandra raphanus* vom Ascon- bis zum Syconstadium.

Da diese Etappe der Entwicklung an einer anderen, wenn auch sehr nahe verwandten Species beschrieben werden soll, wie die bisherigen Vorgänge, so ist es nothwendig, die entsprechenden Asconstadien, die beiden Species gemeinsam sind, mit einander zu vergleichen.

An Umfang und Höhe ist das jüngste von mir gesehene Asconstadium von *S. raphanus* schon merklich größer, wie das zuletzt betrachtete von *S. setosa*, nicht aber an innerer Ausbildung weiter

vorgerückt; es schließt sich vielmehr an das letztere unmittelbar an, wie schon ein Vergleich der Habitusbilder zeigt (Fig. 3 und 4). Durch die Streckung sind die kleineren Nadeln noch etwas mehr aus einander gerückt, und die Trennung in Wurzelschopf und Oscularkrone ist noch deutlicher geworden. Die Dreistrahler sind bei *raphanus* weniger gekrümmt als bei *setosa*, liegen aber auf diesem Stadium noch etwas unregelmäßig, namentlich die kleineren mit gleich langen Strahlen, während die mit längerem Basalstrahl bereits orientirt sind. Einige der erwähnten starken Einstrahler sind auch hier in der Oscularkrone bemerklich. Der Größenunterschied des ganzen Schwämmchens ist mehr im Speciesunterschied (wie auch beim Erwachsenen) als im Ausbildungsgrad begründet. Denn während *setosa* schon jetzt Ausbuchtungen des Schlauches zu zeigen beginnt, wächst *raphanus* noch zu einem viel längeren Asconstadium aus, ehe sich die ersten Andeutungen der Tuben zu zeigen beginnen. Die histologische Ausprägung ist ganz die gleiche wie bis eben betrachtet; ich gebe, um dies zu zeigen, einen Querschnitt (Fig. 26) zum Vergleich mit dem früheren von *setosa* (Fig. 15): spärliche dermale Deckzellen, Spiculazellen, zum Theil noch oberflächlich liegend, Gastralzellen in der bekannten Weise den Hohlraum auskleidend, Poren etc., sind zu erkennen, so dass ein vollkommener Anschluss hergestellt ist.

Es wächst der junge Sycon noch als Ascon beträchtlich weiter, ehe er sich zu seiner definitiven Gestaltung anschickt. Formen, wie die in Fig. 5 abgebildete, habe ich am allerhäufigsten gesehen, so dass es scheint, als dauere dies Stadium auch zeitlich länger an, während der Beginn der Tubenbildung schwerer zu erlangen ist. Die einzige Weiterbildung, die man vorher noch wahrnehmen kann, ist die, dass die meisten Dreistrahler jetzt zu Vierstrahlern werden; der vierte auf dem Kreuzungspunkt aufgesetzte Strahl ist zunächst noch klein, oft hakig gebogen und in den meisten Fällen gastral gerichtet.

Die Ausbildung der Tuben beginnt etwas oberhalb der Mitte des ganzen Schwammes, und da am Fuß dessen Form, namentlich im Gastraltheil schlanker ist, wie oben, so kann man sagen, dass die Erscheinung in der Mitte der Menge der Gastralzellen auftritt. Die ersten Tuben zeigen sich in fast genau gleicher Höhe, also in Form eines Kranzes, jedoch treten nicht alle ganz gleichzeitig auf. Ich besitze Stadien, die zwischen Fig. 5 und 6 liegen, und wo nur zwei oder drei Ausbuchtungen, resp. spitze Tuben im Umkreis zu sehen sind, zwischen denen noch der gewöhnliche Schlauchtheil erhalten ist.

Trotzdem also die Tuben eines Kranzes sich einzeln ausbuchten, so hängen sie doch, wenn derselbe gebildet ist, unter einander derart zusammen, dass ihre dermalen Theile, sich gegenseitig prismatisch abplattend, mit einander verwachsen oder fast eins sind (Fig. 32), und nur ihre Enden frei herausragen; später werden sie wieder freier, indem sich die zu den Poren führenden Räume mehr ausbilden.

Ein instruktives Bild der Lager am ersten Tubenkranz ergibt sich aus der Betrachtung eines mit Chromosmiumessigsäure fixirten (und desswegen entkalkten) Totalpräparates, das etwa die Gestalt eines südtiroler Weinglases mit Buckeln aufweist (Fig. 8), und wo man das Verhältnis der Tubenhohlräume zum Hauptraum, ihre jetzt noch weite Einmündung und ihren noch nicht unterbrochenen epithelialen Zusammenhang deutlich erkennen kann.

In diese Wandausbuchtungen werden auch die Nadeln mit ausgestülpt, aber nicht die schon gebildeten Drei- resp. Vierstrahler, die ja eine bestimmte Orientirung zur Achse der Röhre zeigen und diese Orientirung auch immer beibehalten, selbst wenn der ganze Schlauchtheil mit Tuben besetzt ist, also gar keine eigentliche kontinuierliche Längswand mehr vorhanden ist. Dadurch, dass in diese Tuben keine Vierstrahler zu liegen kommen, wird es auch bewirkt, dass ihre gastrale Auskleidung, nicht wie die des Hauptraumes von Nadelspitzen und Zubehör durchbohrt wird, sondern die Geißelzellen, von Porenstellen abgesehen, kontinuierlich stehen. Die Einstrahler, die schon in den jungen Tuben sehr reichlich liegen, sind theilweise schon von früher im Schlauchtheil vorhanden gewesen, theilweise aber neugebildet. Sie nehmen bald eine sehr charakteristische Anordnung ein, indem sie die Tube seitlich stützen und sich zeltstangenartig so kreuzen, dass ihre Enden weit über das Weichkörperende der Tube hinausragen (Fig. 6 und 33 *sp*₁).

Außerdem zeigt sich jetzt eine neue, nur zu den Tuben gehörige Kategorie von Nadeln, nämlich ankerartige Dreistrahler, die stets Dreistrahler verbleiben. Sie liegen so, dass ihr Hauptstrahl in der Wand der Tube in deren Längsrichtung fällt, und ihre beiden anderen Strahlen den Grund der Tube umgreifen. Die Biegung dieser beiden Strahlen richtet sich nach der Basis der Tubenausbuchtung, so dass, weil diese rund ist, hierdurch ankerartig gekrümmte Formen (Fig. 6 *sp*₃) hervorgebracht werden. Zuerst sind es nur wenige, dann mehrere dicht neben einander, so dass der gebogene Strahl des einen Ankers den des nebenliegenden umgreift (Fig. 7).

Die wichtigste Frage ist nun die nach dem Zusammenhang der

Tubeauskleidung mit der Auskleidung der centralen Röhre, resp. nach den Veränderungen, die die Auskleidung der Röhre bei der Ausbildung der Tuben durchmacht. Das Stadium, auf dem der Geißelzellenbelag einer Tube mit dem des Hauptraums noch in kontinuierlichem Zusammenhang steht, wie es ja bei ihrer Entstehung als Ausbuchtung nothwendigerweise der Fall ist, geht bald vorüber. Am Grund der Tube wächst nämlich, gerade durch die von der Ausbuchtung herrührende Knickung begünstigt, das Dermallager herein und drängt sich zwischen die Geißelzellen des Hauptraums und die der Tube hinein (Fig. 28 und 29). Man könnte zuerst daran denken, dass ein solches Bild dermalen Continuität von außen nach innen nur scheinbar wäre und durch Biegung der Wand sowie durch Anschnitt vorgetäuscht würde, aber man überzeugt sich durch die Rekonstruktion lückenloser Serien bald, dass es ein thatsächliches Verhalten ist, und dass am Grund jeder Tube, wenn sie sich auszubuchten beginnt, die Dermalzellen eine Richtung nach innen annehmen; öfters kann man sogar eine einzelne Zelle, von außen, wo sie noch deckt, bis nach innen reichend, wahrnehmen (s. Fig. 28). Die zuerst weite Tubenmündung wird dadurch verengert, und für jede Tube so zu sagen ein dermaler Halstheil gebildet, da wo sie aus dem Hauptraum abgeht.

Bei stärkerer Vergrößerung kann man besonders an entkalkten Exemplaren (Fig. 28) sehen, dass es nicht nur dermale Hautzellen (von denen ja die speciell ausgebildeten Porenzellen so wie so von außen nach innen reichen können) sind, die an dieser Einwachsung Theil nehmen, sondern das dermale Lager in seinem weitesten Umfang, und zwar theilweise noch in wenig differenzirtem Zustand, namentlich was den Unterschied von Dermal- und Spiculazellen betrifft. Öfter kann man allerdings schon Nadelbildner deutlich erkennen an ihrem kleineren Kern und an der Art ihres Zusammenliegens; aber eine besondere Lage unterhalb der Deckzellen haben sie nicht eingenommen, sondern wachsen mit diesen in jeder Richtung, neben und über diesen ein. Manchmal sind sie auch noch histologisch indifferent, so dass man noch in einer bedeckenden Zelle schon die Nadel auftreten sieht, und dieser Process kann mit dem Einwachsen zugleich weiter gehen. Auch ist die sogen. Zwischensubstanz noch schwach entwickelt, und man kann im Ganzen sagen, dass die Einwanderung der dermalen Schicht auf einem frühen Stadium erfolgt, ehe noch die Arbeitstheilung in eine bedeckende Epithelschicht und ein stützendes, nadelführendes Parenchym, das

alte »Mesoderm«, recht im Gange ist, eine Arbeitstheilung, die ja übrigens auch im erwachsenen Schwamm immer noch weiter stattfinden kann.

In einer Beziehung scheinen die Nadeln und die mit ihnen zusammenhängenden Zellen für diese Unterbrechung des gastraln Zusammenhangs und die spätere epitheliale Auskleidung des Hauptraums noch eine besondere Bedeutung zu haben. Wenn nämlich die vorgebildeten Dreistrahler sich in Vierstrahler umwandeln, d. h. von Zellen, die sich am Kreuzungspunkt befinden, der vierte Strahl ausgeschieden wird, so sind für dessen Richtung senkrecht auf den Kreuzungspunkt zwei Fälle möglich: er kann frei nach außen, oder er kann in die gastrale Höhlung hineinragen. Im ersten Fall sind die Zellen des vierten Strahls in nichts von allen anderen dermalen Spiculazellen unterschieden, bleiben auch im Dermallager liegen, das sie höchstens mit der Nadel etwas vorgewölbt haben. Im zweiten Fall jedoch gerathen sie mit ihrem Spiculastrahl in den Gastralraum hinein, ihr Gastralstrahl unterbricht die Kontinuität des Geißelzellenlagers und erleichtert so dessen Zerlegung bei der Tubenbildung.

Wie viele Zellen bei der Bildung des Gastralstrahls thätig sind, habe ich nicht sicher entscheiden können. Nach manchen Bildern zu schließen ist es ursprünglich wohl nur eine; an den hereinragenden Strahlen habe ich meistens zwei erkennen können (Fig. 27 s!). Da nun nach SCHULZE (75) auch später sich an diesen Nadelspitzen mitunter ein sehr dünner epithelialer Überzug erkennen lässt, und auch an anderen Strahlen, wie namentlich MINCHIN bei Asconen beschrieben hat (98 α), die Bildungszellen abgleiten und wieder epitheliale Verwendung finden können, so ist auch hier — und alle Bilder stimmen damit überein — anzunehmen, dass diese Zellen des vierten Strahls, der später nackt erscheint, abgeglitten sind und an der epithelialen Auskleidung des Hauptraums, die das Dermallager liefert, mit Theil nehmen. Die wichtige allgemeinere Folgerung hieraus ist also die, dass weder vor noch nach der Bildung der Nadeln ein principieller Gegensatz zwischen Deckzellen und Spiculabildnern besteht, dass aus den einen die anderen werden können und auch vice versa.

Bei der Bildung des zweiten Tubenkranzes wird der beschriebene Vorgang der Einwachsung der Dermal- und Spiculaschicht weiter fortgesetzt. Dieser zweite Kranz entsteht oberhalb des ersten; das Geißelepithel seiner einzelnen Tuben steht zunächst noch mit dem Geißelzelllager des Hauptraums und dem des ersten Kranzes

in Zusammenhang; eben so ist dies der Fall bei dem dritten Tubenkranz, der sich wieder unterhalb des ersten anlegt. Die Durchtrennung des Gastrallagers tritt aber alsbald wieder mit der Einwanderung der Dermalschicht ein. Alsdann ist schon auf eine ziemliche Ausdehnung des Schlauches das Geißelepithel in die einzelnen Tuben vertheilt und das Schlauchinnere ebenfalls in ziemlicher Ausdehnung von der Dermalschicht besetzt.

Histologisch hat mittlerweile die Dermalschicht eine größere Differenzirung und auch quantitativ eine viel stärkere Entfaltung gewonnen. Letzteres wird besonders bewirkt durch die reichliche Ausbildung der »Zwischensubstanz«, in welcher Zellen und Nadeln eingebettet liegen, aber auch durch massige Ausbildung der Nadeln selbst.

Ersteres geschieht durch schärfere Trennung der bedeckenden und stützenden Elemente, nicht nur an der Oberfläche, sondern auch im Schlauchinnern. Es wird das tubentragende Stück des Schlauches von den bekannten Nadeln gestützt (Fig. 6 und 7) und nach der Innenfläche tritt dann ebenfalls eine reguläre Bedeckung von Plattenzellen auf, die sog. »Gastralmembran«. Der Name ist nicht glücklich; denn dieselbe ist, wie aus der obigen Beschreibung hervorgeht, und wie ich schon in meiner früheren Mittheilung (98) erörtert habe und hier noch einmal nachdrücklich betonen möchte, nicht gastral von Abkunft, nicht durch Abplattung von Geißelzellen entstanden, zwischen denen Tubenzellen als nicht abgeplattet übrig blieben, sondern sie ist durchaus ein Theil des Dermallagers, das die Gastralzellen aus der Kontinuität ihres Asconstadiums in einzelne, beim Sycon noch regulär und radiär angeordnete Räume, gedrängt hat.

Es finden sich auch absolut keine histologischen Übergänge zwischen Plattenepithelien und Geißelzellen, die doch sonst vorhanden sein müssten; nicht nur nicht beim Erwachsenen, wo schon F. E. SCHULZE (75, p. 251) auf den scharfen und unvermittelten Gegensatz hingewiesen hat, sondern auch bei den Jugendstadien hier fehlen sie vollständig. Selbst dann, wenn die Kragenzellen, sei es durch Konservirung oder durch freiwillige Kontraktionszustände sich ziemlich verändert haben und anstatt der typischen Cylinderform runde oder Spindelform aufweisen (Fig. 28 und 35), lassen sie keine Verwechslung mit Plattenepithelien und verwandten Elementen zu. Eben so ist stets der scharfe Gegensatz erkennbar, wenn im Schlauchtheil auf späteren Stadien mit zunehmender Tubenausbildung, nachdem nahezu

alle Geißelzellen in die Tuben hineingerückt sind, doch noch nahe dem Oscularrand einige Reste, »Inseln«, von Gastralzellen zwischen dem Plattenepithel übrig bleiben (Fig. 36 und 37 g).

Die Ausbildung weiterer Tubenkränze schreitet nach oraler und basaler Richtung gleichmäßig fort. Die entsprechenden Veränderungen, sowohl der äußeren Form, wie die des Nadelarrangements zeigt ein Totalpräparat (Fig. 7), wo das mittlere Drittel bereits syconartig umgestaltet ist, und nur ein oberes weites und ein schlankes unteres Stück des Schlauchtheils noch die Asconnatur bewahrt haben. Man kann an diesem Stadium ziemlich genau vier fertige Tubenkränze unterscheiden, zu denen sich noch einer oben und ein anderer hinzuzufügen beginnt, von denen aber erst wenige Tuben angelegt sind; namentlich am jüngsten, untersten sieht man noch den Zusammenhang mit der centralen Asconhöhle und der Tube des vorhergehenden Kranzes. Man erkennt, dass auf diesem späteren Stadium allerdings die Eintheilung in bestimmte auf einander folgende Kränze etwas willkürlich ist; vielmehr gruppieren sich die Tuben nicht mehr genau in gleicher Höhe radiär um den Schlauch herum, sondern stehen etwas unregelmäßig, wie es ja auch beim erwachsenen Sycon der Fall ist.

Interessant ist das Verhalten der Nadeln. Die Vierstrahler haben sich stark vermehrt, zeigen aber noch immer ihre regelmäßige Anordnung, die darin besteht, dass in einer Spiraltour der eine Apicalstrahl immer in die Verlängerung des vorhergehenden fällt (vgl. auch Fig. 5, 6 und 7). Dadurch, dass nun diese Nadeln sehr zahlreich geworden sind, legen sich solche Strahlen parallel neben einander, und es kommt auf diese Weise in der Oberflächenansicht ein zierliches Gitterwerk zu Stande.

Man kann von außen betrachtend deutlich zwei Kategorien Vierstrahler, höher, also dermale, und etwas tiefer nach dem Schlauchhohlraum zu liegende, gastrale erkennen, die je ein besonderes Gitterwerk für sich bilden; bei den ersteren ist der vierte Strahl nach außen gerichtet, bei den letzteren ragt er in den centralen Hohlraum, den Pseudogastralraum, hinein. Da, wo die Tuben ausgebildet sind, werden natürlich diese letzteren Vierstrahler etwas verdeckt, doch sind sie bei tiefer Einstellung als Wandungsstrahlen, die nichts mit den Tuben zu thun haben, zu erkennen.

In den Tuben selbst sind nur Dreistrahler und Einstrahler zu erkennen, mit zusammen zeltstangenartiger Anordnung; eine gitterartige Anordnung (gegliedertes Tubarskelett) wird noch nicht erreicht.

Zwischen den Tuben stellen sich sehr große runde oder ovale Lücken im dermalen Lager ein (s. Fig. 7); es sind dies keine gewöhnlichen Poren, sondern es handelt sich hierbei um ein Auseinanderweichen der früher sich berührenden Tubenwandungen (s. o.), um dadurch das intertubare, resp. einführende Kanalsystem herzustellen. Es sind also Dermalporen im Gegensatz zu den eigentlichen Kammerporen.

Der Wurzelschopf ist sehr entwickelt, auch ist eine breite mit amöboiden Haft- und Randzellen versehene Fußplatte erkennbar.

Das Osculum zeigt gegen früher eine viel größere Menge von Einstrahlern; die großen in regelmäßigen Abständen senkrecht stehend, die kleineren in zwei schönen Krausen angeordnet oder auch federartig an den großen ansitzend. Dazwischen sind Vierstrahler einer neuen Kategorie, nämlich kleiner bleibende und hakenartige zu erkennen (Fig. 5 und 7), die auch sonst in der Wandung vereinzelt auftreten, hier aber für die Spannung der Oscularmembran ihre besondere Bedeutung haben.

Von hier bis zum ausgebildeten Zustand sind jetzt nur noch quantitative Veränderungen, keine neuen Ausbildungsvorgänge mehr zu verzeichnen. Es wird allmählich der ganze Schlauchtheil des Ascons in der beschriebenen Weise umgebildet, so dass endlich alle Kragengeißelzellen in die Tuben gerückt sind, und die ganze innere Auskleidung des Hauptraums vom Dermallager gebildet wird. Besonders hervorzuheben sind die starken Gewebsbalken, die sich jeweils am Tubengrund zeigen (Fig. 35); ferner ist zu bemerken, dass das dermale Epithel auch noch vom Hauptraum aus in jede Tube ein Stück weit hineinreicht, und somit ein Halstheil der Tube gebildet wird. Die Tuben selbst ragen mehr oder minder frei heraus; so weit Gewebsbrücken zwischen ihnen vorhanden sind, stellen diese noch Reste eines früheren, von der Ausstülpung herrührenden, Zusammenhangs dar und sind keine Neubildungen. Die distalen Enden ragen ganz frei heraus; zur Bildung einer sie verbindenden »Dermalmembran«, durch die erst das Wasser in die intertubaren Räume gelangt, kommt es hier noch nicht. Eine solche Membran und demzufolge ein massiges Aussehen des Schwammes wird öfters nur dadurch vorgetäuscht, dass die äußere Wand voll Fremdkörper steckt und mit Algen und Diatomeen dicht bewachsen ist, so dass man die einzelnen Tuben gar nicht mehr erkennt. Bei Exemplaren, die man im Aquarium züchtet, ist es möglich den Außenrand ziemlich rein, die Tuben also frei und ganz deutlich (auch mit bloßem Auge bei durchfallendem Licht) einzeln erkennbar zu erhalten; ich habe von Herrn KOSSEL

derartige blendend weiß aussehende Syconen erhalten, die über 1 cm hoch und etwa 0,65 cm im Durchmesser sind.

Die Tuben bleiben nicht regelmäßig radiär, sondern können sich krümmen, seitliche Ausbuchtungen bilden, und dementsprechend muss sich auch das bisher einfache Tubarskelett zerlegen, in mehrere auf einander folgende Reihen von Ankernadeln etc. gliedern. Auch die Vierstrahler nehmen weiterhin Theil an der Wandung.

Da diese Dinge aber von den Beschreibern des ausgewachsenen Schwammes, eben so wie von den Systematikern schon eingehend gewürdigt worden sind, so ist unsere Aufgabe hier zu Ende. Es bliebe nur noch zu betonen, dass sich im Innern die amöboiden Wanderzellen mehr und mehr bemerkbar machen, sich öfters zu Gruppen zusammenlegen, aus denen dann je nachdem Spermaballen oder Eizellen hervorgehen können. Die Reife- und Befruchtungserscheinungen derselben sind in jüngster Zeit von mir geschildert worden (99), die Furchung und Larvenausbildung und Metamorphose ist durch F. E. SCHULZE (75 u. 78) genau bekannt geworden, und somit wäre der Entwicklungszyklus eines Sycons in unserer Kenntnis geschlossen.

München, im September 1899.

Litteraturverzeichnis.

1872. E. HAECKEL, Die Kalkschwämme. Berlin.
 74. E. METSCHNIKOFF, Zur Entwicklungsgeschichte der Kalkschwämme. Diese Zeitschr. Bd. XXIV.
 75. F. E. SCHULZE, Über den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*. Ibid. Bd. XXV.
 78. — Die Metamorphose von *Sycandra raphanus*. Ibid. Bd. XXXI.
 87. V. v. EBNER, Über den feineren Bau der Skeletttheile der Kalkschwämme etc. Sitzungsber. K. Akad. Wiss. Wien. Bd. XCV.
 91. A. DENDY, A Monograph of the Victorian Sponges. I. Trans. R. S. Victoria. Vol. III.
 91. R. v. LENDENFELD, Die Spongien der Adria. I. Die Kalkschwämme. Diese Zeitschr. Bd. XLIII.
 92. G. P. BIDDER, Note on Excretion in Sponges. Proc. Roy. Soc. Vol. LI.
 92. A. DENDY, A Synopsis of the Calcareo Heterocoela. Proc. Roy. Soc. Victoria.
 92. O. MAAS, Die Auffassung des Spongienkörpers etc. Biolog. Centralbl. Bd. XII.

- 1892 α . E. A. MINCHIN, The Oscula and Anatomy of *Leucosolenia clathrus*. Quart. Journ. Micr. Sc. Vol. XXXIII.
- 92 β . — Some points in the histology of *Leucosolenia clathrus*. Zool. Anz. Bd. XV.
92. E. TOPSENT, Notes histologiques au sujet de *Leucosolenia coriacea*. Bull. Soc. Zool. France. XVII.
92. G. C. J. VOSMAER, On the Canal system of the homocoela and on the morphological value of the terms Porus and Osculum. Tijdschr. Nederl. Dierk. Ver.
93. A. DENDY, Studies etc. V. Observations on the Structure and Classification of the Calcarea Heterocoela. Quart. Journ. Micr. Sc. n. s. XXXV.
- 93 α . O. MAAS, Über die erste Differenzirung von Generations- und Somazellen bei Schwämmen. Verh. Deutsch. Zool. Gesellschaft. Jahrg. 3.
- 93 β . — Die Embryonalentwicklung und Metamorphose der Cornacuspongien. Zoolog. Jahrb. Abth. f. Anat. u. Ontog. Bd. VII.
- 96 α . E. A. MINCHIN, Note on the larva and the postlarval development of *Leucosolenia* etc. Proc. Roy Soc. Vol. LX.
- 96 β . — Suggestions for a natural classification of the Asconidae. Ann. and Mag. Nat. Hist. Vol. XVIII. 6. Ser.
- 98 α . — Materials for a Monograph of the Ascons. I. On the Origin . . . of the . . . Spicules etc. Quart. Journ. Micr. Sc. New ser. Vol. XL.
- 98 β . — Discussion on Sponges. Proc. of the Intern. Zoolog. Congress. Cambridge.
98. G. P. BIDDER, The Skeleton and Classification of Calcareous Sponges. Proc. Roy. Soc. Vol. LXIV.
98. O. MAAS, Über die Ausbildung des Kanalsystems und Kalkskeletts bei jungen Syconen. Verh. Deutsch. Zool. Gesellschaft. 8. Jahrg.
99. — Über Reifung und Befruchtung bei Spongien. Anat. Anz. Bd. XVI.

Erklärung der Abbildungen.

Auf allen Figuren bedeutet:

<i>O</i> , Osculum;	<i>s</i> , Spiculazelle;
<i>P</i> , Porus;	<i>sp</i> , Nadel, und zwar
<i>H</i> , centraler Hohlraum;	<i>sp</i> ₁ , Einstrahler,
<i>T</i> , ausgestülpte Tube;	<i>sp</i> ₃ , Dreistrahler,
<i>d</i> , Dermalzelle;	<i>sp</i> ₄ , Vierstrahler;
<i>g</i> , Gastralzelle;	<i>sp</i> [!] , starke bes. Einstrahler;
<i>p</i> , Porenzelle;	<i>w</i> , neutrale Wanderzelle.

Die jeweilige Vergrößerung ist neben jeder Figur angegeben.

Tafel IX und Tafel X, Fig. 7.

Eine Serie von Totalpräparaten von *Sycandra setosa* (Fig. 1—3) und *S. raphanus* (Fig. 4—7), die zusammen eine vollständige Entwicklungsreihe vom Stadium nach dem Festheften bis zum jungen Syconstadium ergeben. Umrisse, Nadelvertheilung, Kerngröße, Poren etc. sind mit der Camera eingetragen, und

die Bilder selbst von Herrn Maler G. KELLER nach Skizzen von mir und nach dem Mikroskop weiter ausgeführt worden.

Fig. 1. *Sycandra setosa*. Stadium bald nach dem Ansetzen; reichliche Bildung von Einstrahlern, spärlichere von Dreistrahlern. Gastralcr Hohlraum bereits deutlich; einige Poren sind bereits aufgetreten.

Fig. 2. Streckung des Schwämmchens, Vermehrung der Nadeln, eben so auch der Poren; das Oseulum ist noch nicht gebildet.

Fig. 3. Aufrichtung des Schwämmchens, Durchbruch des Oseulums; die Dreistrahler beginnen sich allmählich regelmäßig in der Wandung anzuordnen; die Einstrahler bilden Wurzelschopf und Oseularkrause.

Fig. 4. Das jüngste hier anschließende Stadium von *S. raphanus*, das trotz bedeutenderer Gesamtgröße doch in Nadeln etc. verhältnismäßig geringere Ausbildung und etwas weniger Ordnung zeigt wie das letzte von *S. setosa*.

Fig. 5. Ein bedeutend gewachsenes und mit regelmäßig geordneten Nadeln ausgestattetes Stadium, das aber noch durchaus die Asconnatur bewahrt hat. Der gastrale Hohlraum ist einheitlich, mit sehr zahlreichen Poren und einem weiten Oseulum versehen. An letzterem ist ein dermaler Umschlagsrand und die Anordnung der Nadeln in bestimmten Krausen deutlich erkennbar. Die Dreistrahler des Schlauchtheils beginnen zu Vierstrahlern zu werden; die Einstrahler sind fast gänzlich nach dem Oseulum und dem Wurzelschopf aus einander gerückt.

Fig. 6. Weiteres Wachstum des ganzen Schwämmchens und starke Vermehrung aller Nadeln. Die regelmäßige Anordnung der Wandungsvierstrahler ist besonders ins Auge fallend. Das Wichtigste ist die Ausbildung des ersten Tubenkranzes; in den Tuben befinden sich zeltstangenartige Einstrahler und ankerartige Dreistrahler.

Tafel X.

Fig. 7. Stadium mit mehreren Tubenkranzen, die nicht mehr so regelmäßig erscheinen. Am obersten und untersten ist der ursprüngliche Zusammenhang der Tuben mit dem gastralcn Hauptraum noch erkennbar. Das Nadelskelett ist bedeutend verstärkt.

Fig. 8. Stadium des ersten Tubenkranzes von einem mit FLEMMING'scher Lösung behandelten und darum entkalkten Exemplar von *S. raphanus* (bei etwas schwächerer Vergrößerung). Die Nadeln sind aufgelöst, desto besser ist das Verhältnis der dermalen und gastralcn Schicht zu einander zu sehen. Am Oseulum der einspringende Rand (o. r.).

Tafel XI.

Sämtliche Figuren beziehen sich auf *Sycandra setosa* und sind nach Schnittbildern ausgeführt.

Fig. 9—15 Schnitte durch auf einander folgende Stadien von der freien Larve bis zum Ascon; es soll hieran besonders das Verhältnis der verschiedenen Zellsorten, ihre Kerngröße und ihre histologische Ausbildung gezeigt werden.

Fig. 9. Freie Larve (es sind nur einige Zellen zum Vergleich ausgeführt. F, von der Furchungshöhle stammender Hohlraum der Larve.

Fig. 10. Stadium nach dem Ansetzen; Umwachsen der zahlreichen und gedrängten Gastralzellen durch die spärlichen Dermalzellen.

Fig. 11. Ein ähnliches Stadium, das aber schon bei einer Larve, die lange im Kanalsystem des Mutterthieres verblieben, zu Stande gekommen ist.

Fig. 12. Ein Stadium, bei dem die dermale Schicht sich weiter ausgebildet hat, und Spiculazellen deutlich erschienen sind (die Spicula selbst durch die Konservierung mit Sublimat-Alkohol aufgelöst). Die Gastralzellen noch dicht gedrängt, der Hohlraum noch klein; Porenzellen von außen nach innen reichend; dadurch ein scheinbares Durcheinander aller Zellen hervorgebracht.

Fig. 13. Aufblähung des Schwämmchens, Ausbildung des gastral Hohlraums (einige Dermalzellen (*d!*) in Karyokinese.

Alle diese Stadien liegen noch vor dem Stadium des Totalpräparates Fig. 1.

Fig. 14. Weitere Ordnung in den Zellschichten; gastral Hohlraum epithelial ausgekleidet; der Schnitt entspricht ungefähr dem Stadium des Totalpräparates Fig. 1.

Fig. 15. Schnitt durch ein asconartiges Stadium mit Osculum, etwa auf Stadium wie Fig. 3. Gastralzellen zeigen Kragen, Geißel und charakteristische Anordnung.

Fig. 16. Die dermalen Körnerzellen eines angesetzten Exemplars bei sehr starker Vergrößerung. In allen der charakteristische Kern mit Nucleolus (μ_1), einige zeigen scharfen Rand, andere amöboide Fortsätze.

Fig. 17. Demale Zellen vom Rand eines Schwämmchens, eine Anzahl von ihnen in Theilung (Karyokinese) (*d!*), die mit der Bildung von Spiculazellen einhergeht.

Fig. 18. Karyokinetische Figuren in solchen aus dem Dermallager (*d*) entstandenen Spiculabildnern (*s!*).

Fig. 19. Die daraus resultirenden Elemente eines späteren Stadiums in starker Vergrößerung; auch eine Porenzelle erkennbar.

Fig. 20. Weitere histologische Ausprägung. *P*, Porus in einer weit geöffneten Porenzelle (*p*); daneben eine davon abgetrennte Nadelzelle mit jungem Spiculum.

Fig. 21. Ausbildung der Gastralzellen mit Kern und einem weiteren eigenthümlichen Körper (*v*, Vacuole?), s. p. 222.

Fig. 22. Karyokinesen von Gastralzellen, die bei einem flächenhaften Anchnitt des Gastralagers getroffen sind.

Fig. 23. Verschiedene Bildungsstadien des kleinen Einstrahler mit anliegender Zelle (s_I , s_{II} , s_{III}).

Fig. 24. Verschiedene Bildungsstadien eines Dreistrahlers vor dem mehrzelligen Stadium.

Fig. 25. Bildungszellen (*s!*) eines der Rieseneinstrahler bei viel schwächerer Vergrößerung. Daneben ein gewöhnlicher Einstrahler bei gleicher Vergrößerung zum Vergleich.

Tafel XII.

Alle Figuren beziehen sich auf *Sycandra raphanus*.

Fig. 26. Querschnitt durch ein asconartiges Stadium, um zu zeigen, dass zwischen den Stadien von *setosa* (s. Fig. 15) und *raphanus*, auch was inneren Bau und Histologie betrifft, keine Lücke besteht.

Fig. 27. Schnitt durch den Röhrenheil eines späteren Stadiums, auf dem wie in Fig. 6 bereits ein Tubenkranz weiter oberhalb gebildet ist. Die Vierstrahler (sp_4) zeigen am Umkreis abwechselnd den vierten Strahl dermal-

240 Otto Maas, Die Weiterentwicklung der Syconen nach der Metamorph.

wärts oder in die Gastralhöhlung gerichtet. In letzterem Fall ragen auch die Bildungszellen (s!) des Strahls mit ihm zwischen dem Geißelepithel hindurch. Sehr deutlich sind hier Poren im Schnitt zu sehen.

Fig. 28. Stück eines Längsschnittes von einem entkalkten Exemplar. Einwanderung des Dermallagers (Epithel sammt Spiculabildnern), da wo sich Tuben gebildet haben.

Fig. 29. Längsschnitt durch ein entsprechendes Stadium (doch etwas weiter wie Fig. 6 und 8), um am Gesamtbild einen Überblick vom Einwachsen der dermalen Schicht und der dadurch erfolgten Zerlegung des Gastrallagers zu geben. T!, eine sich bildende Tube.

Fig. 30—35. Ausgewählte Querschnitte durch ein ähnliches Stadium, aber mit erhaltenen Nadeln (entsprechend etwa Fig. 6), und zwar

Fig. 30 in der Oscularregion,

Fig. 31 im oberen Schlauchtheil,

Fig. 32 in der Tubenregion,

Fig. 33 im unteren Aufhören der Tubenregion,

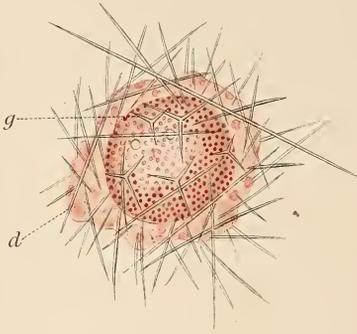
Fig. 34 im unteren Schlauchtheil.

Fig. 35. Stück eines Querschnittes von einem späteren Stadium. Stärkere Entwicklung der Dermalschicht mit Nadeln etc., auch nach dem Hohlraum zu. Scharfe Grenze der dermalen Deckzellen gegen das Gastralepithel.

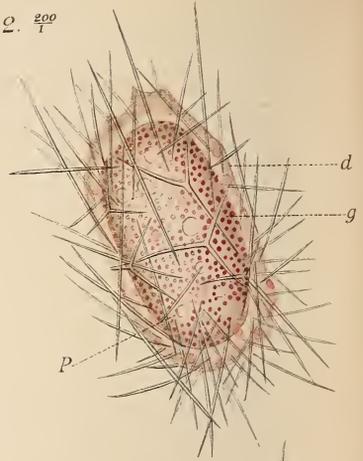
Fig. 36. Stehen gebliebene »Inseln« von Gastralepithel (g!) im oberen Schlauchtheil.

Fig. 37. Dasselbe von einem anderen Präparat bei stärkerer Vergrößerung, um die scharfe Grenze gegen das innere Dermallager zu zeigen.

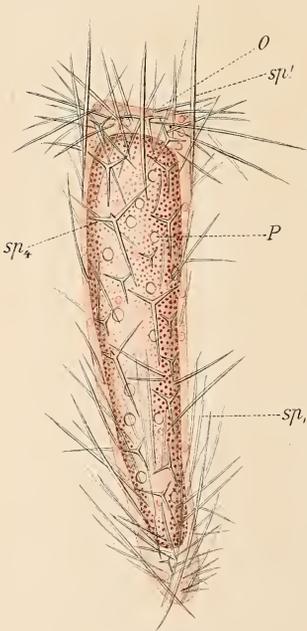
1. $\frac{200}{1}$



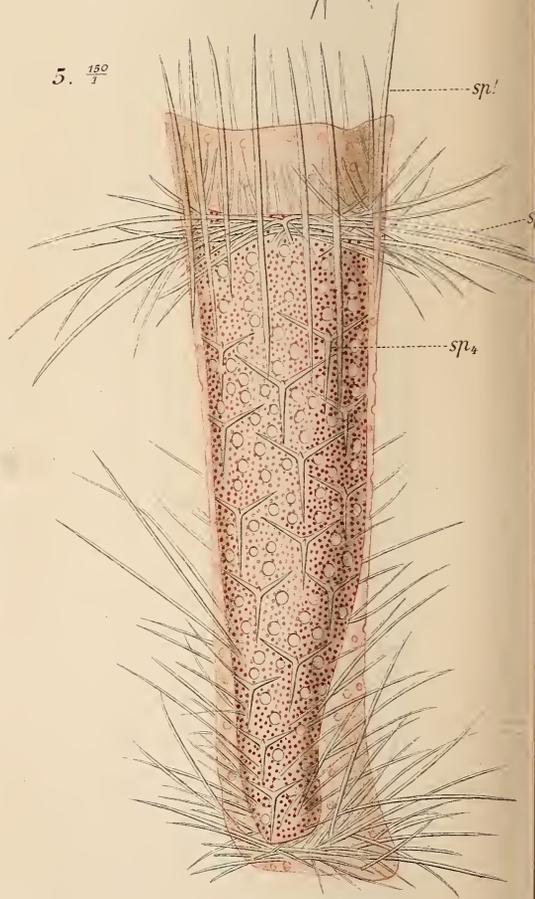
2. $\frac{200}{1}$



4. $\frac{150}{1}$

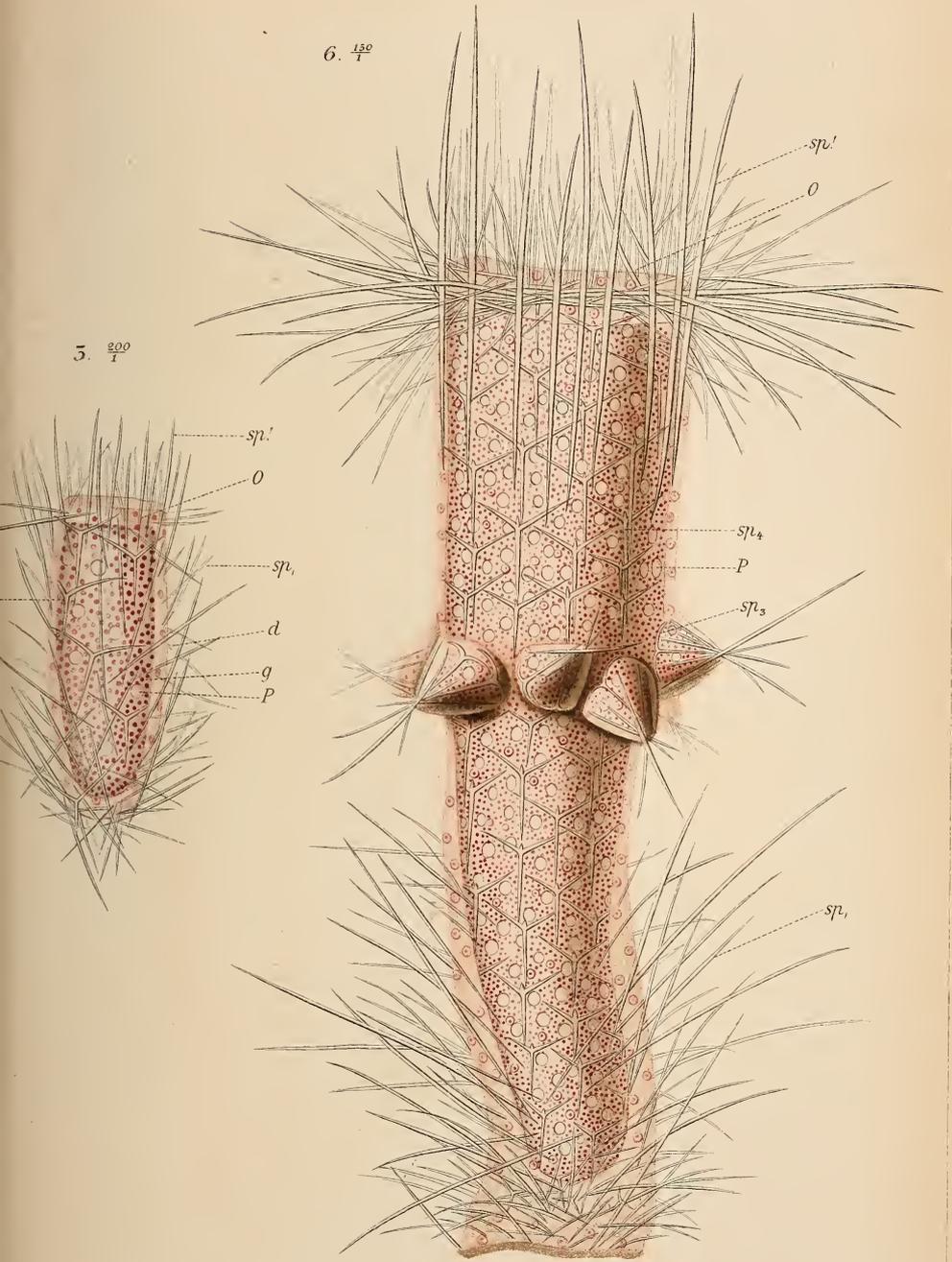


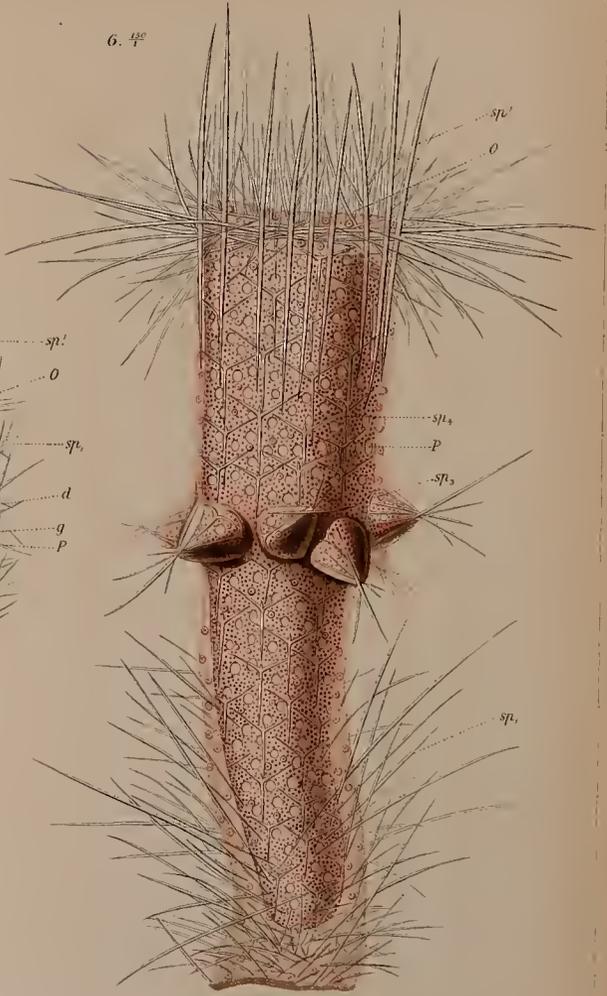
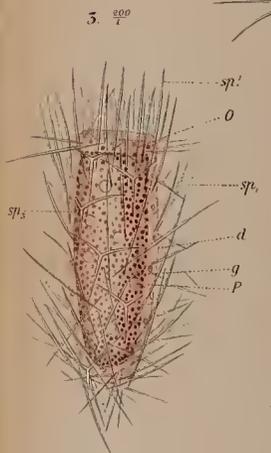
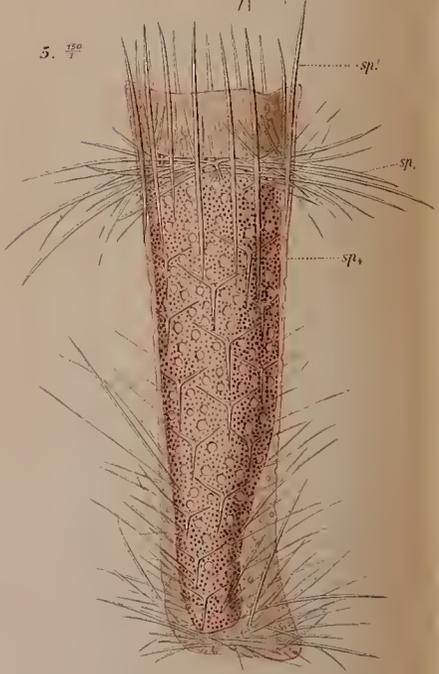
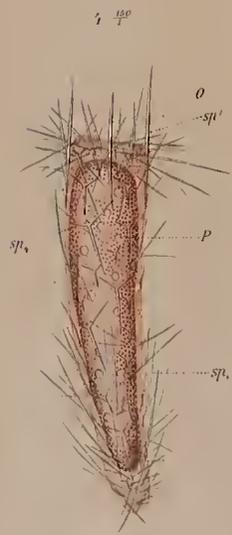
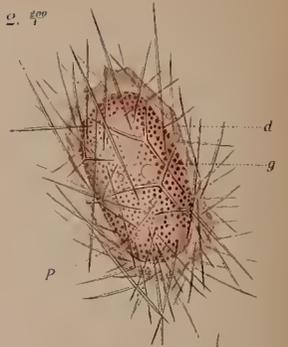
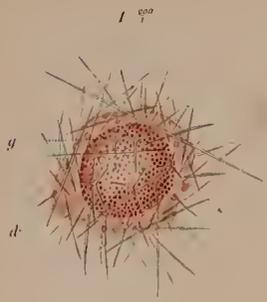
5. $\frac{150}{1}$



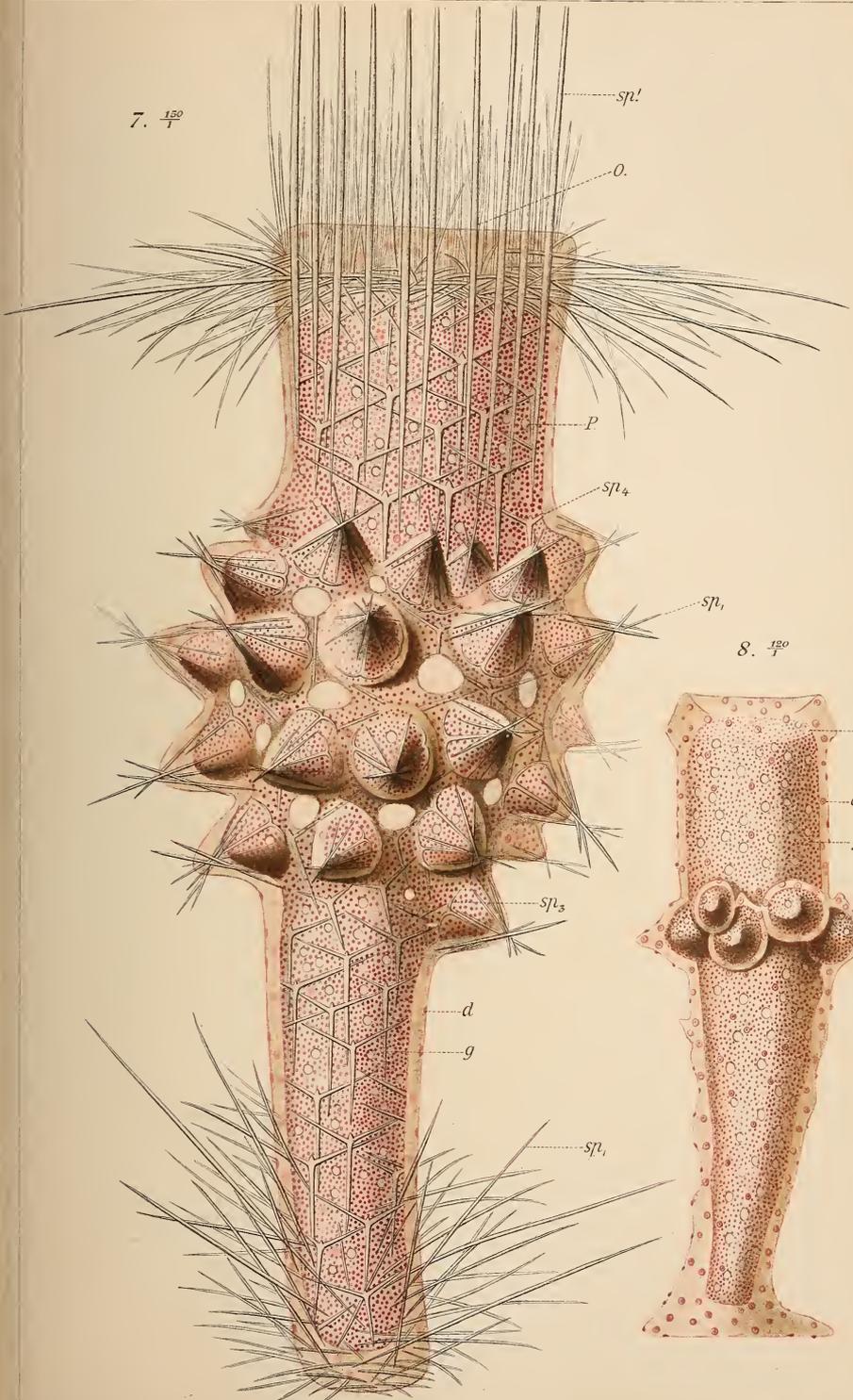
6. $\frac{130}{1}$

5. $\frac{200}{1}$

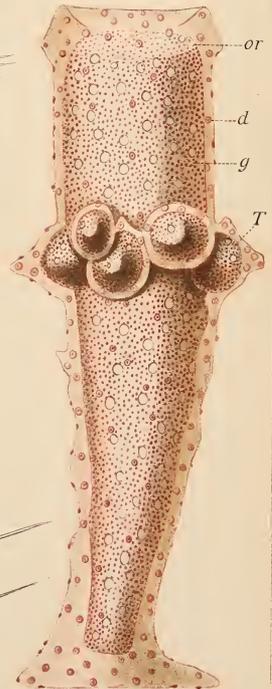




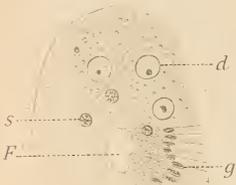
7. $\frac{150}{\mu}$



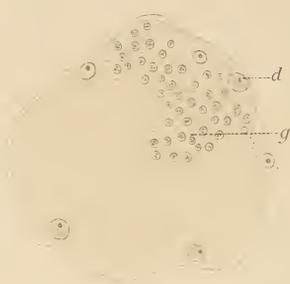
8. $\frac{120}{\mu}$



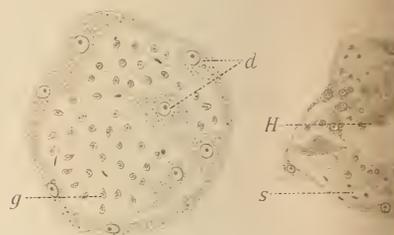
9. $\frac{500}{1}$



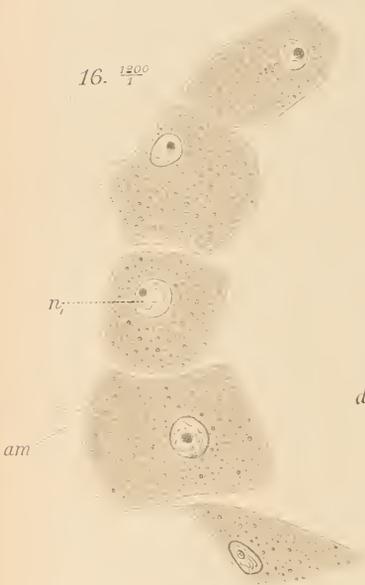
10. $\frac{500}{1}$



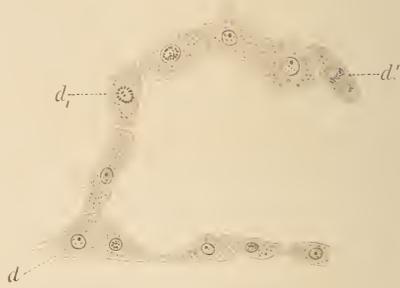
11. $\frac{500}{1}$



16. $\frac{1200}{1}$



17. $\frac{720}{1}$



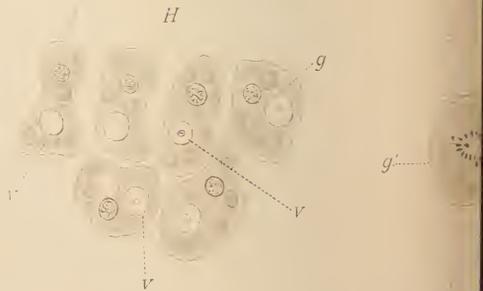
18. $\frac{750}{1}$



20. $\frac{1200}{1}$



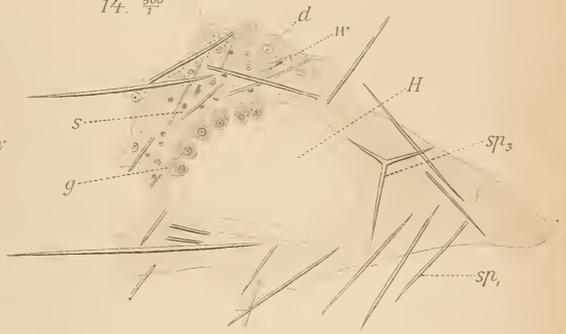
21. $\frac{1200}{1}$



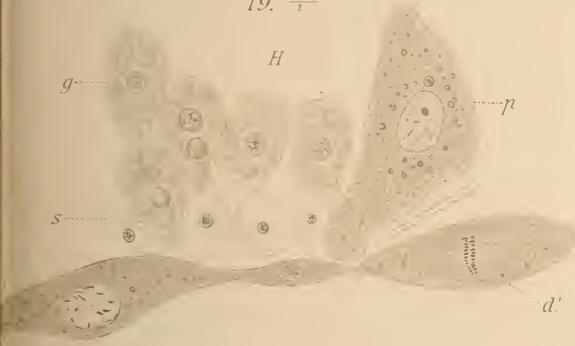
13. $\frac{500}{1}$



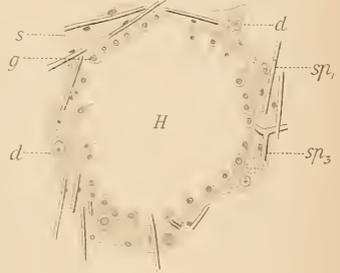
14. $\frac{500}{1}$



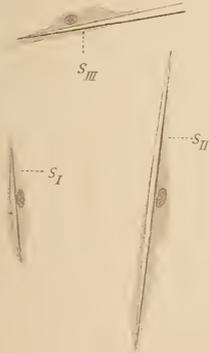
19. $\frac{1200}{1}$



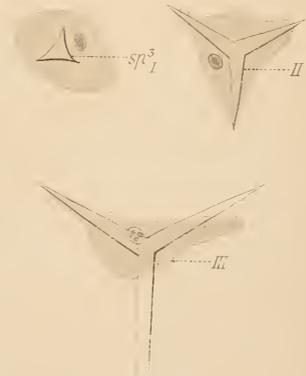
15. $\frac{300}{1}$



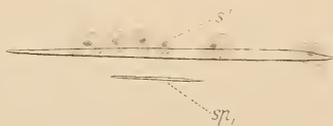
23. $\frac{800}{1}$

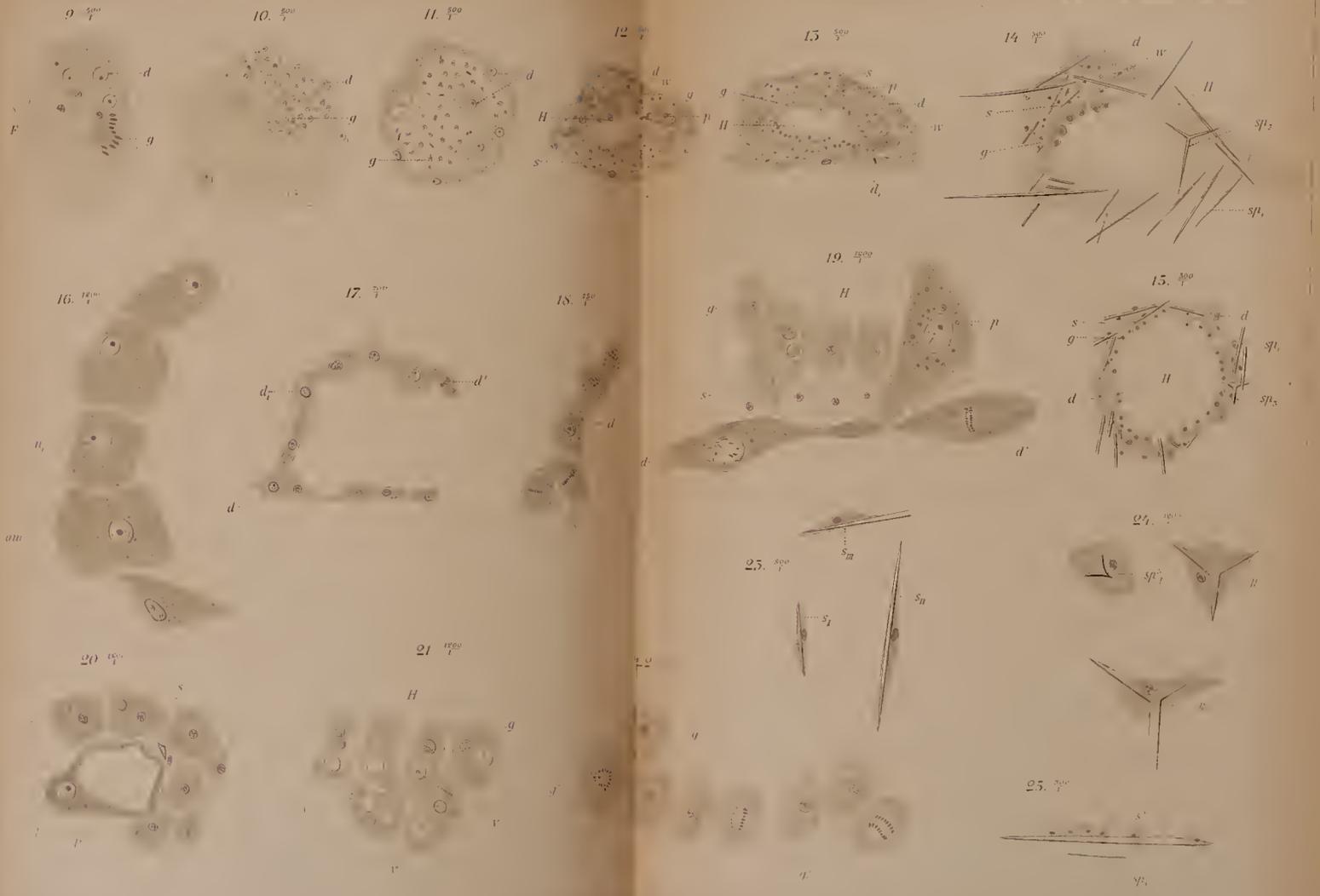


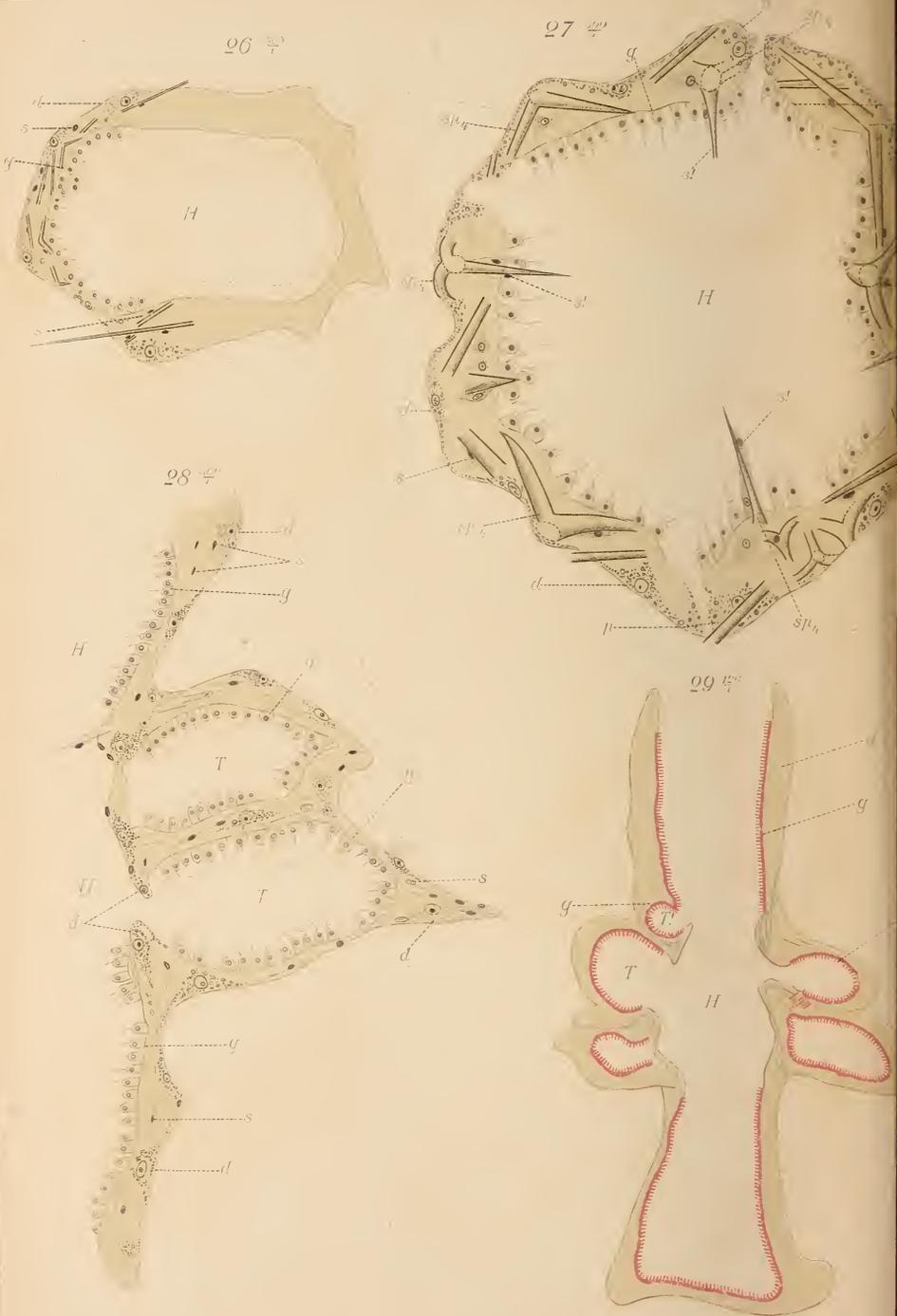
24. $\frac{120}{1}$

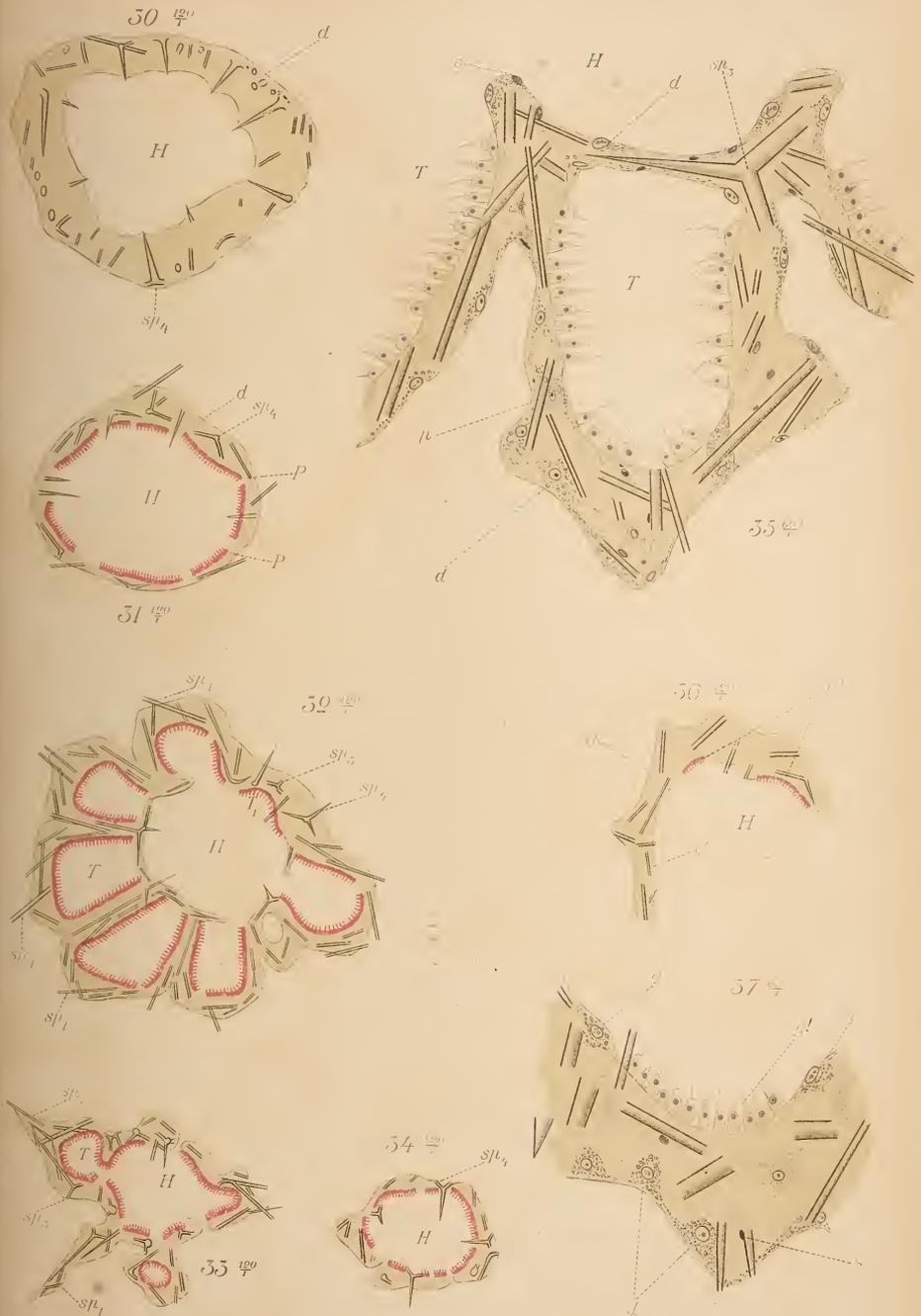


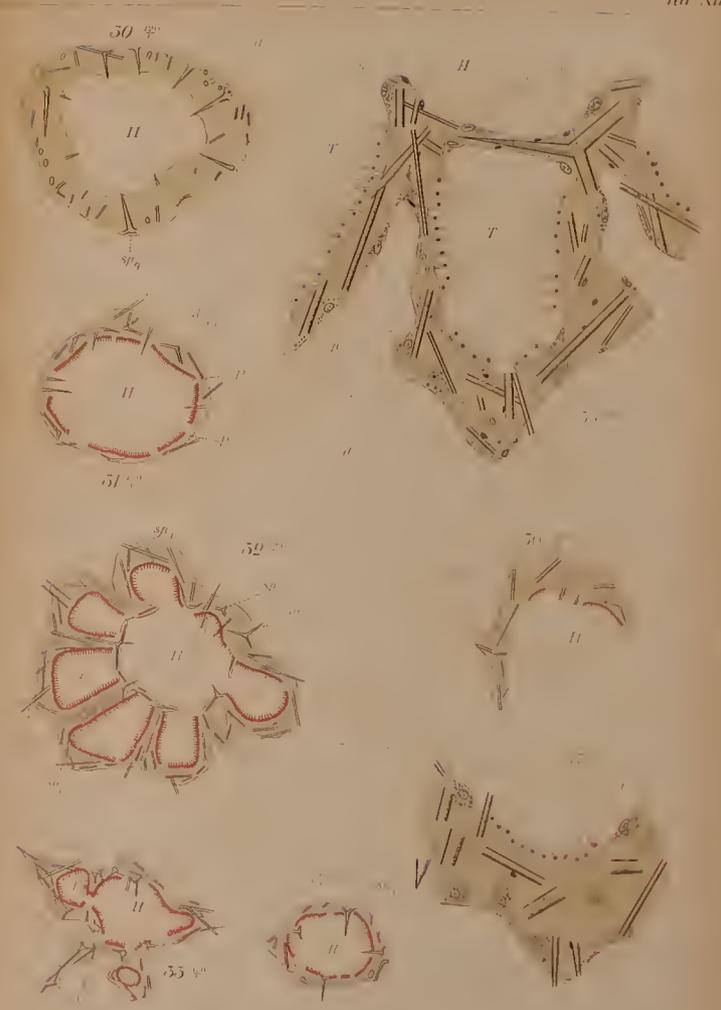
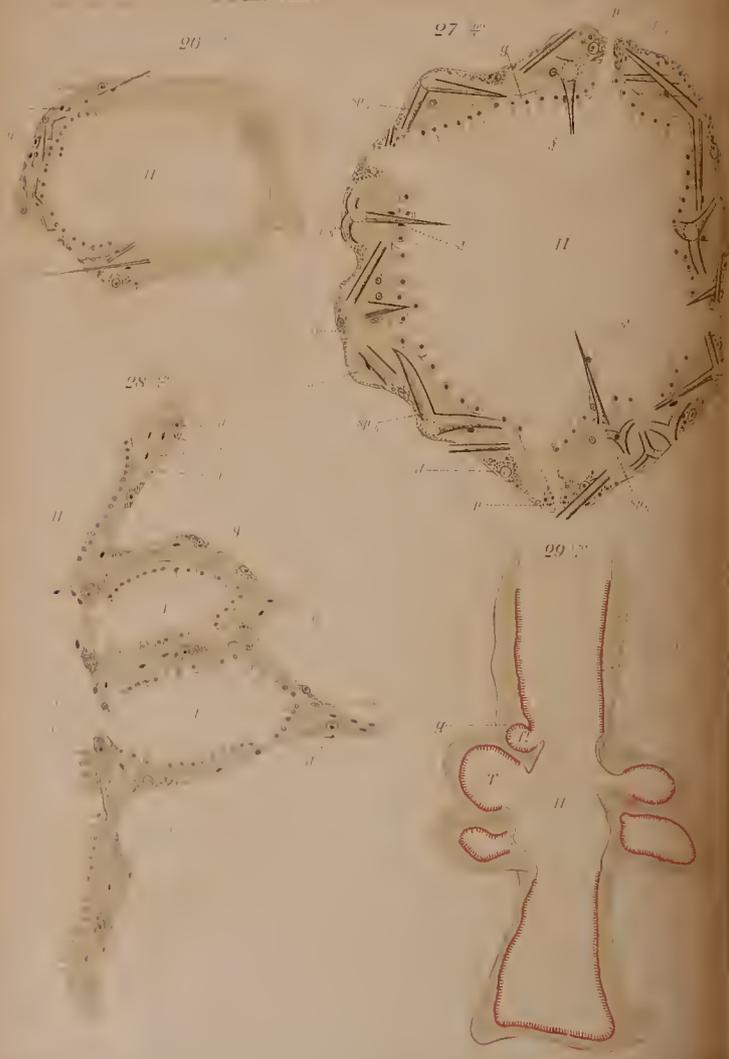
25. $\frac{320}{1}$











ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1899-1900

Band/Volume: [67](#)

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

Artikel/Article: [Die Weiterentwicklung der Syconen nach der Metamorphose. 215-240](#)