

Ueber den Bau von *Reniera semitubulosa* O. S.

Ein Beitrag zur Anatomie der Kieselschwämme.

Von

Dr. C. Keller,

Docent an der Universität und am schweizerischen Polytechnicum
in Zürich.

Mit Tafel XXXVI und XXXVII.

Die lange Zeit hindurch so stiefmütterlich behandelte Classe der Spongien erfreut sich in der Gegenwart einer lebhaften Theilnahme der Zoologen. Wir sind zwar noch keineswegs in der Lage, überall eine genügende Einsicht in alle morphologische Verhältnisse zu besitzen, ja über einige der fundamentalsten Momente in der Spongiomorphologie herrscht zur Zeit noch die lebhafteste Controverse — aber trotzdem sind bereits mehrere grössere Gruppen anatomisch so vollständig erforscht, dass eine vergleichende Betrachtung der Gesamtclasse wohl in nicht ferner Zeit über die erforderliche empirische Grundlage mit genügender Sicherheit wird verfügen können. Damit dürfte dann auch eine befriedigende Uebereinstimmung in der Beurtheilung des Spongienorganismus an die Stelle der jetzigen Controverse treten.

Ich glaube, eine histologische Studie der Kieselschwämme an der Hand unserer heutigen Methoden möchte nicht ohne Interesse sein.

Der geeignete Anlass zur Anhandnahme einer derartigen Arbeit bot sich mir im Frühjahr 1877 in Triest, an der spongienreichen adriatischen Küste. Das österreichische Ministerium für Cultus und Unterricht gestattete mir als Ausländer mit hoher Liberalität die Benutzung der daselbst errichteten k. k. zoologischen Station. Zu besonderem Dank verpflichtet bin ich Herrn Dr. GRÄFFE, dessen grosser Freundlichkeit ich ein stets reiches Untersuchungsmaterial aus dem Hafen von Triest verdanke. Ebenso überliess er mir die Spongien, die er in den Aquarien der Station mit grossem Erfolg züchtet.

Meine Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf *Reniera semitubulosa* O. S. Dieses Object ist für das Studium histologischer Verhältnisse ganz typisch und lassen sich diese wegen des geringen Vorkommens von Farbstoffen mit grosser Klarheit übersehen. In den Aquarien brachte sie Herr Dr. GRÄFFE so leicht fort, dass ich sie jederzeit lebend zur Verfügung hatte.

I. Systematische Vorbemerkungen.

Die von NARDO begründete Gattung *Reniera* umfasst zahlreiche Formen, die in ihrem äussern Habitus sehr wenige übereinstimmende Charactere zeigen. Bald sind sie incrustirend, bald ästig oder röhrig, bald knollig.

Bei der grossen Formbiegsamkeit der Gruppe bleibt als Genus-character wenig mehr als die Form der Hartgebilde.

In seinem ersten Spongienwerke¹⁾ giebt OSCAR SCHMIDT die kurze und sehr zutreffende Diagnose der Gattung *Reniera*:

Halichondriæ porosissimæ, fragiles et quæ siccae facillime digitis in pulverem conteruntur. Spicula simplicissima et uniformia, nunquam nodosa.

Später fasste er den Genusbegriff weit enger, indem er eine Reihe von Arten abtrennte und den neu aufgestellten Gattungen *Amorphina*, *Pellina*, *Tedania* etc. einverleibte²⁾. So gerechtfertigt die Aufstellung der Gattung *Tedania*, wie sie schon von GRAY vorgeschlagen wurde, sein muss, so scheinen mir die übrigen Gattungen doch dem Genus *Reniera* s. str. so nahe stehend und so wenig constante Charactere darbietend, dass die Bestimmung dadurch wesentlich erschwert werden kann. Gerade die von mir untersuchte Art giebt hierfür einen sprechenden Beweis.

Als *Reniera* s. str. werden nur diejenigen Arten betrachtet, bei welchem die Kieselnadeln zu einem drei- und viermaschigem Netzwerk gruppirt sind und einer Oberhaut entbehren. Auf letztern Punkt ist nun um so weniger Gewicht zu legen, als eine ähnliche Bildung in ganz verschiedenen Gruppen auftritt (*Spongilla*, *Esperia velutata* und *Esperia tunicata*).

Der vorgeschlagenen Nomenclatur zufolge heisst die untersuchte Art *Pellina semitubulosa*. An ein und demselben Exemplar finde ich nun grössere Röhren mit Oberhaut (Character der Gattung *Pellina*),

1) OSCAR SCHMIDT, Die Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1862.

2) OSCAR SCHMIDT, Grundzüge einer Spongienfauna des atlantischen Gebietes. Leipzig 1870.

andere Stellen, an der Basis, aber ohne Oberhaut und mit parallel oder ganz wirt durcheinander liegenden Nadeln (Character der Gattung *Amorphina*), an einer dritten Stelle endlich sitzen feine Aeste von ganz homogener Beschaffenheit mit Nadeln, die regelmässig zu drei- oder vierseitigen Maschen angeordnet sind (Character der Gattung *Reniera*). Es bleibt also lediglich, da die Charactere dreier Gattungen an einem Exemplar repräsentirt sein können, meinem subjectiven Ermessen anheimgestellt, welcher Gattung ich die Art zuschieben will.

Ich glaube, die Anordnung zu drei- und vierseitigen Maschen ist so characteristisch, dass man jede Form, welche ungeknöpfte, stabförmige Kieselnadeln überhaupt in dieser Gruppierung aufweist, als der Gattung *Reniera* zugehörig erachten kann, gleichgültig ob die Netze nur oberflächlich oder auch im Innern der Schwammmasse vorkommen. Ich behalte deshalb in der Folge die frühere Bezeichnung für unsere Art bei.

Die Art scheint sehr zu variiren. Die Farbe der in Triest erhaltenen Exemplare ist weisslich oder schwach blauviolett, dagegen niemals grün. Die Stöcke nur wenige Zoll Grösse erreichend. Die Basis des Schwammes wird gebildet von einer unregelmässigen Masse, aus der sich Gruppen von sehr feinen und stark verzweigten Aestchen erheben. An andern Stellen erheben sich grössere Röhren von höchstens 1 Cm. Dicke in geringer Zahl, verlaufen parallel, sind cylindrisch mit einem Osculum an der Spitze, oder der ganzen Länge nach oder nur an der Spitze plattgedrückt und ohne Osculum. Diese Röhren sind oft unter einander anastomosirend. Mit einer gewissen Vorliebe scheint sich diese Art zwischen den Aesten von *Cladocora caespitosa* anzusiedeln, wohl als Commensale dieser Koralle.

II. Anatomie.

Bezüglich der Methode der Untersuchung ist hervorzuheben, dass eine combinirte Methode unbedingt nöthig ist; im Leben treten oft Einzelheiten viel klarer hervor als an conservirtem Material — es wurden sowohl Quer- als Längsschnitte des lebenden Schwammes in frischem Seewasser untersucht, ebenso wurden lebende Schwammstücke mittelst der Zerpufungsmethode untersucht, der Gold- und Silberbehandlung ausgesetzt, an Alkoholpräparaten die gewöhnlichen Tinctionen mit Picrocarmin, Eosin und carminsaurem Ammoniak angewendet. An lebenden Exemplaren lieferte ferner gute Resultate die Behandlung mit Ueberosmiumsäure. Gewöhnlich wird einprocentige Lösung verwendet. Es scheint mir aber, dass die Histologen durchschnittlich viel zu con-

centrirte Lösungen verwenden. Ich fand eine Lösung von $\frac{1}{10}$ 0/0 bis $\frac{1}{20}$ 0/0 viel geeigneter. Nachheriges Einlegen in verdünnte Chromsäurelösung lieferte mir ein Material, das dem lebenden am nächsten kommt.

Dermafläche.

Es war von grossem Interesse, zunächst zu entscheiden, ob diese Art, die Kieselchwämme überhaupt, auf den vom Wasser bespülten Flächen das jüngst so oft besprochene Plattenepithel aufweisen. Dessen Entdeckung mittelst Silberbehandlung verdanken wir F. E. SCHULZE, der es für *Sycandra raphanus* H. in dieser Zeitschrift beschrieben hat ¹⁾. In der Folge wurde dann der dreischichtige Bau der Spongien aufgestellt, um so mehr als G. v. KOCH und F. E. SCHULZE für *Halisarca* ebenfalls ein Oberflächenepithel nachwiesen und METSCHNIKOFF auch für Kieselchwämme ähnliche Angaben machte.

In meiner letzten Publication ²⁾ versuchte ich die Existenz dieses mittelst Silberbehandlung entdeckten Epithels zu widerlegen. Ich wies auf das Trügerische und auf die keineswegs absolute Zuverlässigkeit der Silberinction hin. Ich wies darauf hin, dass die Plattenzellen isolirbar sein müssten, zudem wollte es mir nicht gelingen an Calcispongien die Silberlinien zu erhalten. Inzwischen hatten auch andere Forscher vergeblich die Silbermethode angewendet. Ich erklärte deshalb die Silberlinien für ein Kunstproduct.

Um nun gegenüber F. E. SCHULZE völlig gerecht zu werden, habe ich nunmehr nachzutragen, dass ich inzwischen Gelegenheit hatte, auch *Halisarca* zu untersuchen und ich kann seine Angaben nur bestätigen. Dort existirt ein dreischichtiger Bau und die Elemente des den Schwamm überkleidenden Epithels sind isolirbar. Es lässt sich also jedenfalls von den Calcispongien aus die Zweiblättrigkeit nicht verallgemeinern, wie schon HÄCKEL hervorgehoben hat ³⁾.

Aber auch an Asconen versuchte ich nochmals die Silberbehandlung anfänglich ohne Erfolg, da die Oberfläche gewöhnlich zu sehr unreinigt ist.

Ich wählte grössere Röhren der blendend weissen *Ascandra Lieberkühnii*, welche Herr Dr. GRÄFFE mit Erfolg in Aquarien züchtet und

1) F. E. SCHULZE, Ueber den Bau und die Entwicklung von *Sycandra raphanus*. 1875.

2) Meine Untersuchungen über die Anatomie und Entwicklungsgeschichte einiger Spongien des Mittelmeeres. Basel 1876.

3) ERNST HÄCKEL, Studien zur Gastraeathorie. Jena 1877.

erhielt hier bei directer Einwirkung des Sonnenlichtes allerdings Silberlinien über grössere Flächen ausgedehnt.

Auf denselben Punct richtete ich mein Augenmerk bei *Reniera semitubulosa*. An reinen Schwammstücken erhielt ich eine epithelähnliche Zeichnung mittelst Silberbehandlung auf grössere oder geringere Strecken mit ziemlicher Constanz. Die Maschen sind bald mehr, bald weniger regelmässig, der Durchmesser beträgt 0,037 Mm. bis herab zu 0,017 Mm. Die Silberlinien, wie ich sie auf Taf. XXXVI, Fig. 2 dargestellt habe, finden sich nicht nur auf der Dermalfläche, sondern auch in den zahlreichen Höhlungen und Canälen, welche die Rindenschicht des Schwammes durchsetzen. Auch auf den wandelbaren Sarcoträngen und Balken, welche quer durch die Einlassporen und wasserzuführenden Canäle ziehen, finde ich die Linien.

Ich kann nicht behaupten, in den Maschen mit einiger Regelmässigkeit Kerne gefunden zu haben. Ausnahmsweise fand sich wohl ein als Kern zu deutendes Gebilde vor, das aber auch dem darunter liegenden Syncytium angehören konnte. Mehrmals erkannte ich ein als Kern zu deutendes Gebilde in den Ecken und Seiten der Maschen. Aus der Constanz, mit welcher bei verschiedenen Gruppen, sowohl bei Asconen als Syconen, bei Horn- und Kieselschwämmen die Silberlinien erhältlich sind, muss ich schliessen und F. E. SCHULZE so viel zugeben, dass diese Bilder auf eine gewisse Structureigenthümlichkeit der vom Wasser bespülten Schwammoberfläche hindeuten. Abgesehen von *Halisarca*, darf man, wie ich glaube, nicht weiter gehen bevor die Entwicklungsgeschichte, die hier allein Aufschluss giebt, den Beweis erbringen kann, dass hier ein plattenförmiges Exoderm vorliegt. So verführerisch die Silberbilder sind, so ist es jedenfalls eigenthümlich, dass sie sich auch auf den Sarcodesträngen finden, die die Canäle durchziehen und bald entstehen, bald wieder in der Schwammsarcode untergehen! Eigenthümlich ist ferner das Fehlen derselben auf der äussern Fläche der *Chondrosia reniformis*.

Syncytium.

Muss ich einstweilen auch für *Reniera*, bis die Entwicklungsgeschichte neue Aufklärungen bringt, an dem zweischichtigen Bau festhalten und die skeletbildende Schwammsarcode dem Syncytium oder Exoderm der Calcispongien im Sinne HAECKEL's als homolog erachten, so erreicht diese Gewebsbildung bei *Reniera* doch einen weit höhern Grad der Complication.

Am klarsten treten die Verhältnisse an den grössern hohlen Aesten zu Tage (Taf. XXXVI, Fig. 4). Mit blossem Auge erkennt man eine glashelle

Schicht; sie ist frei von Wimperapparaten und besteht wesentlich aus hellem Protoplasma und den zu regelmässigen Maschen angeordneten Kieselspicula. Darunter, gegen die Gastralhöhle zu folgt eine weissliche oder schwach blauviolett gefärbte Markschicht, es ist das diejenige Portion des Syncytium, welche die Geisselkammern enthält. Die Mächtigkeit derselben kommt der Rindenschicht bald gleich, bald ist sie grösser oder geringer und kann in den feinsten Aestchen auch ganz fehlen. Die Rindenlage enthält zahlreiche Poren und zuführende Canäle. An lebenden Stücken, die in frischem Seewasser untersucht werden, lassen sich die Bewegungserscheinungen des Plasmas leicht verfolgen. Man sieht das fortwährende Entstehen und Vergehen der Poren. Die Sarcode ist glashell, ohne Spur von Pigmenten und verhältnissmässig leicht flüssig.

Eingestreut in dieselbe findet man in wechselnder Zahl Elementarkörnchen, oft sehr spärlich, bald aber auch reichlicher, aber niemals wie bei den Calcspongien reichlicher in der Umgebung der Kerne. Die eingestreuten Syncytiumkerne sind kuglig oder schwach oval und mit einer schwachen Kernmembran versehen. In der Umgebung der Poren tritt zuweilen eine feine ringförmige Streifung auf, es ist dies der optische Ausdruck einer Faltung des stark retrahirten Plasmas.

An manchen Stellen weicht übrigens die Beschaffenheit wesentlich ab. Statt des hyalinen Aussehens zeigt das Plasma eine völlig schaumige Beschaffenheit. Es rührt das her von dicht gedrängten grössern und kleinern Vacuolen, die durch gegenseitigen Druck polygonal abgeplattet erscheinen. Auch ganz grosse, vereinzelt Vacuolen werden angetroffen (Taf. XXXVI, Fig. 4).

Dasselbe Verhalten ist bereits früher von OSCAR SCHMIDT an zwei Arten von *Esperia*, an *E. Contarenii* und an *E. modesta* beobachtet worden. Er theilt darüber Folgendes mit¹⁾:

»Bei den Arten von *Esperia* finden sich fast aller Orten Aggregate von Blasen, die sich in jeder Beziehung mit einem Ballen von Seifenblasen vergleichen lassen, welche man erhält, indem man durch ein Rohr in Seifenwasser bläst. Die Hülle dieser Blasen ist zum grössten Theil unmessbar fein, durchsichtig; man findet aber keine Blase, deren membranartige Begrenzung nicht eine oder mehrere Gruppen oder Haufen von Körnchen enthält, wie sie sonst unregelmässig und mehr oder minder dicht in der Sarcode vorkommen. . . . Ich habe diese Blasen, welche so schön die Sarcodenatur der Grundsubstanz demonstrieren, nur bei *Esperia* gefunden«.

¹⁾ OSCAR SCHMIDT, Supplement der Spongien des adriatischen Meeres. Leipzig 1864.

Ich kann das Gesagte für *Reniera semitubulosa* ebenfalls bestätigen. Es gelang mir ferner am lebenden Schwamm die Genese dieser eigenthümlichen Bildung zu verfolgen. Wie ich in einem folgenden Abschnitt darlegen will, rührt die schaumige Beschaffenheit her von einem Unter- gang durch Vacuolenbildung gewisser für die Ernährung der Sarcode bestimmter Wanderzellen.

Zellige Bestandtheile.

In dem Syncytium des Exoderms eingelagert finden sich verschiedene Formen von isolirbaren Elementen, deren Zellennatur durch frühere Forscher unzweifelhaft festgestellt ist — es sind dies die sogen. Schwammzellen der Autoren.

Eine Form derselben besitzt die Gestalt von gestreckten, spindel- förmigen, glatten Muskelfasern sehr ähnlichen Zellen. Sie liegen zer- streut in der Rindenlage, aber auch zahlreich um die Wimperkörbe herum. Am Rande der Einströmungslöcher, oder doch in deren Nähe, liegen sie nicht selten in regelmässiger, concentrischer Anordnung (Taf. XXXVI, Fig. 4). Der Gedanke liegt sehr nahe, in denselben muskulöse Elemente zu vermuthen, welche namentlich in der Umgebung der Poren als eine Art Sphincter wirken. Ihr Vorkommen in der Umgebung der Wimper- apparate brachte mich auf die Idee, es möchten diese Zellen durch ihre Contraction möglicherweise die Action der Geisselzellen unterstützen, und beschleunigend auf die Wassercirculation einwirken. Ich fand in der That diese Spindelzellen als »muscular cells« bereits von CARTER beschrieben¹⁾.

Er giebt darüber (p. 36 des Separatabdruckes) folgende ganz rich- tige Schilderung:

»In many sponges, especially in the harder and tougher species, chiefly about the dermal layer, there are long fusiform cells, whose central contents are a nucleus and several granules. These cells are often united together longitudinally, in the form of a cord or are massed together so as to form a densely tough, contractile, cortical layer. Their shape contrasts strongly with the globular cells in the dermis, . . . while they so closely agree in the shape etc. with the fusiform cells of »unstriated muscle«, that I have provisionally called them »muscular«.

Auch KÖLLIKER hat in seinen *Icones histologicae* schon auf die Aehnlichkeit dieser Zellen mit glatten Muskelementen hingewiesen. Indessen muss ich hier erwähnen, dass die Bemühungen, welche ich

¹⁾ CARTER, *Ann. and Mag. of nat. hist.* 1875. In seiner Arbeit: *Notes intro- ductory to the study and classification of the Spongida. Part. I. Anatomic and Phy- siology.*

auf diesen Punct richtete, gegenüber der vermutheten muskulösen Natur der Spindelzellen ein negatives Resultat ergaben.

Es sind nämlich folgende Gründe, welche gegen die Auffassung dieser Elemente als muskulöse Gebilde sprechen:

1) Es finden Bewegungen der hellen Schwammsarcode statt, wo diese Spindelzellen gar nicht vorkommen; Poren schliessen sich oder werden geöffnet bei völliger Abwesenheit solcher Zellen.

2) Diese Spindelzellen sind oft an Stellen angehäuft, ohne dass dadurch bei längerer Beobachtung eine auffallende Bewegungserscheinung an dem lebenden Schwammstücke mikroskopisch wahrnehmbar wäre.

3) Wurden geöffnete Poren, die in ihrer Umgebung Spindelzellen in sphincterenähnlicher Anordnung enthalten, eingestellt und unter dem Mikroskop elektrisch gereizt, so erfolgte niemals eine beschleunigte Zunahme der Bewegung, also kein rascherer Verschluss der Poren.

Ich muss es demnach dahingestellt sein lassen, welche Rolle diese Zellformation im Schwammorganismus spielt, möglich, dass sie nur eine besondere Erscheinungsform der im folgenden Abschnitt zu besprechenden Zellen darbietet.

So viel bleibt immerhin als sicher festgestellt, dass beim Oeffnen und Schliessen der Hauptporen das bewegende Agens in das Syncytium des Schwammes selbst verlegt werden muss, und auf die Contractilität des Protoplasmas zurückzuführen ist. Schon aus diesem Grunde lässt sich gegen die wiederholt versuchte Deutung Bedenken tragen, als habe man es in vorliegender Schicht mit einem Gewebe zu thun, dessen Zellen in einer reichlich entwickelten Intercellularsubstanz eingebettet sind. Wir sind zu sehr geneigt, die von höhern Thieren her bekannten Verhältnisse unmittelbar auf andere Organismengruppen zu übertragen, und das optische Verhalten unterstützt in diesem Falle allerdings die hergebrachte Auffassung, aber erst die vitalen Eigenschaften geben uns hier den Schlüssel zu derjenigen Deutung, die allerdings ihrer Entwicklungsgeschichtlichen Bestätigung noch harret.

Nutritive Wanderzellen.

Eine zweite Zellformation, die bei Reniera im Exoderm immer, wenn auch in wechselnder Menge vorkommt, bei Kieselschwämmen sehr verbreitet zu sein scheint, dagegen den Calcispongien und auch noch andern Gruppen fehlt, ist für die Physiologie des Schwammes von so hoher Bedeutung, dass ich glaube, von einer indifferenten Bezeichnung absehen zu sollen und dieselbe mit dem Namen »nutritive Wanderzellen« belege.

Gerade die farblosen Stöcke von Reniera semitubulosa ermöglich-

ten es mir, die Bedeutung und die Umwandlungsgeschichte der in Rede stehenden zelligen Elemente mit grosser Klarheit zu übersehen.

Je nach dem Alter und der Lagerung bieten sie ein äusserst differentes Aussehen dar.

In dem Stadium, welches ich für das jüngste halten muss, sind diese Zellen, wenig grösser als die Zellen der Geisselkammern, mit deutlichem Kern und Kernkörperchen versehen. Das Plasma etwas dunkler, als dasjenige des umgebenden Syncytium und noch spärlich granulirt. Später erfolgt eine bedeutende Grössenzunahme, der kuglige Nucleus lässt eine Kernmembran erkennen, die Körnchen erscheinen grösser und reichlicher.

Diese und die erstere Form findet man in grosser Zahl angehäuft in der Umgebung der Geisselkammern. Die grössern Zellen zeigen ziemlich lebhaft amöboide Bewegungen und kriechen im Exoderm umher. Die Ausläufer oft lang, verzweigt und in Mehrzahl vorhanden, so dass man das Bild einer multipolaren Ganglienzelle vor sich hat. Auf einer fernern Stufe hat man einen grossen kugligen Ballen. Dieser ist erfüllt mit grossen Körnern, welche den Kern vollständig einhüllen und unsichtbar machen, nur in günstigen Fällen sieht man den Kern als hellen, centralen Fleck durchschimmern. Auf dieser Stufe trifft man die Ballen hauptsächlich in der hellen Rindenschicht oft sehr zahlreich an, nicht aber in der Nähe der Geisselkammern. Es ist anzunehmen, dass die zahlreichen und scharf contourirten Körner, welche in den Zellen aufgehäuft sind, ihrer chemischen Natur nach protoplasmatische Körper sind. Jod und carminsaures Ammoniak wird von ihnen mit grosser Begierde aufgenommen, sie färben sich weit intensiver, als die umgebende Sarcodien; Ueberosmiumsäure, auch wenn sie nur kurze Zeit eingewirkt hat und in einer verdünnten Lösung angewendet, wird rasch von denselben reducirt.

Diese grossen körnerhaltigen Zellen sind bereits von OSCAR SCHMIDT beobachtet und in seinem ersten Supplement der Spongien des adriatischen Meeres 1864, enthaltend die Histologie der Spongien, abgebildet. Nach ihm kommen sie sowohl bei Kiesel-, als bei Hornschwämmen in grosser Verbreitung vor. Er bezeichnet sie als Körnchenconglomerate und glaubt, dass dieselben nicht als genuine Zellen aufzufassen seien, sondern dass eine Anzahl Körner zu Scheinzellen zusammentreten. Doch ist ihm der helle Centralfleck dieser Gebilde keineswegs entgangen; ich nehme denselben, wie schon angeführt, als einen unzweifelhaften Zellkern in Anspruch. Ebenfalls für dieselben Bildungen von körnererfüllten Zellen muss ich aber auch die auf seiner Taf. I, Fig. 20—22

abgebildeten Ballen von *Reniera semitubulosa* in Anspruch nehmen, während OSCAR SCHMIDT dieselben für Embryonen gehalten.

Das weitere Schicksal dieser mit Körnern erfüllten Zellen lässt sich in der Rindenschicht leicht verfolgen — sie geben ihrem Zerfall entgegen in Folge reichlicher Vacuolenbildung. Die Vacuolen treten in der Zelle erst einzeln, dann in grosser Menge auf, wodurch der Zellenleib aufgetrieben erscheint und die Körner nach und nach frei werden, ihrerseits vielleicht regelmässig in kleinere Körner zerfallen. Der Kern persistirt dabei ziemlich lange. Manchmal erblickt man in solchen alternden Zellen nur eine einzige grosse Vacuole, oft aber tritt eine Masse von kleinern Vacuolen auf, die sich durch gegenseitigen Druck abplatteln und dadurch die schaumige Beschaffenheit des Exoderm herbeiführen, welche bereits früher erwähnt und von OSCAR SCHMIDT schon für die Gattung *Esperia* bekannt gemacht wurde.

Physiologisch wären also diese Wanderzellen die Vermittler oder Zwischenträger, welche die von Geisselzellen der Wimperkörbe aufgenommene und assimilirte Nahrung übernehmen und von den Geisselkammern weg nach den entferntern Stellen des Syncytium auswandern, und als Träger assimilirter Bestandtheile demselben das für die Verbrennung und für den Stoffwechsel nöthige Material zuführen, um nachher unterzugehen. Mag diese Einrichtung in der thierischen Organisation auch keineswegs vereinzelt dastehen (eine gewisse physiologische Analogie mit den weissen Blutkörperchen drängt sich unwillkürlich auf), so ist sie doch vielleicht nirgends so prägnant wie hier. Leider habe ich über die Herkunft dieser Zellen nichts Bestimmtes ermitteln können.

Was OSCAR SCHMIDT andeutet, dass sie nämlich aus den Wimperapparaten stammen, also ursprünglich dem Entoderm angehören möchten, klingt mir sehr wahrscheinlich. Es spricht hierfür ihre Anhäufung um die Wimperapparate herum, allein direct eine solche Auswanderung zu beobachten, war mir nicht möglich.

Amylumhaltige Zellen.

Nachdem ich am lebenden Schwamm bereits zu der Anschauung gelangt war, dass die nutritiven Wanderzellen des Sarcodelagers physiologisch von hoher Wichtigkeit sind, indem sie das für den Stoffwechsel des Syncytiums nöthige Nährmaterial von den Wimperapparaten in assimilirter Form hertransportiren, wurde ich in dieser Auffassung bestärkt durch die für mich sehr überraschende Entdeckung, dass ein Theil derselben Amylum enthält.

Dieses Factum ist um so auffallender als Stärke im thierischen Orga-

nismus höchst selten vorzukommen pflegt. Zwar sind durch NAEGELI und CRAMER bereits in pathologischen Fällen für den Wirbelthierorganismus die sogen. Corpuscula amylacea genauer bekannt geworden, heute freilich werden sie als Amyloidkörper von den Pathologen als den Eiweisskörpern zugehörig betrachtet.

Meines Wissens kommt dann Amylum nur noch mit Sicherheit bei den Radiolarien vor¹⁾).

HAECKEL, dem wir die berühmte Monographie dieser Rhizopodengruppe verdanken, entdeckte und beschrieb im Jahre 1870 in seinen »Beiträgen zur Plastidentheorie« das Amylum in den »gelben Zellen« der Radiolarien. Die unter diesem Namen bekannten zelligen Elemente finden sich in der extracapsulären Sarcode constant, wenn auch in wechselnder Zahl (ausgenommen sind indessen die Acanthometriden, denen die »gelben Zellen« fehlen). In das Zellprotoplasma eingelagert sind daselbst geformte Körner, die gegen Reagentien sich vollkommen wie Amylum verhalten und durch Jodlösung intensiv blau gefärbt werden. Wer nun allenfalls die Stärke als chemischen Character des Pflanzenreiches noch aufrecht erhalten wollte, könnte freilich, worauf HAECKEL auch hinweist, hier die Einwendung machen, dass diese amyulumhaltigen Zellen sich in einer Protistengruppe finden, welche in systematischer Hinsicht ohnehin an der Grenzmarke zwischen animalelem und vegetabilem Reiche steht und wenn auch chemische Charactere nicht durchgreifend sind (— Chlorophyll bei Hydra-Cellulose im Mantel der Tunicaten —), in diesem Falle der Amylumgehalt doch mehr für den vegetabilen Character der Radiolarien sprechen möchte.

Bei den Spongien kann derselbe Einwand nun nicht mehr erhoben werden und es geht hier aufs Neue hervor, wie wenig Verlass auf chemische Unterschiede zwischen beiden Reihen zu halten ist.

Die Spongien stehen höher als die Protozoen und ihr ganzer anatomischer Bau und die Art ihrer Entwicklung lassen nicht den mindesten Zweifel mehr übrig, dass die Spongien echte Metazoen sind, also einen entschieden animalen Character besitzen.

Auffallend ist mir nur, dass dieses Vorkommen amyulumhaltiger Zellen dieser Metazoengruppe bisher übersehen worden ist und ich erkläre mir dies nicht anders als aus dem Umstand, dass dieselben gerade in den bisher genauer bearbeiteten Gruppen wohl constant fehlen und bei den von mir untersuchten Kieselschwämmen möglicherweise nur temporär in grösserer Zahl vorkommen, sonst im Allgemeinen spärlich vertreten sind.

1) ERNST HAECKEL, Biologische Studien. I. Theil. Leipzig 1870.

Ich machte die Beobachtung zuerst an der *Spongilla* des süßen Wassers und an einer von der ligurischen Küste stammenden *Reniera*, die trotz ihrem gut ausgesprochenen Habitus nicht unter die beschriebenen Formen einzureihen ist und die ich als *Reniera litoralis nova species* unten beschreibe. An dem mir zugänglichen Material habe ich amylnhaltige Zellen an folgenden Spongienspecies beobachtet:

- 1) *Spongilla lacustris*.
- 2) *Reniera litoralis nov. spec.*
- 3) *Myxilla fasciculata*.
- 4) *Geodia gigas*.
- 5) *Tethya lyncurium*.
- 6) *Suberites massa*.
- 7) *Suberites flavus*.

An zerfaserten Stücken von lebenden Spongillen und ebenso bei *Reniera litoralis* bemerkte ich wiederholt bei Tinction mit Jodlösung, dass einzelne kuglige Gebilde sich intensiv blau oder tief blauschwarz gefärbt hatten. Obschon ich an denselben keine Schichtung zu beobachten im Stande war, so dachte ich zunächst, und hierin bestärkte mich anfänglich das spärliche Vorkommen, dass einzelne Stärkekörner durch Zufall in den Schwamm aufgenommen worden seien. Da *Spongilla* in der Nähe von Zürich, in dem faunistisch sehr ergiebigen Katzenssee, reichlich vorkommt, so verschaffte ich mir weiteres Material.

An den schlanken und verästelten Exemplaren fand ich die Gebilde nicht, dagegen in den rasenartigen, massigen Stöcken. In einem derselben, besonders an der Basis, fand ich das Gewebe bei Jodzusatz dicht erfüllt mit violett oder blau gefärbten Zellen.

Setzt man Jod langsam zu und verfolgt das Gewebe im Moment, wo es sich imbibirt, so kommt man bald ins Reine. Man sieht, dass einzelne Zellen mit einem cohärenten, kugligen, aber flüssigen Inhalt versehen sind. Die Umhüllung der Zelle wird gebildet durch eine protoplasmatische Membran, die sich durch Jod lebhaft braun färbt. Der kuglige, flüssige und vollkommen klare Inhalt färbt sich blau, so wie die Plasmahülle gefärbt ist. In vielen Fällen ist die Farbe mehr violett. Wird wenig Jodlösung zugesetzt, so beobachtet man, wie die Hülle sich braun färbt, dann in wenigen Momenten der Inhalt blau wird, und erstere sich wieder entfärbt, wenn ungenügend Jod vorhanden ist — der Inhalt besitzt also eine grössere Affinität zum Jod, als die Plasmahülle, welcher das Jod wieder entzogen wurde.

Nun bemerkt man aber sehr viele Schwammzellen, welche den klaren kugligen Inhalt besitzen, in denen letzterer sich aber mit Jod gar nicht färbt oder nur höchst unbedeutend. An lebenden Zellen sieht man,

wie der Inhalt durch die Contractilität der plasmatischen Umhüllung die verschiedensten Formen annimmt. Mehrere solche Zustände habe ich auf Taf. XXXVII, Fig. 2 abgebildet.

Ich muss daher schliessen, dass *Amylum* nicht in geformtem, sondern in gelöstem Zustand in den Schwammzellen vorkommt. Als Lösungsmittel sehe ich den flüssigen, klaren Zellinhalt an, der jedenfalls nicht protoplasmatischer Natur sein kann. Aus der Thatsache, dass dieser klare Inhalt, der bei *Spongilla* den Zellkern und die Farbkörner an den Rand drängt, sich gar nicht oder dann blau färbt, entnehme ich, dass das Lösungsmittel in der Zelle erst vorbereitet wird, und *Amylum* erst später darin auftritt.

An verschiedenen, oben aufgeführten marinen Spongien erhielt ich dieselben Jodreactionen.

Ich behandelte die blaugefärbten Zellen darauf mit frischer Kalilauge. Nachdem ich das Alkali zugesetzt hatte, entfärbten sich die Zellen, wurden äusserst blass und zart, und nach wenigen Secunden erfolgte ein beträchtliches Aufschwellen der Zelle. Es erfolgte oft eine Volumzunahme um das acht- bis zehnfache. Wurde das Kali durch Säuren neutralisirt, und hierauf wieder Jod zugesetzt, so erfolgte aufs Neue eine Bläuung. Im polarisirten Lichte erwiesen sich diese Zellen nicht, wie gewöhnliche Stärkekörner, doppeltbrechend, sondern einfach, was wieder nicht gegen die Angabe, dass Stärke in Lösung vorhanden ist, sprechen wird.

Ich füge noch hinzu, dass gewöhnlicher und absoluter Alkohol, ebenso kaltes Wasser den Inhalt der erwähnten Zellen nicht zu lösen im Stande ist, und somit dürften die Reactionen zusammen wohl kaum eine andere Deutung zulassen, als dass man es mit *Amylum* zu thun hat.

Dass die Zellen durchschnittlich spärlich angetroffen werden, ist für das Factum selbst ganz irrelevant.

Meine anfängliche Vermuthung, der Schwamm möchte von aussen her Stärkemehl aufgenommen und dies durch Zufall in den Organismus gelangt sein, dürfte schon durch das optische Verhalten und durch die Thatsache, dass sowohl bei Süsswasserschwämmen wie bei marinen Spongien die gleichen Gebilde sich finden, hinlänglich widerlegt sein.

Dagegen hebe ich besonders hervor, dass ich weder bei *Calcispongi*en, noch bei *Halisarca*, noch bei Gummischwämmen (*Chondrosia reniformis*) jemals amyllumhaltige Zellen auffinden konnte. Wenn man die Genese amyllumhaltiger Zellen verfolgt, so resultirt daraus zweifellos, dass die Stärke als ein Product des Stoffwechsels im Innern der Zelle entstanden ist, also nicht von aussen eingedrungen, und sie tritt erst dann auf, nachdem das Lösungsmittel bereits vorbereitet ist.

Physiologisch betrachtet, hätten wir also in der gelösten Stärke einen Reservestoff, der sich zeitweise vielleicht in grosser Menge bildet, um zu andern Zeiten im Organismus verbraucht zu werden.

Ähnliche Reservestoffe findet man ja zeitweise in grosser Menge bei Gummineen angehäuft, wovon ich mich an lebenden Chondrosien überzeugen konnte, und wie uns F. E. SCHULZE in seiner jüngst erschienenen schönen Abhandlung über die Familie der Chondrosidae mittheilt ¹⁾. Er sagt darüber Folgendes:

» Endlich kommen in dem Fasergewebe der Rinde und der Gefässcheiden noch hyaline stark lichtbrechende, knollige Gebilde in wechselnder Menge und Vertheilung vor, welche nach ihrem eigenthümlichen Glanz, ihrer Leichtlöslichkeit in Aether und Alkohol absolutus zu schliessen, aus einer fettähnlichen Substanz zu bestehen scheinen. Sie stellen entweder einfache, annähernd kuglige Stücke oder Conglomerate von mehreren verschiedenen grossen rundlichen Körpern dar, welche sich an den Berührungsstellen gegenseitig abgeplattet haben. . . . Ich halte es für wahrscheinlich, dass diese bald sehr reichlich vorhandenen, bald völlig fehlenden, stark lichtbrechenden, kugligen oder knolligen Körper für den Schwamm eine ähnliche Bedeutung haben, wie etwa das Fett, das Amylum und ähnliche Producte des Thier- und Pflanzenkörpers «.

Ich füge schliesslich hinzu, dass ich an den von mir untersuchten Stöckchen von *Reniera semitubulosa* Stärke nicht gefunden, da in dem untersuchten Material nur die röhrigen Aeste und Zweige mir conservirt zur Verfügung standen, zweifle jedoch nicht, dass auch in der massigen Basis des Stockes solches zeitweise vorkommt.

Hartgebilde.

In dem Syncytium, dem skeletogenen Gewebe des Schwammes, eingebettet liegen die zahlreichen und verschiedenartig angeordneten Kieselnadeln.

Ueber den Bau der Kieselspicula im Allgemeinen haben die umfangreichen Arbeiten der englischen Forscher, sowie diejenigen von LIEBERKÜHN, KÖLLIKER und OSCAR SCHMIDT so genauen Aufschluss gegeben, dass ich deren Resultate als bekannt voraussetzen darf.

Dagegen mag über die speciellen Verhältnisse bei *Reniera semitubulosa* noch Einiges zur Vervollständigung angeführt werden.

LIEBERKÜHN ²⁾ bildet auf seiner Taf. XI die Nadelform der von ihm

1) F. E. SCHULZE, Untersuchungen über den Bau und die Entwicklung der Spongien. Die Familie der Chondrosidae. Diese Zeitschr. 1877.

2) N. LIEBERKÜHN, Neue Beiträge zur Anatomie der Spongien im Archiv für Anatomie und Physiologie von REICHERT und DUBOIS REYMOND. 1859.

in Venedig beobachteten Form (seiner *Halichondria semitubulosa*) ab und giebt an, dass die Spicula an beiden Enden zugespitzt sind. So schlank, wie er sie in seiner Figur darstellt, finde ich sie aber bei der Triestiner Form nur als Ausnahme, wenn auch nicht gerade selten, aber in der Regel finde ich sie im Verhältniss zur Länge dicker.

Die Form betreffend sagt O. SCHMIDT: *Spiculorum nonnisi unicum genus, ambabus extremitatibus acuminatum.*

Allerdings sind die mit einem feinen Centralcanal versehenen Spicula im Ganzen sehr einförmig, meist schwach gebogen (Taf. XXXVI, Fig. 4), aber trotzdem sind Abweichungen nicht gerade sehr selten. So bemerkt man oft Nadeln, die an einem Ende zugespitzt, am andern Ende dagegen abgerundet sind, jedoch niemals angeschwollen oder geknüpft. Bisweilen sind beide Enden zugleich abgerundet, die Nadel ganz gerade oder schwach gebogen. Die feinere, schlanke Nadelform ist meist gerade, in seltenen Fällen habe ich auch schwach S förmig gebogene unter ihnen gefunden.

Wie wir hieraus ersehen, kommen bei dieser *Reniera* mehrere Abweichungen vor. Einige derselben sind auf Taf. XXXVI, Fig. 3 abgebildet.

Die Anordnung der Spicula variirt an den einzelnen Körperstellen ausserordentlich. In der unregelmässig gestalteten Basis, womit der Schwamm an seine Unterlage fixirt ist, liegen sie ganz unregelmässig oder auf grosse Flächen parallel neben einander.

Oder die Nadeln liegen in Netzen. Die Maschen derselben sind gewöhnlich drei- oder vierseitig, doch erkennt man mitunter auch pentagonale Maschen von bedeutender Grösse. Diese Anordnung in Netzen findet man in den feinem Röhrcchen, die aus der Basis aufsteigen, als die ausschliessliche. Andere Male sieht man in diesen durchsichtigen Röhrcchen mit blossem Auge Linien, die zur Längsachse parallel verlaufen. Unter dem Mikroskop erweisen sich diese Linien als dicke Stränge parallel hinziehender Nadeln.

In den feiner verzweigten Aestchen sind die Spicula vorherrschend in divergirende Züge angeordnet, welche in die Enden der Zweige ausstrahlen und borstig aus der Dermalfläche hervorstehen. Wo die Netze nicht völlig im Syncytium liegen, sieht man die Enden der Nadeln durch eine helle Kittmasse verbunden, ebenso die Nadelstränge.

Die bezügliche Abbildung, welche KÖLLIKER¹⁾ in seinen *Icones histiologicae* für *Reniera aquaeductus* giebt, gilt völlig zutreffend auch für die in Rede stehende Art. Er nimmt an, dass diese Kittmasse Horn-

¹⁾ KÖLLIKER, *Icones histiologicae*. I. Der feinere Bau der Protozoen. Leipzig 1864.

substanz sei, während LIEBERKÜHN¹⁾ angiebt, dass Hornsubstanz bei seiner *Halichondria semitubulosa* nicht vorhanden sei. Aus dem Verhalten gegenüber Reagentien darf man wohl entnehmen, dass dieses Bindemittel aus einer etwas wasserärmern compacten Schwammsarcode besteht.

Bei den Calcispongien kann man nach Behandlung mit verdünnten Säuren eine Spiculascheide nachweisen. Bei den Kieselspongien kennen wir leider keine Methode, die Kieselbestandtheile zu extrahiren. Fluorwasserstoffsäure löst dieselben zwar, aber ruiniert damit auch das Gewebe. Dennoch glaube ich mit Bestimmtheit für *Reniera* eine um die Spicula herum verdichtete Plasmalage als Spiculascheide annehmen zu können. Mit Hilfe von Tinctionsflüssigkeiten, namentlich Jod und carminsaurem Ammoniak überzeugt man sich, dass die Umhüllung der Nadeln sich stärker imbibirt, als das Syncytium, das die Grundmasse bildet.

Wimperkörbe.

Das Entoderm, welches durch die geißeltragenden Zellen der Wimperapparate repräsentirt wird, zeigt bei *Reniera semitubulosa* eine Anordnung, die sich eng an den Typus der *Leuconen* unter den Calcispongien anschliesst.

Für diese Art hat OSCAR SCHMIDT bereits eine bildliche Darstellung der Geißelkammern auf Taf. I seines I. Supplements gegeben und erwähnt, dass sie die Gestalt einer Halbkugel besitzen, und dass die constituirenden Zellen kernhaltig, körnerreich und mit einer bis drei Wimpern versehen seien.

Ich kann dies nur bestätigen. Die Mehrzahl der Entodermzellen hat die auf Taf. XXXVI, Fig. 4 *a* abgebildete Form, ist im untern Theil kuglig und körnerreich und mit einem körnerfreien cylindrischen Halskragen versehen, in welchem eine lange Geißel entspringt. Bisweilen ist der helle Theil sehr lang ausgezogen, andere Male ist die Zelle cylindrisch (Taf. XXXVI, Fig. 4 *b* und *c*) und mit zwei bis drei Wimpern versehen.

Das Entoderm ist hier aber auch Träger des Pigments, welches in kleinen bläulichen Körnchen im untern Theil der Geißelzelle um den Nucleus herum angehäuft ist. — Die Gestalt der Wimperapparate ist nicht immer halbkuglig, sie kann flach, schüsselförmig, oder fast geschlossen sein, was durch das jeweilige Verhalten des Canalwerks bedingt sein mag.

1) loc. cit. p. 525.

Die Vermehrung derselben erfolgt durch Theilung oder durch Abschürfung einer kleinern Partie; es sind mir solche Theilungsvorgänge an Geisselkammern, die ich durch Zerzupfen des Gewebes isolirte, sehr oft zur Anschauung gekommen.

Ihre Anordnung ist an den einzelnen Regionen des Schwammes verschieden. Am massenhaftesten finden sie sich auf der Gastralseite der grössern hohlen Aeste, wo sie dicht gedrängt sind und meist zu Längszügen angeordnet, so dass die Aeste oft wie längsgefurcht und blau oder violett gestreift erscheinen.

In der hyalinen Rindenschicht fehlen Wimperkörbe, ebenso in den feinen Aestchen. In der incrustirenden Basalfläche sind sie spärlich und in völlig regelloser Vertheilung.

Canalsystem.

In der incrustirenden Basalfläche und in den dünnsten Aestchen ist dasselbe sehr wenig entwickelt, was mit der geringen Zahl der Wimperapparate zusammenhängt und die Anordnung ist eine völlig regellose.

Eine etwas grössere Regelmässigkeit und auch eine reichlichere Entwicklung desselben ist in den grossen röhrigen Aesten, welche senkrecht aus der Basis emporsteigen, vorhanden. Es schliesst sich da völlig dem bei Leuconen erkannten Typus an. Auf der Dermalfläche finden sich zahlreiche Einlassporen, welche entstehen und vergehen. Diese führen zu den zahlreichen, untereinander communicirenden Canälen, welche die hyaline Rindenschicht durchziehen, zu den Geisselkammern führen, um in die weite Gastralhöhle einzumünden. Es kommen indessen auch Aeste mit fehlender Gastralhöhle vor (Lipogastrie).

Die Gastralfläche ist vom Entoderm entblösst, die unregelmässig durcheinander gelagerten Nadeln stehen in dieselbe vor. Eine weitere Unregelmässigkeit entsteht dadurch, dass ziemlich starke Längsleisten, die annähernd parallel sind, in gleichen Abständen in dieselbe vorspringen (Taf. XXXVII, Fig. 4). — Diese mit Wimperapparaten dicht erfüllten Leisten sind schon mit unbewaffnetem Auge sichtbar. Die hohlen Aeste sind bald mit einem weiten Osculum versehen, häufig aber auch mundlos (Lipostomie). In letzterem Falle ist daher der Wasserstrom insofern modificirt, als eine Anzahl Hautporen für das Einströmen, andere für das Ausströmen dienstbar gemacht sind.

Reniera litoralis nov. spec.

Anhangsweise gebe ich noch die Beschreibung einer *Reniera*, welche unter den bisher beschriebenen Mittelmeerarten nicht eingereiht werden

kann, obschon dieselbe sehr gut characterisirt ist. Der Schwamm hat, wie alle Formen der so artenreichen Gattung, die Eigenthümlichkeit, dass er getrocknet zwischen den Fingern sehr leicht zerreiblich ist. Im Leben dagegen ist er sehr elastisch und die Schwammsarcode ist ziemlich derb.

Er bildet flache, unregelmässige Fladen von mehr als Handgrösse, wird aber höchstens einige Linien dick. Kleinere Exemplare sind flach brodförmig, am Rande abgerundet. Auf der Oberfläche dieser Krusten trifft man, wenn auch spärlich, Oscula, deren Durchmesser constant zwischen zwei und drei Millimeter beträgt. Das Osculum sitzt meist auf einer kraterähnlichen Erhebung, deren Ränder immer sehr scharf sind. Der ganze Schwamm, was mit seinem Aufenthaltsort zusammenhängt, ist mit einem dichten Canalwerk durchzogen, die weiten Canäle schimmern deutlich unter der Oberfläche durch und haben, wie von aussen leicht zu erkennen ist, einen charakteristischen mäandrinischen Verlauf.

Die Nadeln sind spitz = spitzig und finden sich in zweierlei Grössen. An der Oberfläche, wo sie netzartig angeordnet sind, besitzen sie eine durchschnittliche Länge von 0,087 Mm. Die Nadeln des Parenchyms dagegen, in regelloser Anordnung, sind bedeutend länger, beinahe doppelt so lang und schlanker, nämlich 0,447 Mm. lang bei einer Dicke von 0,0046 Mm. Die Farbe des Schwammes ist aschgrau. Er sitzt in Ritzen und Höhlen des Gesteins. Biologisch ist diese Art insofern von Interesse, als sie nur wenige Fuss unter die Oberfläche des Wassers hinabgeht und bereits in die Spritzzone des Meeres hineinreicht. In der Tiefe fand ich keine Art, welche auf diese Form hätte bezogen werden können.

Ich traf zahlreiche Exemplare in Ritzen und Höhlungen des Gesteins in Sestriponente an der ligurischen Küste.

III. Schlussbemerkungen zur Morphologie der Spongien.

Die Detailergebnisse am Schlusse einer Untersuchung reflexiv zu verknüpfen und damit neu gewonnene Thatsachen ins richtige Verhältniss zum bereits Bekannten zu stellen, ist schon in logischer Hinsicht wünschenswerth. Ueber Gebühr ausgedehnt, können solche theoretische Excurse allerdings zu grosser Einseitigkeit führen. Bei so wichtigen neuen Thatsachen, wie die embryonale Uebereinstimmung der Tunicaten und schädellosen Wirbelthiere, bei der Entdeckung der Thatsachen, die zu der so fundamentalen Gasträatheorie geführt haben, sind vorwiegend theoretische Erörterungen durch die Natur der Sache ge-

boten, allein nicht jede Studie ergiebt so tief in die gesammte Morphologie eingreifende Resultate.

Ich hätte daher hier theoretische Betrachtungen gänzlich weglassen, wenn nicht gewissermassen eine äussere Nöthigung hierzu vorläge. Meine im Jahre 1876 veröffentlichten Resultate sind nämlich jüngst von dem verdienten Spongiologen OSCAR SCHMIDT in ihrem anatomischen Theil zustimmend beurtheilt worden, dagegen erhebt derselbe ähnlich wie gegenüber F. E. SCHULZE, so nun auch meinen Entwicklungsgeschichtlichen Angaben gegenüber lebhaften Widerspruch.

Gestützt auf meine Untersuchungen an *Sycandra raphanus*, *Ascandra Lieberkühnii* und *Leucandra aspera* musste ich das Vorkommen einer durch Invagination entstandenen Gastrula aufrecht halten. Das Festsetzen der Larve liess ich mit der Geisselzellenschicht erfolgen. Den Moment des Festsetzens direct zu constatiren, war mir ebensowenig, als einem andern Beobachter, gelungen. Dagegen musste ich dies erschliessen aus dem jüngsten Schwammstadium, das mir zu Gesicht kam. An demselben sah ich die dunklen Entodermzellen in einschichtiger Lage durchschimmern, sowie einen centralen Hohlraum, für den es gewiss weit näher liegt, ihn aus dem Gastralraum der Larve abzuleiten, statt zu einer Neubildung desselben Zuflucht zu nehmen. Dagegen constatirte ich in völliger Uebereinstimmung mit OSCAR SCHMIDT, dass das Osculum als Neubildung aufzufassen sei und der Gastrulamund sich schliesst.

Er bekämpft nun die Gastrula der Spongien, gestützt auf seine erneuten Untersuchungen an *Ascetta clathrus* u. A. *primordialis*¹⁾. Sehen wir zunächst ab von *Sycandra*, so war mir zur Zeit, als ich die Embryonen von *Ascandra Lieberkühnii* lebend untersuchte, die lebhafte Opposition gegen die von SCHULZE abgegebene Gastrula bekannt und um so mehr erachtete ich es für geboten, mich über deren Existenz oder Nichtexistenz genau zu versichern. Ich habe sie freischwimmend in Asconröhren angetroffen und muss daran festhalten, dass die Abbildung auf Tafel II meiner letzten Publication nicht im Mindesten schematisch ist. Ich habe sie während eines ganzen Tages lebend gehalten und wiederholt eingehend geprüft, ohne eine Veränderung, namentlich auch kein Anschwellen der invaginirten Entodermzellen, zu beobachten. Darauf gestützt, wies ich auf die grosse Uebereinstimmung mit *Syconlarven* hin.

Völlig unabhängig von mir ist BARROIS bei *Ascandra contorta* zu ganz demselben Resultat gelangt.

Die Embryonenreihe, die SCHMIDT nun vorlegt, ist zwar nicht voll-

1) OSCAR SCHMIDT, Das Larvenstadium von *Ascetta primordialis* und *A. clathrus*. 1877.

ständig genug, um ein definitives Urtheil über den Aufbau der betreffenden Schwammarten zu gestatten, aber immerhin lassen sich Beziehungen zu frühern Angaben auffinden. Er giebt an, dass die Ascettalarven zuerst eine einschichtige Blase geisseltragender Zellen vorstellen, dass einzelne Zellen successive nach innen wandern und zu Entodermzellen sich umbilden, wobei die entstandenen Lücken sofort wieder geschlossen werden, also nach Analogie der Larven von Thecidium unter den Brachiopoden, welcher Vorgang von KOWALEVSKY beschrieben wird.

Die so eingewanderten Entodermzellen bilden einen unregelmässigen Haufen. Diese Darstellung beweist nun aber nicht das Mindeste gegen die Existenz der von mir für Ascandra beschriebenen zweischichtigen Larve, sie beweist zunächst nur, dass die verschiedenen Asconen einen ganz verschiedenen Entwicklungsmodus haben können, was nach den Erfahrungen bei nahe verwandten Formen höherer Thiere nicht überrascht. Seinen durch nachherige Zuchtversuche gewonnenen Resultaten könnte ich mit Bezug auf das Festsetzen erst dann völlige Beweiskraft zuerkennen, wenn er das Auftreten von Spicula beobachtet hätte, was OSCAR SCHMIDT aber nicht gelungen ist. Somit muss die Möglichkeit, dass seine festgesetzten Larven Erscheinungen des Absterbens darstellten und sich also abnorm verhielten, immerhin eingeräumt werden, da die Cultur dieser Larven ausserordentlich schwierig ist. Ich zweifle nicht im Mindesten an SCHMIDT'S Darstellung bezüglich der Entodermbildung. Aber wenn auch die Entodermzellen anfänglich unregelmässig angeordnet sind, so muss doch früher oder später deren schichtweise Anordnung erfolgen, da sie ja im Schwammindividuum ein continuirliches Zellenlager bilden.

Ich kann nicht umhin, die Vermuthung auszusprechen, dass in einem spätern Stadium der freilebenden Larve die schichtweise Anordnung erfolgt, und dann wäre damit im schönsten Einklang die zweischichtige Planogastrula, welche HAECKEL von Ascetta clathrus auf Taf. IV, Fig. 7 seiner Monographie abbildet.

Sollte sich meine Vermuthung durch erneute Beobachtung bestätigen, und HAECKEL nur ein älteres Larvenstadium, das sich an die von SCHMIDT untersuchten Stadien anreicht, vor sich gehabt haben, dann steht die Entwicklung von Ascetta in gar keinem Widerspruch zu den Forderungen der Gastraeathorie. Mag man dieser Theorie eine causale oder eine mehr heuristische Bedeutung zuschreiben, so könnte man die Entwicklung von Ascetta keine ursprüngliche, primäre mehr nennen, sondern es müsste dieser Fall als eine secundäre und abgekürzte Entwicklung bezeichnet werden, wobei das Resultat immerhin die Bildung zweier Keimblätter ist.

Was nun *Sycandra raphanus* anbetrifft, so hat allerdings METSCHNIKOFF durch seine Angaben der Ansicht Geltung verschafft, das Festsetzen erfolge mit dem flimmerlosen Theil. Seine durchaus unrichtige Angabe aber, dass die Geisselzellen zum Entoderm invaginirt werden, wird durch keinen der bisherigen Beobachter mehr gestützt. Den Act des Festsetzens selbst gelang bisher Niemanden mit Sicherheit zu beobachten, und die von ALEXANDER GOETTE gebrachte Angabe, dass zuweilen in den flimmerlosen Zellen Nadeln auftreten, hat sich ebenfalls nicht bestätigt. Ich schloss auf das Gegentheil, das mir mit Rücksicht auf die jüngsten Schwammzustände wahrscheinlicher vorkommt.

BARROIS hat ferner angenommen, die Entodermzellen der vorübergehenden Gastrula werden devaginirt und SCHULZE hat später allerdings auch die zeitliche Reihenfolge der Embryonen geändert. Es ist nun richtig, und dieser Umstand ist mir früher schon aufgefallen, dass die dunklen Zellen beim Austritt aus dem Gewebe stark aufschwellen. Aber da es praktisch unausführbar ist, die Veränderungen vom Ei an bis zum jungen Schwamm continuirlich an ein und demselben Object zu verfolgen, so kann nur directe Beobachtung der Larve im Moment des Festsetzens jene Meinung entscheiden. Dass die sonst so bedeutungsvolle Gastrula hier völlig unmotivirt aufträte, ist so leicht nicht anzunehmen.

Ich nehme daher mit HAECKEL an, dass der Larvenraum direct in den Gastralraum des jungen Schwammes übergeht, während ich das Osculum für eine Neubildung ansehe¹⁾ — ein Verhalten, das bei den Bilaterien so verbreitet ist.

Schliesslich muss ich noch das Verhältniss der beiden Keimblätter zu den Gewebsformationen der ausgebildeten Spongien berühren. Ge-

1) Es sei mir an dieser Stelle gestattet, eine irrthümliche Angabe von OSCAR SCHMIDT zu berichtigen. Er sagt (p. 259), dass HAECKEL im zweiten Theil seiner biologischen Studien (über die Gastraeathorie) »die nur noch von KELLER unterstützte Behauptung, der Urmund der Gastrula gehe bei den Spongien in den bleibenden Mund (Osculum) ... über«, reproducire. In meiner Arbeit habe ich nun aber gerade das Gegentheil behauptet und abgebildet! Ich habe sogar auf den Mundverschluss der Larve als dasjenige Moment hingewiesen, das mir die bei den Spongien vorkommende Astomie dadurch erkläre, dass ein secundärer Durchbruch des Mundes ausbleibe. Ich gebrauche hier den Ausdruck Astomie und unterscheide davon Lipostomie in modificirtem Sinne. Ich rechne zur Astomie diejenigen Fälle, wo der Durchbruch des Mundes gar nicht erfolgt, z. B. *Clistolynthus*, zur Lipostomie dagegen diejenigen, wo im jugendlichen Schwammindividuum ein Osculum vorhanden ist und nachher wieder verloren geht, z. B. *Holtentia Pourtalesii*. Astomie hat also eine andere Ursache als Lipostomie. Wenn mir nun über diesen Punkt eine unrichtige Aeusserung in den Mund gelegt wurde, so beruht dies wohl nur auf einem Versehen, da SCHMIDT im Eingang seiner Arbeit mich richtig citirt.

stützt auf die Resultate von SCHULZE hat METSCHNIKOFF die Spongien mit allerdings durchaus nicht ausreichenden Beweismitteln für dreiblättrig erklärt. Aber beispielsweise hat auch GEGENBAUR in dem soeben in neuer Auflage erschienenen »Grundriss der vergleichenden Anatomie« gezögert, diese Dreischichtigkeit allgemein anzunehmen.

Halisarca, ein allerdings sehr isolirt stehender Typus, hat ein unzweifelhaftes Oberflächenepithel, über dessen Herkunft von der Entwicklungsgeschichte noch weitere Aufklärungen zu erwarten sind.

Bei den übrigen Spongien gelingt es mittelst Silbernitrat allerdings, eine epithelähnliche Zeichnung hervorzurufen. Auch bei Kiesel-spongien ist ohne Reagens keine optisch differente Gewebslage auf der vom Wasser bespülten Fläche wahrzunehmen. Es ist diese als Ectoderm aus Plattenzellen gebildete Lage aber erst dann gesichert, wenn der entwicklungsgeschichtliche Nachweis erbracht ist. Ich halte die Möglichkeit, dass man es mit einem blossen Kunstproduct zu thun hat, auch heute noch nicht als ausgeschlossen. Es kann das Bild aber auch auf eine blosser Oberflächendifferenzirung zurückzuführen sein und ich möchte hier nicht unerwähnt lassen, dass KÖLLIKER in seinen Icones histologicae das Vorkommen einer Cuticula bei Hornspongien beispielsweise für *Cacospongia cavernosa* angiebt.

Von Bedeutung wären, falls ein Plattenepithel sich in Zukunft herausstellen sollte, die Silberlinien, die ich an *Ascandra Lieberkühni* auf grössere Flächen ausgedehnt, hervorrufen konnte.

Es lässt sich nicht läugnen, dass mit der Annahme eines solchen Epithels unsere heutige Auffassung der Spongien einer totalen Umwälzung entgegen gehen müsste, da auch in dem vom Entoderm entblösten Canalwerk dieselben Silberlinien vorkommen.

F. E. SCHULZE denkt sich daher bereits, dass man bei der Beurtheilung des Spongienkörpers nicht vom Olynthus, sondern von der Geisselkammer als morphologischer Einheit auszugehen habe. Die Asconen wären dann nach ihm von der Geisselkammer abzuleiten, die Leuconen und die höhern, nach diesem Typus gebauten Spongien wären ferner ein Aggregat von Individualitäten (die Geisselkammer als Person betrachtet), die nach Art der zusammengesetzten Ascidien in gemeinschaftliche Cloaken ausmünden. Aehnlich wären auch die Syconen aufzufassen.

Damit wäre dann allerdings die Homologie des Gastralraums in den drei verschiedenen Canalsystemen aufgehoben. Damit müsste aber auch die Homologie des Canalsystems der Spongien mit dem coelentrischen Apparat der übrigen Zoophyten fallen gelassen werden.

Existirte aber diese Homologie in Wirklichkeit nicht, so leuchtet

ein, dass die Beziehungen der Spongien zu den übrigen Coelenteraten so gelockert sind, dass man füglich die Spongien aus ihrem bisherigen Verbands lösen und sie zu einem neuen Typus erheben müsste. Hierbei würden die Nesselthiere als Coelenteraten im ursprünglichen Sinne LEUCKART's verbleiben und der Spongientypus alsdann die Porifera und die von HAECKEL neulich begründete, höchst merkwürdige Gruppe der Physemarien umfassen.

Wenn ich hier die sich ergebenden Consequenzen weiter ausführte, so suchte ich in Triest nach neuen Stützpunkten für die Homologie des Canalwerkes mit dem coelenterischen Apparat. Leider standen mir keine Leuconen, deren erneutes Studium sehr erwünscht ist, zur Verfügung. Dagegen erhielt ich Asconstöcke aus den dortigen Aquarien, die ganz instructiv sind.

Ich besitze einen grossen Schlauch von *A. Lieberkühnii*, der sehr regelmässig mit kurzen, stets senkrecht abstehenden Röhren besetzt ist. Diese radiär um den Gastralraum gesprossenen Röhren geben ein recht anschauliches Bild, wie aus einem Ascon der Sycontypus entstehen kann. Die Aehnlichkeit mit der von HAECKEL beschriebenen *Sycetta primitiva* und *Sycaltis conifera* ist so überraschend, dass mir hier mehr als eine blosser Analogie vorzuliegen scheint.

Sodann untersuchte ich möglichst junge Exemplare von *Sycandra raphanus*. Dieselben sind anfänglich noch nicht von der Regelmässigkeit, wie die ausgewachsenen. Diese wird erst nach und nach erlangt. Die Radialtuben stellen zuerst blosser Ausbuchtungen des centralen Raumes dar, in ziemlich unregelmässiger Weise von den Nadeln des Ectoderms umgeben. Querschnitte durch tingirte junge Exemplare ergaben, dass der ganze Innenraum sammt den Ausstülpungen noch mit Entodermzellen besetzt ist und also der Aufbau in der von HAECKEL angegebenen Weise verläuft. Später finden sich allerdings die Entodermzellen nur noch vereinzelt auf der Gastralfläche. Die spätern Radialtuben entstehen auch nicht mehr durch Ausstülpung, sondern durch Längstheilung der bereits angelegten.

Muss ich demnach noch an der Anschauung festhalten, dass das Canalwerk als coelenterischer Apparat aufzufassen ist, so verhehle ich allerdings nicht, dass die Auffassung von *Halisarca* einige Schwierigkeit darbietet und dieser Typus sich nur dann den übrigen Spongien fügt, wenn es sich herausstellt, dass das Oberflächenepithel erst nachträglich entstanden ist.

Zürich, Ende December 1877.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXXVI.

Fig. 1. Ein Stück Dermalfäche von einem röhri gen Ast der Reniera semitubulosa O. S. In dem Syncytium eingebettet liegen die Kieselnadeln zu drei- und vierseitigen Maschen netzartig angeordnet. Im Innern der Maschen sind Lücken als Einlassporen für den Wasserstrom, daneben sind zellige Elemente in der Schwamm-sarcoderm vorhanden, theils langgestreckte Elemente sphincterartig um einen Porus herum, theils grössere kuglige mit Körnern erfüllte Zellen, theils solche, die reichlich Vacuolen enthalten. Unten liegen zahlreiche Vacuolen bald einzeln, bald in Gruppen. Vergrösserung 400.

Fig. 2. Ein Stück Dermalfäche derselben Species, auf welchem in Folge von Silberbehandlung eine epithelartige Zeichnung auftritt. Vergrösserung 400.

Fig. 3. Drei abnorme Nadelnformen von Reniera semitubulosa.

Fig. 4. Drei Geisselzellen aus den Wimperapparaten; *a* repräsentirt die normale Gestalt, *b* und *c* sind zwei abnorme Formen, letztere mit drei Geisseln versehen. Vergrösserung 1800.

Tafel XXXVII.

Fig. 1. Ein Sector vom Querschnitt eines grösseren Astes der Reniera semitubulosa, um das Canalsystem und die Anordnung der Spicula zu zeigen. Nach aussen liegt die hellere Rindenschicht mit regelmässig netzartiger Anordnung der Nadeln, die darauf folgende Markschi cht enthält die Geisselkammern, zu denen von der Oberfläche her grössere Canäle führen, um an der Gastralfläche auszumünden. Die Gastralhöhle zeigt leistenartige Vorsprünge. Vergrösserung 60.

Fig. 2. Zellen aus dem Syncytium von Spongilla lacustris. *a*, *b* und *c* sind jüngere Stadien, mit grünen Farbkörnern in *c*; *d*, *e* und *f* repräsentiren verschiedene Contractionszustände, sind von einer plasmatischen Membran umgeben und von einem flüssigen und cohärenten Inhalt erfüllt. Derselbe hat in *g* den übrigen Zellinhalt sammt dem Kern an den Rand gedrängt und enthält oft Amylum in Lösung.

Fig. 1.

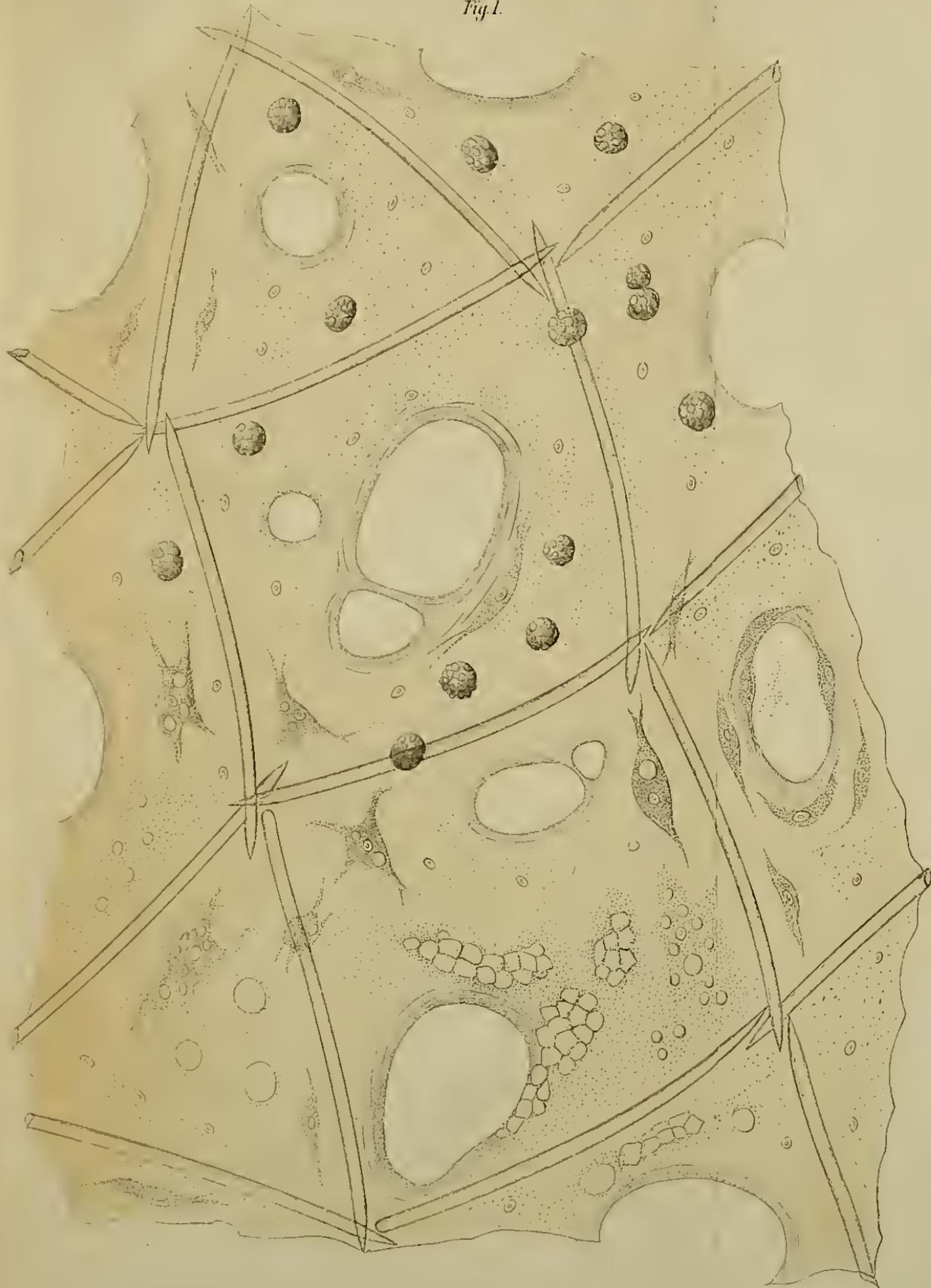


Fig. 2.

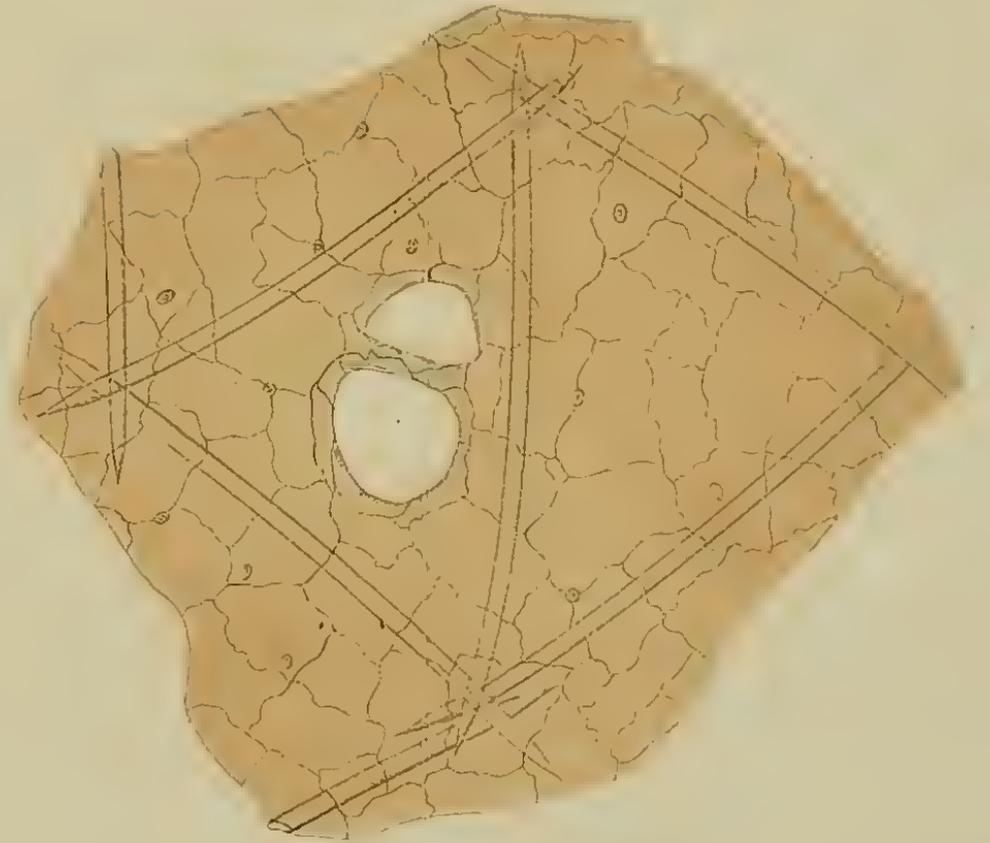


Fig. 3.

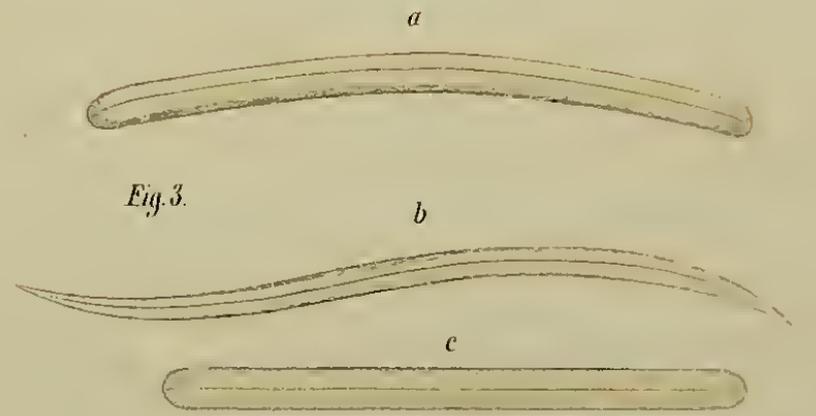


Fig. 4.

Fig. 1.

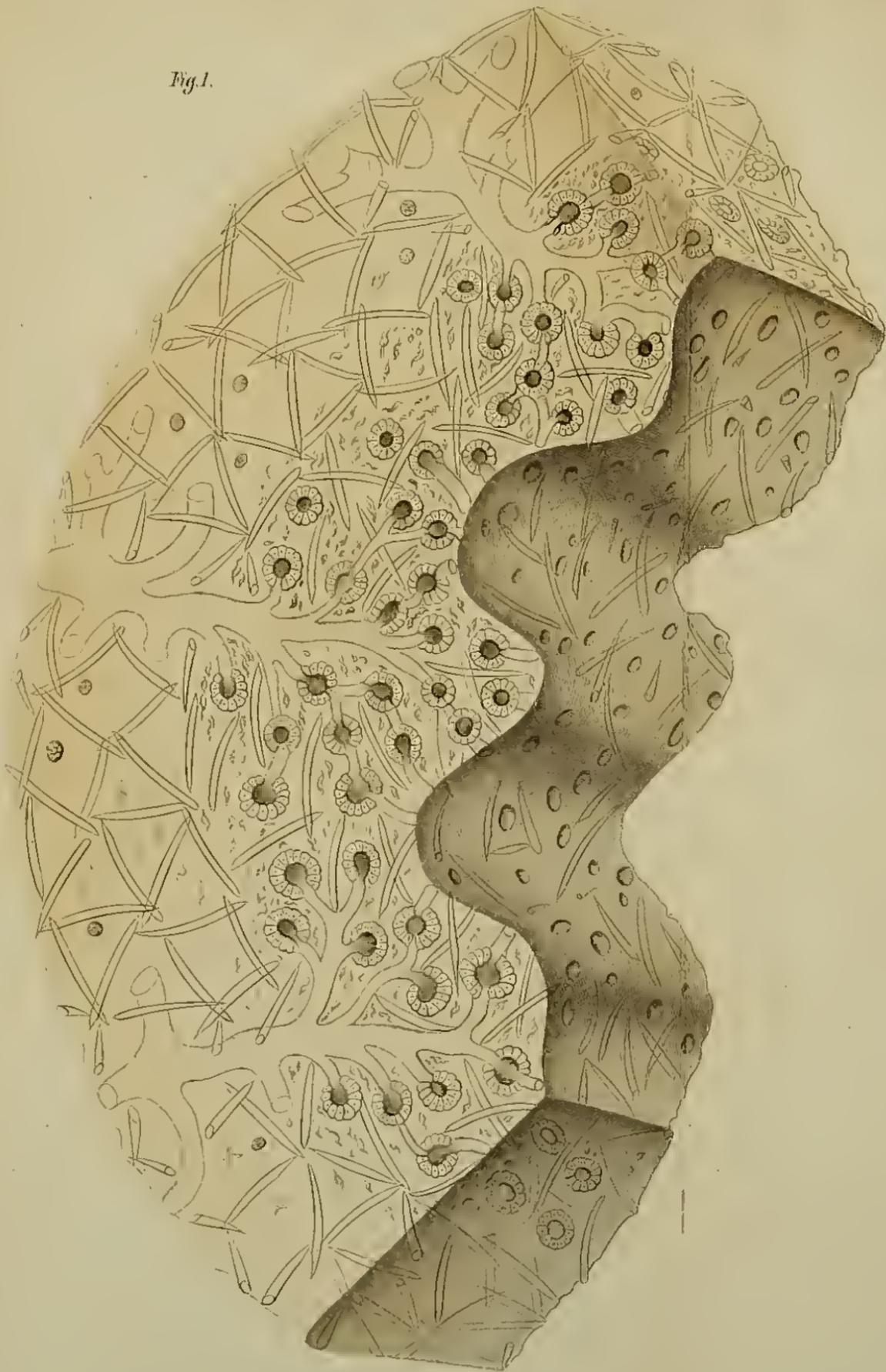
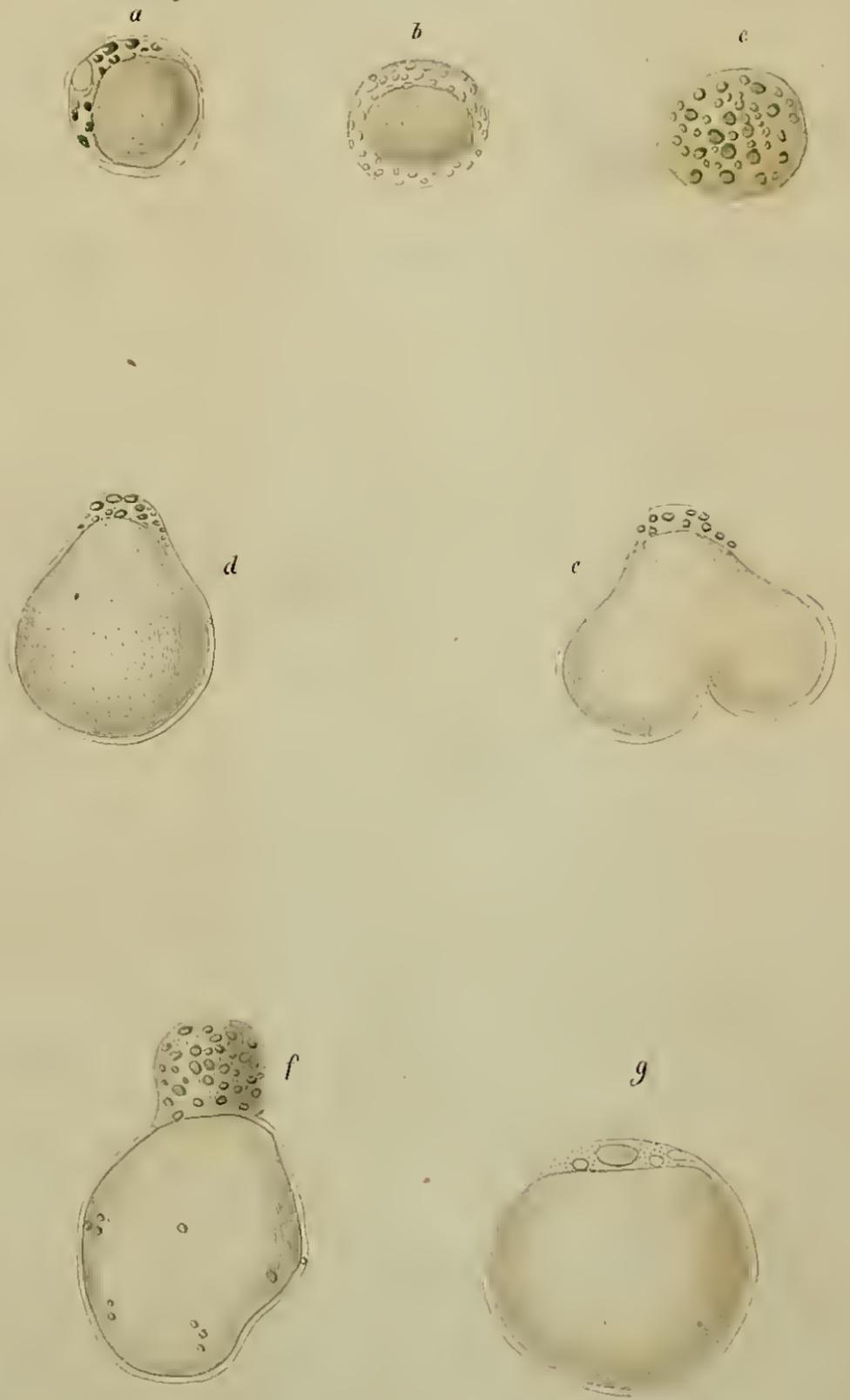


Fig. 2.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1878

Band/Volume: [30](#)

Autor(en)/Author(s): Keller Conrad

Artikel/Article: [Ueber den Bau von Reniera semitubulosa 0. S. Ein Beitrag zur Anatomie der Kieselschwämme 563-586](#)