

Ueber *Coscinosphaera ciliosa*, eine neue Radiolarie.

Von

Alexander Stuart
aus Petersburg.

Mit Tafel XVIII.

Durch die denkwürdigen Forschungen M. SCHULTZE's und J. MÜLLER's wurde das Interesse für die in jeder Hinsicht so interessante Classe der Rhizopoden lebhaft geweckt, was die Herausgabe einer grössern Monographie der Radiolarien durch E. HÄCKEL zur Folge hatte, die unsere Kenntniss über den Formenreichthum dieser Ordnung namhaft erweiterte. Dessenungeachtet blieben viele Lebenserscheinungen der Radiolarien noch räthselhaft und erschien es mir daher wichtig, einen Aufenthalt in Messina und später in Neapel zu benutzen, um auch diese merkwürdige Ordnung zu studiren; hierbei stiess ich auf eine Form, deren genauere Beschreibung sammt dem an andern Arten beobachteten in physiologischer Beziehung nicht ohne Interesse sein möchte.

Die von mir *Coscinosphaera ciliosa* benannte Radiolarie gehört zu der Abtheilung der extracapsulär-schaligen, *Ectolithia* Haeck., und muss den Grundsätzen des von HÄCKEL aufgestellten Systems gemäss zu der Familie der *Ethmosphaerida* gerechnet werden und eine neue Tribus derselben bilden. Allerdings ist die Siebschale von *Coscinosphaera* sehr eigenthümlich, nichtsdestoweniger scheint es mir zweckmässiger, aus dieser Gattung keine neue Familie zu bilden und sie folgendermassen im System unterzubringen.

Fam. *Ethmosphaerida* Haeck.

I. Unterf. *Coscinosphaerida* mihi. Skelet besteht aus einer einzigen kalkigen Siebschale mit zahlreichen radialen Cilien.

Einzig Gattung: *Coscinosphaera* mihi.

II. Unterfam. *Heliosphaerida* Häck. Skelet besteht aus einer einzigen extracapsulären Gitterkugel mit oder ohne radiale Stacheln.

Gattungen *Cyrtidosphaera*,
Ethmosphaera,
Heliosphaera.

III. Unterfam. *Arachnospaerida* Häck. Skelet besteht aus zwei oder mehreren concentrischen und durch radiale Stäbe verbundenen extracapsulären Gitterkugeln.

Gattungen *Diplosphaera*,
Arachnosphaera.

Charakteristik der *Coscinosphaera ciliosa*, der einzigen Art der neuen Gattung.

Das Skelet besteht aus einer Kalkschale von der Form einer dünnen Hohlkugel, die siebförmig durchbrochen ist von Reihen concentrisch gelagerter, grösserer, zum Austritt der gelben Körper dienender, ovaloider Oeffnungen, zwischen welchen in grösserer Anzahl kleinere, runde Oeffnungen sich befinden; von den letzteren trägt ungefähr der fünfte Theil dünne, biegsame Stacheln oder Cilien, welche in ihrer Länge den Durchmesser der Schale überschreiten und durch wulstförmige Erweiterungen ihrer Enden in den Oeffnungen befestigt sind. Eine Centralkapsel ist nicht vorhanden. Der in der Schale central schwebende Weichkörper sendet Protoplasmabänder aus, die theilweise an die Wände der Schale sich befestigen, theilweise aus den Oeffnungen derselben austretend, auf den biegsamen Stacheln sich ausbreiten, ohne selbstständige Pseudopodien zu bilden.

Aus dieser Charakteristik ergibt sich, dass *Coscinosphaera* Eigenenthümlichkeiten darbietet, durch welche sie eine in gewisser Hinsicht selbstständige Stellung im Radiolariantypus einnimmt.

Obgleich das Skelet keine von den bei kieselschaligen Radiolarien vorkommenden complicirten Formenbildungen darbietet, so muss doch das Vorhandensein zweier, für verschiedene Zwecke bestimmter Arten von Oeffnungen als Charakter einer höhern Differenzirung der constituirenden Theile des Organismus betrachtet werden.

Die grösseren ovaloiden, oft eckigen Oeffnungen sind in concentrischen Reihen gelagert, wobei der verticale Abstand zwischen je zweien derselben in der Regel kleiner ist als der horizontale. Die Grösse der einzelnen Oeffnungen schwankt zwischen 0,005 und 0,04 Mm. und ihre Gesamtzahl, die je nach dem Alter des Individuums etwas wechselt, kann für eine mittelgrosse Schale als 150—200 betragend angenommen werden. Ihr Hauptzweck ist, dem Durchgange der gelben

Körper und der sie tragenden Protoplasmaströme zu dienen; daher müssen sie auch der Grösse derselben angepasst sein, und in der That ist eine solche Uebereinstimmung vorhanden, so dass bei plötzlichem Heraustreten grösserer Massen gelber Körper aus dem Innern des Weichkörpers auf die Oberfläche der Pseudopodien sehr oft der Durchgang einer grössern Zahl gelber Körper durch dieselbe Oeffnung in rascher Aufeinanderfolge geschieht, und nur hie und da einzelne der Körper hierbei auf ihre schmale Seite sich wenden.

Zwischen diesen, zum Durchlassen der gelben Körper bestimmten grösseren Oeffnungen befinden sich in weniger regelmässiger Ordnung vertheilte, zahlreiche, nur 0,0033 Mm. grosse, runde Oeffnungen. Etwa im fünften Theile derselben sind durch auf der Innenseite der Schale sich befindende platte oder zwiebelartige Verbreiterungen ihrer Enden dünne, glasartige, aus organischer Materie mit Kalkimprägation bestehende Stacheln befestigt. Bei ausgebildeten Individuen übertreffen dieselben gewöhnlich in ihrer Länge den Diameter der Schale und können die Länge von 0,5 Mm. erreichen.

Die Dicke der Schale ist 0,002 Mm. und ihr Durchmesser bei freien Individuen schwankt zwischen 0,24 und 0,45 Mm. Von einer differenzirten Centralblase habe ich nichts wahrgenommen, da aber fast alle von mir beobachteten Exemplare in einem mehr oder minder ausgebildeten Stadium der Theilung waren, so ist es wohl möglich, dass eine ihnen vielleicht zu anderen Zeiten zukommende Centralkapsel vermisst wurde; ebensowenig fand sich auch eine Binnenblase.

Der centrale Weichkörper stellt einen unregelmässig abgerundeten Körper dar, und füllt bei ausgewachsenen Individuen einen nur kleinen Theil der Höhlung der Schale aus, wird jedoch durch von ihm ausgeschickte breite Protoplasmaabänder, die sich an der innern Oberfläche der Schale befestigen, in einer centralen Stellung erhalten. Derselbe besteht aus einem stark lichtbrechenden, zähen Protoplasma mit dichten Einlagerungen von braunen und gelben Pigmentkörnern und einer ansehnlichen Zahl von gelben Körpern.

Diese letzteren stellen regelmässig ovale, gelbe Körper dar, die aus einer compacten, feinkörnigen Masse bestehen, in welcher sich einige Körnchen durch ihre Grösse und stärkere Lichtbrechung auszeichnen, ohne eine regelmässige Zahl, Form oder Grösse darzubieten. Diese Masse wird von einem sehr dünnen, durchsichtigen Häutchen dicht umgeben, das durch Imbibition leicht als eine weit vom ovalen Inhalte abstehende runde Blase dargestellt werden kann, während der Inhalt durchaus nicht mit der eingedrungenen Flüssigkeit sich mischt und stets einen zusammenhängenden gelben Körper darstellt. Nach allem

diesem möchten diese gewöhnlich als »gelbe Zellen« bezeichneten Körper eher als Kerne zu betrachten sein.

Durch die freien, von Stacheln nicht besetzten Oeffnungen der Schale treten aus dem Innern derselben zahlreiche Protoplasmaströme aus, die sich auf der Oberfläche derselben vertheilen und eine je nach dem physiologischen Zustande des Individuums mehr oder weniger dicke Schicht äusseren Protoplasmas bilden, die noch durch Aufnahme der aus den ovaloiden Oeffnungen austretenden gelben Körper beträchtlich verdickt wird. Diese Belegungsmasse schiebt Protoplasmaströme aus, die jedoch keine selbstständigen, frei im Wasser sich bewegenden Pseudopodien bilden, wie es bei allen bis jetzt bekannten Radiolarien der Fall ist, sondern einzig und allein auf den in der Schale befestigten feinen Stacheln sich ausbreiten, und für dieselben eine Belegungsschicht ähnlich derjenigen darstellen, welche von der sie ausschickenden Matrix, für die Schale selbst gebildet wird.

Die äussere Erscheinung dieser Protoplasmaströme ist im Allgemeinen ähnlich derjenigen der freien Pseudopodien anderer Radiolarien, immerhin unterscheiden sich beide Pseudopodienarten sehr bedeutend in dem Grade der ihnen zukommenden Selbstständigkeit und Beweglichkeit. Während freie Pseudopodien mannichfache Bewegungen ausführen, welche in Verzweigungen, Verschmelzungen oder Ortsveränderungen einzelner Pseudopodienäste sich kund geben, sind die Pseudopodien der *Coscinosphaera* auf eine mehr einförmige Thätigkeit angewiesen, da ihre Bewegungen ganz und gar auf ein Auf- und Abströmen auf den feinen Stacheln sich beschränken. Im ganz ruhigen Zustande sind die Stacheln nicht oder nur unvollkommen mit Protoplasma bedeckt; nach einer mechanischen Reizung durch Nahrungsstoffe oder andere im Wasser schwimmende feste Theilchen strömen zu den gereizten und zu den übrigen, besonders den naheliegenden Pseudopodien, neue Protoplasmaströme. Nachdem die gefangene Beute sich an das klebrige Pseudopodienprotoplasma fest angeklebt hat, fangen die Protoplasmaansammlungen ihre Rückströmung an, und durch diese werden die Nahrungsmittel zur äussern Belegungsmasse der Schale gebracht, wo sie dann ihrer Nahrungssäfte definitiv beraubt werden; später werden die unverdaulichen Reste derselben auf den Pseudopodien wieder nach aussen geleitet und dann freigelassen. Uebrigens kleben die in das Pseudopodien-system gerathenen Thiere oder sonstigen Nahrungspartikel den Pseudopodien an, ohne in das Innere ihres Protoplasma-beleges einzudringen. Die Entfernung der unverdaulichen Ueberreste, welche, je grösser dieselben sind, um so weiter aufwärts auf den Pseudopodien geschieht (denn je weiter nach aussen, um so

grösser werden die Zwischenräume der Pseudopodien), wird in der Weise vollzogen, dass die Pseudopodienstelle, an welcher der Nahrungsrest anhaftet, eine Verdünnung erleidet, indem die höher und tiefer gelegenen Stellen desselben eine Bewegung nach zwei entgegengesetzten Richtungen antreten, bis endlich das Protoplasma unter dem Speisereste ganz verschwindet und derselbe abfällt.

Die Klebrigkeit des Protoplasmas ist eine so grosse, dass selbst verhältnissmässig sehr kräftige Thiere, wie z. B. die grösseren Copepodenarten, die einmal sich gefangen haben, mit Leichtigkeit oft von nur einer Pseudopodie fortgeführt werden.

Einige Beobachter haben dem Protoplasma eine lähmende Wirkung auf die Lebensthätigkeit der Thiere zuschreiben wollen, die bei der ersten Berührung mit denselben sich kundgebe; nach dem jedoch, was ich bei verschiedenen Radiolarienarten gesehen habe, scheint mir dasselbe eine bloss mechanische Wirkung auszuüben, und erlischt das Leben der gefangenen Thiere nur nach und nach mit dem Verluste der ihnen ausgezogenen Säfte.

Die Structur der Schale erlaubt begreiflicher Weise nur den feinsten festen Theilen, in das Innere derselben zu dringen, und bleibt daher der grösste Theil der zugebrachten Nahrungsmittel bis zu ihrer vollständigen Assimilation in der die Schale überziehenden äussern Protoplasmaschicht.

Unsere Kenntnisse von der Fortpflanzung der Radiolarien beschränkten sich bis jetzt auf eine einzelne, von J. MÜLLER gemachte Beobachtung, der in Einem Falle bei *Acanthometra* im Innern des Körpers infusorienartig sich bewegende Massen von hellen Bläschen bemerkte. Eine ähnliche Beobachtung wird von E. HÄCKEL (Die Radiolarien p. 441) mitgetheilt, der bei einer polyzoen Radiolarie, dem *Sphaerocozium punctatum*, einmal die Nester von ähnlichen wasserhellen, aber wetzsteinartige Krystalle enthaltenden, lebhaft sich bewegenden Bläschen angefüllt vorfand. Inwieweit diese Gebilde als Schwärmsprösslinge zu deuten seien, wie es von den beiden genannten Autoren geschehen ist, lässt sich nicht entscheiden. Es scheint mir jedoch in dem Falle von HÄCKEL die regelmässige Anwesenheit von in Mineralsäuren und Kali unlöslichen Krystallen, verbunden mit dem Mangel von Bewegungsorganen irgend welcher Art, die HÄCKEL auch mit den stärksten Vergrösserungen nicht bemerken konnte, gegen eine Deutung der Bläschen als Schwärmsprösslinge zu sprechen, und möchte vielleicht in Betreff der Bewegung das Hauptgewicht auf die Krystalle zu legen sein, die möglicherweise infolge äusserer physikalischer Einwirkung Be-

wegung zeigten, und so auch Bewegung der sie umschliessenden Bläschen bewirkten.

Die einzigen zweifellosen und leicht zu bestätigenden Beobachtungen über die Fortpflanzung der Radiolarien sind die von E. HÄCKEL an den Polyzoen angestellten, nach denen die Vermehrung der Individuen einer Colonie durch Theilungen der Centralkapseln geschieht. In ähnlicher Weise geschieht nach meinen Beobachtungen die Fortpflanzung von *Coscinosphaera* durch eine einfache Theilung der innern Grundmasse, ohne jeden Antheil von Schwärmosporen oder Eiern, und wird es somit wahrscheinlich, dass eine Fortpflanzung durch einfache Theilung in dieser oder jener Weise auch noch anderen Radiolarien zukommt. In der That hat auch schon HÄCKEL in einem Falle (Die Radiolarien p. 444) in einer durch die Präparation zerdrückten *Acanthometre* kleine mit Stacheln besetzte, jungen *Acanthometren* ähnliche Körperchen vorgefunden, welche jetzt nicht bloß vermuthungsweise, wie HÄCKEL es gethan, sondern mit Sicherheit als durch Theilung des Mutterthieres hervorgegangene *Acanthometren* zu deuten sind.

Fast alle von mir im September gefundenen *Coscinosphaeren* waren in mehr oder minder vorgeschrittener Theilung begriffen. Dieser Vorgang, der dem Furchungsprocesse eines Molluskeneies nicht unähnlich ist, fängt damit an, dass die innere, bei ausgewachsenen Individuen vielleicht nur ein Drittel oder Viertel des innern Schalenraumes erfüllende Grundmasse durch Vermehrung ihrer Elemente, die bei den gelben Körpern durch sicher zu beobachtende Theilung, bei den übrigen Elementen derselben in einer nicht weiter wahrnehmbaren Weise vor sich geht, sich beträchtlich vergrößert. Sobald diese innere Leibessubstanz ungefähr das Doppelte oder Dreifache des ursprünglichen Volumens erreicht hat, beginnt eine Furchung derselben, die, wenn schon der Eifurchung ähnlich, doch bei weitem nicht mit derselben Regelmässigkeit vor sich geht. Gewöhnlich findet sich eine totale Furchung in zwei Theile, die dann wieder in zwei sich theilen; andere Male sind drei Abschnitte vorhanden, oder neben zwei grösseren zwei oder drei viel kleinere. Auch bei einer regelmässigen totalen Furchung in zwei und dann in vier Abtheilungen sind diese bei weitem nicht einander so gleich, wie es bei Eifurchungen häufig der Fall ist, was begreiflich wird, wenn man weiss, dass der noch ungetheilte Leibesinhalt meist keine regelmässige Kugelgestalt besitzt. Die Quertheilung der zwei secundären Ballen beginnt ferner zu einer Zeit, wo die erste Hauptfurchung sich noch nicht tief genug eingesenkt hat, und meist bei beiden nicht gleichzeitig, auch kann sie bei einem derselben ganz ausbleiben.

Die Zeit, welche die Grundmasse zu diesen Furchungen gebraucht, ist wahrscheinlich eine ganz verschiedene, je nach den Umständen, doch sind, soviel ich beurtheilen konnte, da die Thiere sich nicht lange conserviren lassen, dazu viele Stunden, vielleicht auch Tage, erforderlich.

Gleichzeitig mit der Theilung des Protoplasmaballens dauert auch die Vermehrung seiner Elemente fort; dann beginnen die so vergrößerten secundären Ballen bald alle gleichzeitig, bald nur einzelne derselben, je nachdem die Furchung vorgeschritten ist, sich mit einer Schale zu umgeben, was in der Weise geschieht, dass aus der braunen Grundmasse derselben eine dünne, klare Protoplasmaschicht ausgeschieden wird, welche als ein heller, glatter Saum die Oberfläche derselben überzieht. In diesem Saume werden nach und nach kleinste Kalkkrystalle abgelagert, die demselben bald ein mattes Aussehen verleihen. Schon sehr frühzeitig bemerkt man ferner auf der in Entwicklung begriffenen Schale hellere, durch Kalk nicht imprägnirte Punkte, welche die Stellen der später sich bildenden Oeffnungen bezeichnen und stehen dieselben viel dichter beisammen, als es in der ausgebildeten Schale der Fall ist. Bei mässig ausgebildeten Schalen erreichen diese Löcher schon die Grösse, welche dieselben auch in der ausgewachsenen Schale zu haben pflegen, so dass das weitere Wachstum der letzteren einfach durch Intussusception organischer Materie und von Kalkkrystallen zwischen die schon früher abgelagerten Theile geschehen muss. Bevor noch die Löcher der jungen Schale ihre normale Grösse erreicht haben, treten aus einem Theile derselben feine Protoplasmafäden aus, welche sich nach und nach verlängern, verdicken, durch Einlagerung von Kalk an Consistenz zunehmen und in dieser Weise die zur Stütze der Pseudopodien dienenden feinen Stacheln bilden. Bald erreichen diese die für ausgewachsene Individuen normale Zahl und stehen somit ebenso wie die sie tragenden Löcher bei jungen Individuen viel dichter beisammen, als es bei ausgewachsenen Thieren zu bemerken ist. Bei ganz jungen, mit noch wenig ausgebildeten Stachelchen versehenen Individuen liegt die Schale der Grundsubstanz dicht an; mit dem weitem Wachstum jedoch hebt sie sich von der Grundsubstanz ab, und so entsteht nach und nach zwischen der letztern und der Schale ein freier Raum, der durch Protoplasmaströme, die theils an die innere Wand der Schale sich anheften, theils durch die freigebliebenen Löcher austreten, theilweise erfüllt wird.

In dieser Weise entwickelt sich im Innern des Mutterthieres eine an Grösse ihm nachstehende, sonst in allem Uebrigen ähnliche Brut.

Es stehen übrigens die jungen Thiere, obgleich in ihrer Entwick-

lung sehr vorgeschritten, doch noch lange in einem innigen Zusammenhange, und sind durch mehr oder weniger mächtige Stiele unter einander verbunden; erst nach ihrer Befreiung aus der Mutterschale, nachdem sie eine Zeit lang vereinigt umhergeschwommen sind, trennen sich dieselben vollständig voneinander.

Wenn die Theilung regelmässig und dabei vollständig ohne Ueberrest vor sich gegangen ist, so erreicht die Zahl der neugebildeten Brut vier vollständige Individuen. Nachdem alle vier ihre Schalen ausgebildet haben, erfolgt selbstverständlich auch eine Resorption der Protoplasmastränge, welche der Weichkörper des Mutterthieres zu der Mutterschale aussendete, und welche derselben Halt und auch Mittel zur Reparation etwa eintretender Verluste gaben; nach der Resorption jener dauert es natürlich nicht lange, bis die sich selbst überlassene zerbrechliche Schale durch äussere Einwirkungen, oder selbst durch Druck der nachwachsenden Pseudopodienstacheln, oder auch durch das einfache Gewicht der jetzt in ihr freischwimmenden Brut zersprengt wird, und die Brut somit sich selbst überlassen bleibt.

In manchen Fällen bilden nicht alle Theilungsabschnitte um sich eine Schale und dann wird, nachdem die ausgebildeten Individuen in der beschriebenen Weise die Mutterschale verlassen haben, durch die Thätigkeit des zurückgebliebenen Theiles der mütterlichen Grundmasse der durch den Austritt der Brut verursachte Bruch in der Mutterschale ersetzt und in dieser Weise die Mutter am Leben erhalten. In solchen Fällen wird in der Regel die Mutterschale nicht vollständig zersprengt, denn ein Theil derselben wird durch die an sie sich anheftenden, aus der Matrix ausgehenden Protoplasmabänder kräftig zusammengehalten; wurde aber doch die ganze Mutterschale beim Austritt der Brut zerstört, so bildet die zurückgebliebene Matrix in der oben beschriebenen Weise für sich eine neue Schale.

Was die Bewegungen der Radiolarien betrifft, so sind die bis jetzt gemachten Wahrnehmungen annoch sehr mangelhaft. Geisselartige Bewegungen der Pseudopodien, die CLAPARÈDE als Locomotionsmittel für *Acanthometra* angenommen hat, habe ich nie wahrgenommen, weder bei den *Acanthometren*, noch bei den von mir vielfach untersuchten *Colliden* (*Thalassicolla*, *Thalassolampe*, *Physematium*).

HÄCKEL sagt auf p. 434 seines Radiolarienwerkes: »Dass die Thierchen mittelst derartiger oder ähnlicher, wenn auch nur schwacher activer Schwimmbewegungen sich an der Meeresoberfläche halten können, ist immerhin möglich und aus mancherlei Umständen sogar wahrscheinlich. Doch kommt es mir noch wahrscheinlicher vor, dass die auf der Oberfläche der See flottirenden Radiolarien sich an der Unter

seite des Wasserspiegels, der ja durch die innere Cohäsion der kleinsten Wassertheilchen an der Berührungsfläche mit der Luft eine Art Wassermembran bildet, mittelst der ausgebreiteten und verschmolzenen Pseudopodien befestigen und ebenso langsam kriechend fortbewegen, wie wir dies von unseren Süßwasserschnecken (*Lymnaeus*, *Planorbis*) und von den Planarien kennen, welche, den Rücken nach unten gekehrt, mit ihrer Sohle an der Unterseite der Wasserfläche hinkriechen.«

Dieser Annahme zufolge müssten die Pseudopodien der gegen die Wasseroberfläche zugekehrten Seite des Radiolarienkörpers sich in einer Ebene ausbreiten und sogar theilweise verschmelzen, und bei den Acanthometren würden dann selbst einige Spicula aus der Wasserfläche herausragen. Dies geschieht jedoch nie, da die Thiere in der Regel der Wasseroberfläche nicht so nahe kommen und gewöhnlich um die ganze Länge der Pseudopodien von derselben entfernt bleiben, und höchstens unbedeutende Beugungen oder durch mechanischen Reiz bewirkte theilweise Einziehungen der Pseudopodien vorkommen. Bei unserer *Coscinosphaera* sind Bewegungen im HÄCKEL'schen Sinn schon aus dem Grunde nicht möglich, weil die Pseudopodien der in ihnen enthaltenen Stachelchen wegen eine bedeutende Festigkeit besitzen.

Seeigelartige Bewegungen, besonders bei stacheltragenden Arten, erscheinen nach den Erfahrungen J. MÜLLER's und HÄCKEL's sehr wahrscheinlich, ich habe die Sache aber nicht weiter verfolgt; diese Bewegungen sind aber von nur untergeordneter Wichtigkeit und vielleicht auch mehr zufälliger Art.

Von weit grösserer Bedeutung für die Gesamttökonomie der Thiere ist das bei den grösseren Collidenarten so deutlich auftretende, wiederholte Auf- und Niedersinken der Individuen. Diese Erscheinung wurde von SCHNEIDER bei *Physematium* bemerkt und später von HÄCKEL bei anderen Arten beobachtet und richtig beschrieben. Dass diese Bewegungen völlig active seien, nimmt HÄCKEL an, es bleibt ihm jedoch völlig unklar, durch welche Mittel diese active Locomotion der Radiolarien in verticaler Richtung zu Stande kommt, (p. 135).

Man könnte daran denken, sagt HÄCKEL, dass das specifische Gewicht durch Aufnahme von Wasser in die Sarcodien, oder durch Auspumpen desselben derart alterirt würde, dass dadurch schon mittelst eines sehr geringen Ausschlages das Thierchen gehoben oder gesenkt würde; doch sei dies kaum recht wahrscheinlich, und hiermit stimme auch ich überein, denn, bei der geringen Masse und Densität des Pseudopodienprotoplasmas, gegenüber der bei manchen Arten verhältniss-

mässig grossen Schwere der Schale, könnte eine solche Wasseraufnahme unmöglich eine so grosse Wirkung hervorbringen, wozu noch kommt, dass wir für eine solche Annahme keine einzige positive Beobachtung besitzen.

Noch weiter schreibt HÄCKEL: »Am wahrscheinlichsten dürfte doch die Vermuthung sein, dass die Thierchen mittelst activer, wenn auch nur äusserst schwacher und träger Schwimmbewegungen im Wasser emporsteigen, und dass dann schon die mehr oder weniger grosse und vielfältige Ausbreitung der Pseudopodien genüge, um dieselben in dieser Höhe schwebend zu erhalten.«

Von vornherein erschien es auch mir am nächsten liegend, die Ursache dieser Bewegungserscheinungen in Formveränderungen der freibeweglichen Theile des Radiolarienkörpers, d. h. des Protoplasmas, oder vielleicht eher noch der gelben Körper, zu suchen. In der That lehrten nun auch nach dieser Seite gerichtete Untersuchungen bald, dass das Aufsteigen und Niedersinken der Radiolarien auf plötzlichem Ortswechsel der gelben Körper beruht, die bald nach aussen auf die Pseudopodien treten, bald in das Innere des Weichkörpers sich zurückziehen.

Es lässt sich wohl denken, dass eine solche, mit grosser Energie und Schnelligkeit hervorgebrachte Bewegung, von verhältnissmässig sehr bedeutenden Massen der an und für sich schon dichten gelben Körper und der sie tragenden Protoplasamassen, aus dem Centrum an die Peripherie des Körpers, demselben einen Stoss mittheilen müsse, der ihn zwingt, nach oben sich zu heben; hierbei wird zugleich durch die Ausbreitung der relativ grossen gelben Körper auf den Pseudopodien der Reibungswiderstand der Gesamtoberfläche des Körpers gegen das Wasser dermassen gesteigert, dass dieser Widerstand die Wirkungen der Schwere vollständig compensirt und die Thiere nicht sinken, so lange die gelben Körper auf den Pseudopodien ausgebreitet bleiben, was dagegen augenblicklich geschieht, sobald die fraglichen Körper wieder eingezogen werden.

Davon, dass diese Deutung die richtige ist, davon habe ich Gelegenheit gehabt, mich vielfach an in langen Gläsern aufbewahrten Individuen zu überzeugen. Das Heraustreten der gelben Körper auf die Peripherie ist vollständig activ und geschieht gewöhnlich nur, nachdem das Thier einige Zeit ungestört geblieben ist; die gelben Körper, die bis dahin im Innern des Weichkörpers concentrirt waren, treten, getragen durch Protoplasmaströme, aus den grösseren Oeffnungen der Schale mit grosser Schnelligkeit und Regelmässigkeit in radiärer Richtung heraus und breiten sich auf den Pseudopodien in peripherischer

Richtung aus, ihnen folgen neue Protoplasmaströme und neue gelbe Körper nach, bis endlich alle gelben Körper, einige wenige im Weichkörper zurückgebliebene ausgenommen, auf den Pseudopodien ausgebreitet liegen.

Nicht immer wird diese Ausbreitung in so vollkommenem Masse ausgeführt; sehr oft folgt einem unvollkommenen Hervortreten unmittelbar eine Einziehung nach, und infolge deren tritt dann sofort eine Senkung ein. Immer aber werden die gelben Körper mit der grössten Gleichmässigkeit ausgeschiedt, so dass selbst an von mir aufbewahrten Präparaten von *Coscinospaera*, die durch eine Pipette aus verschiedenen Tiefen gewonnen und schnell getödtet wurden, noch jetzt in ausgezeichnet schöner Weise die Anordnungsweise der gelben Körper in den verschiedenen Zuständen der Hebung zu erkennen ist. In einigen sind alle gelben Körper im Weichkörper concentrirt, in anderen haben dieselben nur die innere Fläche der Schale erreicht, auf welcher sie in radial geordneten Gruppen vertheilt liegen; in noch anderen sind dieselben aus der Schale herausgetreten und belegen sie als eine dichte Unhüllungsmasse, während sie nur vereinzelt auf den Pseudopodien sich ausbreiten; in den zu oberst gefangenen Individuen endlich erscheinen dieselben mehr oder minder hoch auf den Pseudopodien, bis sie dieselben ganz bedecken.

Die Schnelligkeit, mit welcher das Steigen und Sinken der Thiere vollzogen wird, ist sehr verschieden; sie schwankt bei *Coscinospaera* gewöhnlich zwischen 10—30 Secunden für 4 Decimeter.

Jeder starke Reiz veranlasst eine Senkung, wenn z. B. bei einer Hebung das Thier die Oberfläche des Wassers erreicht, so veranlasst der empfangene Stoss in der Regel eine Senkung; wenn die Geschwindigkeit bei der Hebung eine unbedeutende war, so fällt auch der Stoss klein aus und das Thier bleibt dann in einer Höhe schwebend oder unbedeutend ab- und niedersteigend; in anderen Fällen sinkt es bis zum Boden des Gefässes, dann steigt es wieder hoch empor, und so wiederholt sich dasselbe Spiel einigemal nacheinander.

Nachdem ich hiermit die Eigenthümlichkeiten von *Coscinospaera* behandelt habe, will ich noch einiges Allgemeine über die Bewegung des Protoplasma hinzufügen.

Die Bewegungserscheinungen des Radiolarienprotoplasma bieten sehr wichtige und mannichfaltige Eigenthümlichkeiten dar, die bis jetzt leider nicht mit wünschenswerther Genauigkeit studirt worden sind, was besonders bedauernswerth erscheint, angesichts des bekannten Streites zwischen REICHERT und M. SCHULTZE über die Körnchenbewe-

gung bei den Polythalamien, deren Protoplasma besonders von HÄCKEL als identisch mit dem der Radiolarien aufgefasst wird.

Dem Studium der an und für sich schon schwierigen Frage tritt noch der Umstand entgegen, dass lebensfrische Exemplare der am meisten hierzu geeigneten grösseren Collidenarten bei aller dazu verwendeten Mühe in nur sehr sparsamer Zahl aufzutreiben sind. Daher musste ich auch in den folgenden Mittheilungen auf ein Eingehen auf manche an sich selbst wohl interessante Einzelheiten verzichten, und vor allem mich an die mit Sicherheit constatirten Haupteigenschaften halten.

Indem ich die Annahmen von M. SCHULTZE und REICHERT als bekannt voraussetze, bemerke ich folgendes: Davon, dass die von M. SCHULTZE beschriebenen Körnchen existiren und wirklich selbstständige in sich allseitig abgeschlossene Körper seien, konnte ich mich mit Hilfe der von M. SCHULTZE angewandten Methoden und Experimente vielfach überzeugen; ebenso sind dieselben auch im abgestorbenen Protoplasma nachzuweisen. Diese Gebilde erscheinen als sehr feine, in Grösse ziemlich übereinstimmende, rundliche oder eckige, scharf begrenzte Körperchen, welche das Licht immer stark brechen und oft gefärbt sich darstellen. HÄCKEL hat bemerkt, dass die Quantität der Körnchen von der Masse der aufgenommenen Nahrung abhängt. In der That ist es einleuchtend, dass besonders bei ausserhalb der Schale verdauenden Arten, wie *Coscinosphaera*, die Pseudopodien grosse Quantitäten von feinsten Nahrungspartikeln führen müssen und besteht sicherlich ein Theil der M. SCHULTZE'schen Körnchen aus solchen Nahrungspartikeln, ob alle — lässt sich nicht entscheiden, ist aber wenig wahrscheinlich.

Seiner Beschaffenheit nach wird das Protoplasma, abgesehen von den Körnchen, wie von REICHERT, so auch von M. SCHULTZE als eine hyaline, gleichartige Substanz dargestellt. Diese Gleichartigkeit ist aber eine nur relative. Betrachtet man nämlich bei starker Vergrösserung das Pseudopodium einer Collide, z. B. von *Physematium*, so bemerkt man bei genauer Beobachtung einen Unterschied zwischen der Peripherie und dem Centrum desselben. Auf den ersten Blick ist man geneigt, das Pseudopodium als aus einem hyalinen, glasartigen Centraltheile und einer denselben bedeckenden, körnchenführenden, peripherischen Schicht, die der Sitz der noch zu erörternden Contractionserscheinungen ist, bestehend anzunehmen. Bei weiterer Untersuchung ergibt sich aber, dass der Uebergang ein allmählicher ist, und dass der Unterschied zwischen dem wenig thätigen Centraltheile und der beweglichen Peripherie auf der verschiedenen Densität beider

beruht, die lediglich in einer activern Wasseraufnahme durch den Centraltheil ihren Grund finden kann.

Diese feineren Brechungsunterschiede angenommen, bietet uns die Grundmasse des Pseudopodiums in der Ruhe eine hyaline, gleichartige Masse dar.

Diese Gleichartigkeit bleibt aber nicht lange fortbestehen. An einzelnen Punkten der Peripherie des Pseudopodiums beginnen kleine eckige oder wulstförmige Erhebungen sich zu zeigen; ihre Zahl ist erst beschränkt, vergrößert sich aber nach und nach dermassen, dass die Oberfläche mit zahlreichen Fortsätzen der verschiedensten Form sich bedeckt darstellt. Sehr viele Vorsprünge, besonders die spitzen, bilden sich unter den auf der Oberfläche angeklebten Körnchen, so dass nach vollzogener Erhebung dieselben als auf ihrer Spitze Körnchen tragende Fortsätze sich darbieten (Fig. 4 a, b).

(Dass die Spitzen der Fortsätze selbst als Körnchen erscheinen können, wie es REICHERT in seiner Beweisführung gegen die Existenz von irgend welchen wahren Körnchen hervorhebt, ist ganz richtig, aber in vielen Fällen hat man die Körnchen noch vor der Bildung des Fortsatzes gesehen, und in anderen sind dieselben als wahre Körnchen zu erkennen (Fig. 4 i).)

Unterdessen wird neue Protoplasmamasse nachgehoben, die vorhandenen Erhebungen vergrößern sich, zwischen oder neben ihnen entstehen noch andere; die Fortsätze haben jetzt eine mehr rundliche Form bekommen (Fig. 4 k, d); der ganze Faden erhält nach und nach eine wulstige Oberfläche (Fig. 4 c), die Fortsätze vergrößern sich mehr und mehr und bieten abgeplattete oder birnförmige Contouren dar; durch die Vergrößerung des Umfanges der einzelnen rücken nahe stehende Fortsätze einander zu, durch Vereinigung derselben bilden sich umfangreichere, zwiebelartige Gebilde mit knolliger, unregelmässiger Oberfläche aus; durch Contraction des Protoplasmas derselben erscheint der im Protoplasma diffus vertheilt gewesene gelbbraune Farbstoff in ihnen mehr concentrirt und bedingt somit ihre gelbliche Färbung. Diese knollenartigen Auswüchse können sich zu verhältnissmässig bedeutenden Massen entwickeln, die in ihrem Durchmesser die gewöhnliche Breite eines Pseudopodiums auf das sechsfache übertreffen können.

Nur die kleinen spitzen oder schwach abgerundeten Erhebungen, mögen sie Körnchen führen oder nicht, schreiten auf der ganzen Länge des Pseudopodiums in einer Contractionswelle ähnlicher Weise fort. Die mehr ausgebildeten Wülste bilden sich zu verschiedenen Zeiten, auf verschiedenen Stellen des Fadens, aus, in oft sehr träger Weise,

werden passiv mit der ganzen Masse des Pseudopodiums bei seiner Hervorschiebung nach aussen mitbewegt, oder durchlaufen als partielle Contractionswellen einzelne Strecken des Fadens, sich dann ganz auflösend. Wenn wir die Bewegungserscheinungen des ganzen Pseudopodiums mit den Contractionserscheinungen eines Muskels vergleichen wollten, so müssten wir uns dann einen Muskelfaden denken, auf welchem zu verschiedenen Zeiten an vielen Stellen desselben idiomusculäre Wülste entstehen und wieder vergehen, und welcher zu derselben Zeit von seine ganze Länge durchziehenden Contractionswellen durchlaufen wird.

Da in der That, während das Pseudopodium von allgemeinen Contractionswellen durchzogen wird, auf verschiedenen Stellen desselben zu verschiedenen Zeiten und mit ungleicher Geschwindigkeit partielle Wülste sich ausbilden und erlöschen, so erscheint die Annahme von nur allgemeinen Contractionswellen, wie es von REICHERT geschehen ist, zur Erklärung dieser Vorgänge ungenügend.

Zu bemerken ist übrigens, dass nach den verschiedenen Arten Unterschiede in den Bewegungen vorkommen. Am besten eignet sich zur Untersuchung *Coscinospaera*, da bei dieser Art die Pseudopodienhaare so zu sagen eine feste, ebene Grundlage darbieten, auf welcher man die Ausbildung der Wülste verfolgen kann, ohne, wie es bei allen freie Pseudopodien ausschickenden Arten der Fall ist, genöthigt zu sein, zu derselben Zeit mit dem Auge den mannichfaltigen Bewegungen der Pseudopodien selbst folgen zu müssen.

Was die Verbindungen der Pseudopodien untereinander anbetrifft, welche von REICHERT für die Polythalamien in keiner Weise angenommen werden, so glaube ich allerdings, dass es bei den Radiolarien nicht zu einer völligen Verschmelzung mehrerer Pseudopodien zu einem Strange, der z. B. dann etwa in eine kleinere oder grössere Anzahl von Pseudopodien sich theilen könnte, kommt; dagegen ist es klar, dass so klebrige Gebilde wie die Protoplasmafäden bei zufälligen Berührungen sich fest aneinander legen, sowie dass wenn zwei verklebte Pseudopodien voneinander weichen, Brückenbildungen auftreten, und habe ich dies in der That oft beobachtet. Durch diese Anastomosen wird zwischen den betreffenden Pseudopodien ein mehr oder weniger reger Substanztausch vermittelt, aber zwischen einem solchen und einer völligen Verschmelzung ist ein grosser Unterschied vorhanden.

Ueberhaupt scheint die Möglichkeit einer solchen völligen Verschmelzung von Pseudopodien einfach auf einer verschiedenen Densität ihres Protoplasmas zu beruhen. So führt M. SCHULTZE bei den Polythalamien neben den sehr leicht miteinander verschmelzenden Pseu-

dopodien von *Gromia oviformis* diejenigen von *G. Dujardinii* an, an welchen »keine Differenzen in Betreff der Consistenz der Substanz noch auch eine Neigung zur Anastomosenbildung« wahrzunehmen sind, und HÄCKEL hebt hervor, dass bei den Radiolarien die Tendenz zur Bildung von Verästelungen und Anastomosen bei den verschiedenen Arten eine verschiedene ist. Dieses verschiedene Verhalten der Pseudopodien bringt er mit dem Körnchenreichtum derselben in Zusammenhang, indem nach seinen Beobachtungen die körnchenlosen, hyalinen Pseudopodien, nur selten Anastomosen oder Verästelungen zeigten (Radiolarien p. 411). M. SCHULTZE findet diese »Beobachtungen mit der Annahme nicht unvereinbar, dass auch hier die körnerreiche Substanz sich auf der Oberfläche einer hyalinen Axe ansammle, und dass in diesen Fällen eine ähnliche Differenzirung der Pseudopodiensubstanz obwalte, wie bei *Actinophrys*« (Das Protoplasma p. 36). Wie oben angegeben wurde, habe ich die centrale Pseudopodiensubstanz der Colliden auch hyalin und körnchenarm gefunden, ich bin aber eher geneigt, dieselbe als eine weniger dichte Substanz zu deuten, und daher erscheint es mir auch nicht zweckmässig, sie mit den festeren, starren Axenfäden der *Actinophryspseudopodien* zu vergleichen. Bei *Actinophrys* erscheinen die centralen und peripherischen Theile als gesonderte Bestandtheile des Pseudopodiums, in den Radiolarien ist der Uebergang ein ganz allmählicher. In ihrer äussern Erscheinung gleichen die Pseudopodien von *Coscosphaera* vielmehr denen von *Actinophrys*, sie können aber nicht nebeneinander gestellt werden, da in *Coscosphaera* die Axenfäden Skeletbestandtheile sind, was bei *Actinophrys* nicht der Fall ist.

Nachdem meine im August und September 1865 in Neapel angestellten Beobachtungen beendet und bereits niedergeschrieben waren, habe ich Gelegenheit gehabt, eine neue Abhandlung des Herrn REICHERT über die Bewegungserscheinungen bei *Gromia oviformis* einzusehen (Monatsber. d. Berl. Akad. Aug. 1865), in welcher seine Anschauungen viel deutlicher ausgesprochen sind.

R. betont jetzt vielmehr die dunkle Contour und gelbliche Färbung der Contractionswülste und beschreibt ganz richtig die mittleren Stadien der Wulstbildung, aber durch das Bestreben, die Nichtexistenz der M. SCHULTZE'schen Körnchen zu beweisen, ist REICHERT genöthigt, zu durchaus künstlichen Annahmen zu greifen. Dass das optische Bild einer feinen, an verschiedenen Stellen zeitweise andauernden Contractionswelle als ein Körnchen gedeutet sein kann, ist wohl richtig; dagegen sind, ganz abgesehen von den Fällen, in welchen die Körnchen als solche auch rein optisch nachweisbar erscheinen, doch die von M.

SCHULTZE für die Realität der Körnchen angeführten Gründe, wie z. B. Versuche mit chemischen Substanzen, Carminversuche, vor allem aber der Nachweis der Existenz derselben im ausgestorbenen Protoplasma, von REICHERT nicht berücksichtigt worden. Aber auch die Basis, auf welche REICHERT seine Negirung der Körnchen gründet, die vom Pseudopodium dargebotene äussere Erscheinung, ergibt sich bei eingehender Prüfung als nicht stichhaltig. Die Hauptthätigkeit des Pseudopodiums entwickelt sich, wie REICHERT richtig hervorhebt, auf der Oberfläche des Fadens, die Körnchen jedoch, welche nach R. Producte der Contractiön sein sollen, finden sich auch ganz bestimmt im Innern der Fäden, und ihr dortiges Vorkommen lässt sich in keiner Weise durch Contractionserscheinungen erklären. Ebenso sind die von M. SCHULTZE hervorgehobenen tanzenden Bewegungen und Umdrehungen der Körnchen auf dem von REICHERT betretenen Wege nicht zu deuten. Um das Vorhandensein von unbeweglichen Körnchen neben in verschiedenen Richtungen sich bewegenden Nachbarkörnchen nach R. Vorhaben zu erklären, müssten wir die Existenz von ungleichmässig verlaufenden, von Zeit zu Zeit starr zurückbleibenden Contractionswellen annehmen, eine Annahme, welche mit der Gleichmässigkeit, die sonst Contractionswellen darbieten, nicht wohl vereinbar wäre. Dass, wie R. meint, »bei der Rückkehr in den sogenannten Ruhezustand jeder Vorsprung genau wieder auf die Stelle des Fortsatzes oder der Lamelle sich zurückzieht, von welcher aus die Erhebung stattfand«, glaube ich auch nicht annehmen zu können. Solches Zurückbeziehen auf die bekannten Erscheinungen bei der Muskelcontraction hätte überhaupt nur dann seine volle Berechtigung gehabt, wenn die begleitenden Umstände in den beiden Fällen die gleichen gewesen wären, was nicht der Fall ist.

Inwieweit die Contraktionen der Pseudopodien nur von einer Rindenschicht herrühren, welche wie eine Scheide die innere bläschenführende, nichtcontractile Substanz umgiebt, wie es von R. für *Gromia* angenommen wird, darüber steht mir bei dieser Gattung kein Urtheil zu, aber bei den von mir untersuchten Radiolarien ist kein Grund vorhanden, einen solchen Unterschied anzunehmen. R. bemüht sich weiter, eine Parallele zwischen dem Muskel und dem Pseudopodium, betreffs der Anordnungsweise ihrer contractilen Theilchen in Beziehung zu der Längsaxe, zu ziehen, aber da diese Verhältnisse auch für den Muskel ungenügend bekannt sind, bei den Pseudopodien aber selbst die äussere Erscheinung noch so wenig bekannt ist, so ermangeln solche Vergleiche für einmal einer festen Basis ganz und gar.

Ueberhaupt sind, wie oben schon angegeben wurde, die Eigen-

thümlichkeiten des Protoplasmas bei den verschiedenen Radiolarienarten im Ganzen noch zu wenig bekannt, und will ich als Beispiel nur noch in Kürze der merkwürdigen Structur, welche das Protoplasma der gewöhnlichen Meerqualster darbietet, und welche von niemand bis jetzt hervorgehoben wurde, Erwähnung thun.

Es besteht dieses Protoplasma aus einer Masse rundlicher oder länglich runder, aneinandergedrängter Kügelchen, welche durch eine zähe, klebrige Grundsubstanz zusammengehalten werden. Die Kügelchen bestehen aus einer stark lichtbrechenden, weichen Masse, von milchigem Ansehen, und erinnern in Grösse, Form und Lagerung zu einander lebhaft an die Dotterkörperchen im Ei eines wirbellosen Thieres. Der ganz aus solcher Masse bestehende Thierkörper des Meerqualsterindividuums schickt starke, unregelmässig zackige Fortsätze aus, welche aus dichtgedrängten Massen solcher Kügelchen bestehen; von den Spitzen derselben gehen in verschiedenen Richtungen ganz feine Fädchen der Grundmasse ab, auf welchen eine rege Wanderung der Kügelchen stattfindet, welche ihrer Grösse halber ganz bestimmt als selbstständige Gebilde zu erkennen sind. Oft bilden auch die feinen Fäden der hyalinen Grundmasse Verdickungen, welche verhältnissmässig bedeutend auffallen können. Durch den Zusammenhang der zackigen Fortsätze, aber mehr noch der Fäden der Grundsubstanz der Nachbarthiere wird der Zusammenhang der Individuen des gesammten Thierstockes hervorgebracht.

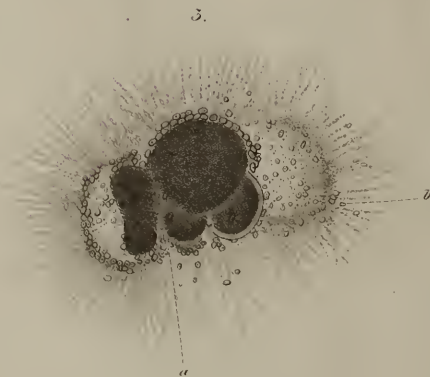
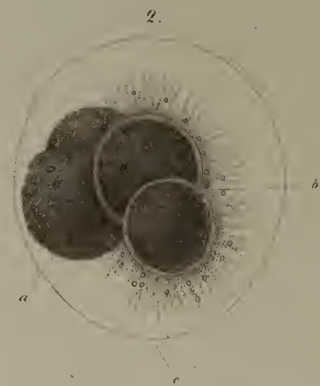
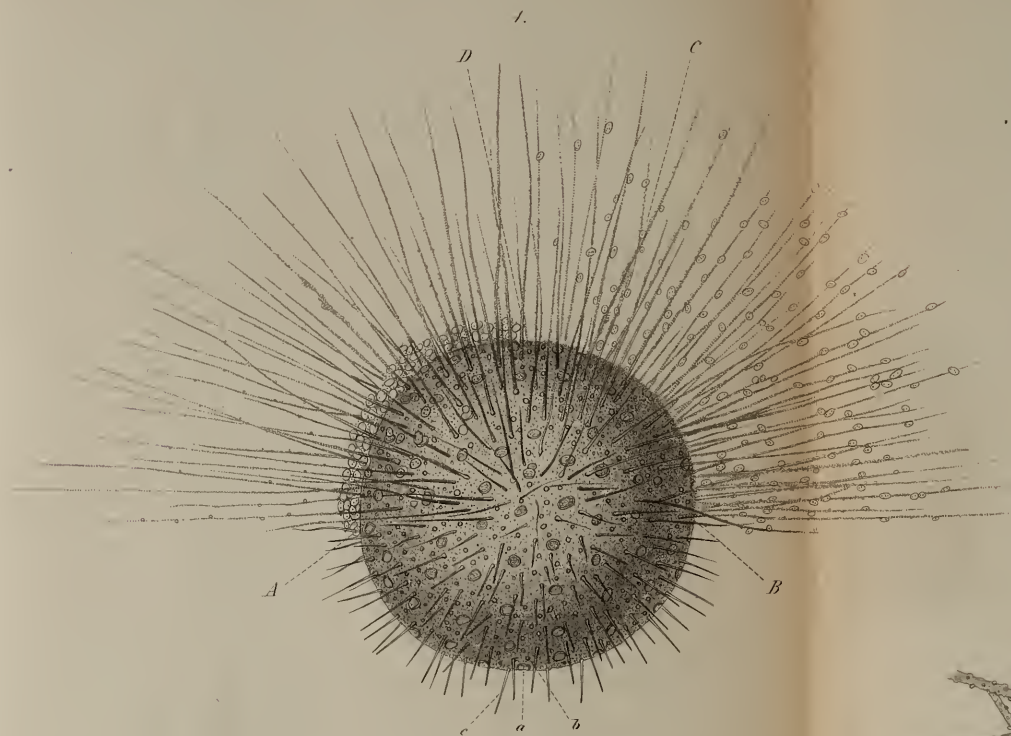
Ich muss mich auf diese wenigen Andeutungen über diese merkwürdigen, von den sonst bekannten so abweichenden Verhältnisse beschränken, da es mir leider nicht vergönnt war, diesmal durch umfassende Untersuchungen tiefer in das Verständniss derselben einzudringen.

Erklärung der Abbildungen.

Tafel XVIII.

- Fig. 1. *Coscinosphaera ciliosa*. Von *A* bis *B* ohne den Protoplasmabeleg und mit nur kurzen Stümpfen der Pseudopodienhaare dargestellt, um die Structur der Schale und die Einsätze der Haare deutlich zu zeigen. *a* Oeffnung grösserer, *b* kleinerer Ordnung, *c* Stumpf eines Pseudopodienhaares. Zwischen *A*, *D* und *B* sind die Pseudopodien vollständig dargestellt und von *A—D* die gelben Körper aus der Schale herausgetreten, von *D—B* auf den Pseudopodien vertheilt gezeichnet. $300\frac{1}{4}$.
- Fig. 2. Theilungsvorgänge der Matrix. Dieselbe ist zunächst in zwei Abtheilungen *a* und *b* zerfallen; *a* zeigt Andeutungen einer secundären Theilung, hat aber noch keine Schale ausgebildet; *b* dagegen hat sich in zwei Kugeln getheilt, welche jede um sich eine Schale mit Pseudopodien gebildet haben; *c* Contour der Mutterschale. $200\frac{1}{4}$.
- Fig. 3. Noch in Zusammenhang stehende Tochterindividuen; bei *a* ist die Continuität der Matrix deutlich, bei *b* eine leere Schale, deren Matrix nicht sichtbar ist. $200\frac{1}{4}$.
- Fig. 4. Stark vergrösserte, in verschiedenen Graden der Contraction sich befindende Pseudopodien von *Coscinosphaera*; *a* und *b* anfängliches Stadium, *c* Anfang einer Wulstformation, *d* und *e* entwickelteres Stadium, *f* drei zusammenliegende verklebte Pseudopodien, zwischen den Pseudopodien *g* und *h* ist eine Brückenbildung sichtbar; *i* Körnchen.

Die verschiedenen Zustände sind aus mehreren Individuen entnommen und nach der Natur so dargestellt, wie sie bei 1200facher Vergrösserung erscheinen. Technischer Schwierigkeiten halber ist jedoch die Zeichnung etwa 2500mal vergrössert.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1866

Band/Volume: [16](#)

Autor(en)/Author(s): Stuart Alexander

Artikel/Article: [Ueber Coscinosphaera ciliosa, eine neue Radiolarie.
328-345](#)