

I. Geschichtliche Einleitung.

Die *Radiolarien* oder *radiaeren Rhizopoden* gehören unter den zahlreichen Thieren verschiedener Klassen, welche die umfangreichen mikroskopischen Forschungen der drei letzten Decennien aus dem vorher wenig bekannten Gebiete der niederen Wirbellosen an das Licht gefördert haben, zu denjenigen, welche erst in der neuesten Zeit genauer bekannt und bisher nur von den wenigsten Naturforschern der Aufmerksamkeit gewürdigt worden sind. Kaum sind 25 Jahre verflossen, seit die ersten eingehenderen Beobachtungen sowohl an einzelnen lebenden, als an einer grossen Anzahl fossiler Formen dieser Abtheilung angestellt wurden), und erst innerhalb der letzten 5 Jahre verband Johannes Müller, in den letzten Arbeiten, mit denen dieser grosse Meister seine ruhmreiche Laufbahn beschloss, die verschiedenen, scheinbar weit auseinander liegenden Glieder der Abtheilung durch die Erkenntniss ihrer gemeinsamen Fundamentalstructur zu einem natürlichen Ganzen und wies ihnen ihre naturgemässe Stellung im zoologischen Systeme, als eine der Polythalamien-Gruppe analoge Abtheilung der Rhizopodenklasse an¹⁾. Es kann auffallend erscheinen, dass eine so umfangreiche und weitverbreitete Thiergruppe, deren zahlreiche Gestalten nicht minder durch den unerschöpflichen Reichthum und die phantastische Mannigfaltigkeit der Erfindung, als durch die unübertroffene Eleganz und die mathematische Regelmässigkeit der Ausführung, mit Recht die höchste Bewunderung erregen. so lange Zeit dem Auge der Forscher völlig verborgen bleiben, und auch nach ihrem Bekanntwerden bisher so wenige Arbeiter zu weiterem Eindringen anlocken konnte. Indess lässt sich diese befremdliche Erscheinung einerseits mit der seltsamen Gestaltung selbst und mit den sehr passiven und wenig ausgesprochenen Lebenserscheinungen der Thierchen entschuldigen, die gewiss manchen Beobachter verleitet haben mögen, zufällig gefangene Radiolarien für leblose Fragmente oder abgelöste Theile von anderen Organismen zu halten, andererseits mit dem Umstande, dass sich dem Fange der Thiere im lebenden Zustande ungewöhnliche Schwierigkeiten entgegen stellen, die theils in der ausschliesslich oder wenigstens vorwiegend pelagischen Verbreitung, theils in der durchschnittlich sehr geringer Grösse der selben begründet sind. Die grössten einzeln lebenden Radiolarien sind unscheinbare kugelige Gallertklümpchen von wenigen Linien Durchmesser; die allermeisten bleiben aber weit hinter dieser Grösse und hinter der Mehrzahl der nahverwandten Polythalamien zurück, erreichen kaum 1/10-1/20 Linie Durchmesser und entziehen sich gewöhnlich dem unbewaffneten Auge völlig. Aus diesen Gründen sind auch die zerstreuten Notizen früherer Naturforscher, welche man etwa auf zufällige Wahrnehmung einzelner Radiolarien beziehen könnte, äusserst spärlich und keine

¹⁾ Johannes Müller, Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres. Aus den Abhandlungen der Berliner Akademie 1858. Wo in der Folge „Müller, Abhandl.“ angeführt wird, ist stets dieses Werk, und nicht die einzelnen Mittheilungen in den Monatsberichten der Akademie, verstanden.

andere gleich umfangreiche Abtheilung des Thier- und Pflanzenreichs hat sich bisher in diesem Grade der allgemeinen Aufmerksamkeit entzogen.

Die ältesten Beobachtungen von Seethieren, welche sich, mit grosser Wahrscheinlichkeit auf Radiolarien deuten lassen, finden sich in mehreren Aufsätzen über Leuchtthierchen, als Grund des Seeleuchtens, zerstreut, die sich sämmtlich in Ehrenbergs umfassender Abhandlung über das Leuchten des Meeres citirt finden¹⁾. Tilesius, welcher Krusenstern auf der in den Jahren 1803-1806 ausgeführten Erdumsegelung als Naturforscher begleitete, bildet unter den zahlreichen Thieren, die er lebend leuchten sah, auch mehrere „sogenannte Infusionsthierchen“ ab, welche meist in den tropischen Meeren bei grosser Hitze und anhaltender Windstille, beobachtet wurden. Sie sind, nach seiner Angabe, „schleimig wie die Mollusken, einige jedoch etwas härter, fast knorpelig, ihr Schimmer matt“. Eine dieser Figuren²⁾, welche er *Leucophra echinoides* nennt, lässt sich ganz gut als eine *Acanthometra* deuten, mit der sie bereits Müller verglichen hat. Auch andere, grössere Radiolarien sind vielleicht unter diesen leuchtenden Infusionsthierchen versteckt; so glaubt Ehrenberg in der *Mammaria adpersa* von Tilesius das *Physematium Atlanticum* Meyens wieder zu erkennen. Er hält beide für Noctilucen oder verwandte kleine Acalephen (l. c. p. 522). Doch ist die Abbildung von Tilesius zu unbestimmt, als dass man mit einiger Sicherheit die Natur des Thieres erkennen könnte. Eine der von ihm gesehenen Formen war roth punktirt, möglicherweise ein Spaeozoum (bifurcum?). Ebenso hält Ehrenberg auch die von Baird 1830 abgebildeten³⁾ leuchtenden Gallerkügelchen welcher dieser zu *Medusa (Noctiluca) scintillans* rechnet, für identisch mit den Mammarien des Tilesius und mit Meyens *Physematium Atlanticum* (l. c. p. 505). Baird sah diese kleinen sphärischen Körperchen auf seiner Reise nach Indien und China in grossen Massen an der Oberfläche der See schwimmend und fand die Menge derselben stets dem Grade des Meerleuchtens entsprechend. Er beschreibt sie als vollkommen kugelig, auf der ganzen Oberfläche mit unzähligen kleinen runden Flecken bedeckt, im Centrum mit einem grösseren, kreisrunden dunkeln Flecke, von da an nach aussen allmählig heller werdend und in der ganzen peripherischen Gallertzone vollkommen hell und durchsichtig, mit Ausnahme der kleinen dunkeln Flecken. Häufig schien die Oberfläche von einer sehr dünnen und durchsichtigen Gallerthaut überzogen zu sein. Baird hält diese Thierchen für identisch mit der von Macartney⁴⁾ als Hauptursache des Seeleuchtens aufgefundenen und abgebildeten *Medusa scintillans*, dies ist jedoch irrig. Die Beschreibung und unvollkommene Abbildung Macartneys ist auf die wirkliche *Noctiluca scintillans* zu beziehen, während Baird unzweifelhaft eine Thalassicollide vor sich gehabt hat. Ob der Abbildung der letzteren aber grade *Physematium Atlanticum* zu Grunde liegt, wie Müller⁵⁾ ebenfalls annimmt, oder ob dieselbe nicht vielmehr eine verwandte echte *Thalassicolla* darstellt, wird schwer zu entscheiden sein. Die dunkeln Punkte könnten eben so gut für gelbe Zellen (vergl. namentlich Fig. 81 c), als für die „Nester“ (centripetalen Zellgruppen) von *Physematium* gelten. Auch bildet sich bei den Thalassicollen nach dem Tode ein dünner membranöser Gallertüberzug, welcher sich ebenso wie die wirkliche Hüllmembran am lebenden *Physematium* in Stücken abziehen lässt. Endlich passt das dunkle nach aussen heller werdende Centrum von Bairds Körpern besser auf *Thalassicolla nucleata*, als auf *Physematium*.

Die ersten genaueren Angaben über lebende Radiolarien rühren von Meyen⁶⁾ her, welcher auf seiner in den Jahren 1832 - 1834 ausgeführten Reise um die Erde 2 Arten *Physematium* und 1 *Sphaerouzoum* beobachtete. Er stellt dieselben als eine eigene, den Nostochinen unter den Pflanzen

¹⁾ Ehrenberg, Das Leuchten des Meeres. Abhandl. der Berlin. Akad, 1834, p. 411.

²⁾ Atlas zu Krusensterns Reise um die Welt ausgeführt in den Jahren 1803-1806 Taf. XXI, Fig. 16ab. Annalen der Wetterauschengesellschaft III. Band 1814; Tilesius, Ueber das nächtliche Leuchten des Meerwassers, p.3679 Taf. XXa, Fig. 16ab. Gilbert, Annalen der Physik 61. Band, 1819; leuchtende Meer-Infusionsthierchen p. 147, Taf. II, Fig. 23a.

³⁾ W. Baird, On the Luminousness of the sea. London's Magazine of natural history, Vol. III, 1830, p.312, Fig.81.

⁴⁾ Macartney, Observations upon Luminous animals. Philosoph. Transact 1810, p.272, Taf. XV, Fig. 9, 10.

⁵⁾ J. Müller, Ueber Sphaerouzoum und Thalassiocolla. Monatsberichte der Berliner Akademie 1855, p. 231.

⁶⁾ Meyen, Reise um die Erde. Nov. act. nat. cur. Vol.XVI Supl. 1834, p.283 (159).

entsprechende Thierfamilie: *Palmellaria* ad, welche mit einer andern (durch *Acrochordium album* repräsentirten) Familie *Polypoza*¹⁾ zusammen eine neue Thierklasse: *Agastica*²⁾ bildet. Die Charakteristik der Familie der palmellenartigen Thiere lautet: „*Palmellaria*“. Mehr oder weniger rund gestaltete Thiere, die aus einer schleimig gallertartigen Masse bestehen, in deren Innerem kleine, gleichmässig grosse Bläschen enthalten sind, durch welche die Fortpflanzung nach der Art wie bei den Nostochinen geschieht. Die Bewegung entsteht durch Zusammenziehung der Oberfläche des Thieres.“ Meyens Beschreibung der beiden, die Palmellarien constituirenden Gattungen wird unten, bei *Physematium* und bei *Sphaerozoum*, angeführt werden. Sie ist sehr unvollkommen und nur zum Theile richtig. Die Angaben über Bewegung und Formveränderung durch Contraction der gesammten Oberfläche der Thiere, ebenso die Angaben über die Fortpflanzung haben sich nicht bestätigt. Dagegen ist hervorzuheben, dass die Sphaerozoen als „kugelförmige Aggregate von Individuen von Physematien“ bezeichnet werden und dass auch die Spicula im Innern der Gallerte von *Sphaerozoum* als „Krystalle, die wahrscheinlich aus reiner Kieselerde bestehen“, erwähnt, und mit den im Innern von *Hydrurus* (aus der Familie der Nostochinen) abgelagerten Krystallen verglichen werden. Diese letzteren sind wirkliche Krystalle, und zwar aus Kalkspath. Die Spicula der Sphaerozoen sind aber, wie Müller richtig bemerkt, gleich denen der Schwämme, keine Krystalle, sondern „organische Skelettbildungen aus einem anorganischen Körper“.

Meyens Beobachtungen über *Physematium* und *Sphaerozoum* blieben lange Zeit das Einzige, was man von lebenden Radiolarien wusste, und da keine weiteren Mittheilungen von anderen Seiten erfolgten, welche sie bestätigen und erweitern konnten, wurden sie wenig berücksichtigt. Erst 17 Jahre später folgen Huxleys Beobachtungen über die Thalassicollen und ungefähr um dieselbe Zeit erst wurde auch Müller auf diese Thiere aufmerksam. Dagegen wurden in der Zwischenzeit eine grosse Menge fossiler Skelete aus verschiedenen Radiolarien-Familien durch Ehrenberg, der sie als Polycystinen beschrieb, bekannt, ohne dass irgend Jemand einen Zusammenhang derselben mit den nahverwandten Sphaerozoen geahnt hätte.

Die ersten Mittheilungen Ehrenbergs über *Polycystinen*, aus dem Jahre 1838, finden sich in seiner Abhandlung „Ueber die Bildung der Kreidelfelsen und des Kreidemergels durch unsichtbare Organismen“³⁾, in der er seine Ansichten über die systematische Stellung der Polythalamien, als einer, den Flustren.. Escharen, Alcyonellen nächstverwandten Ordnung der Bryozoen auseinandersetzt⁴⁾. Am Schlusse derselben heisst es (p. 117): „Neben den fossilen mikroskopischen Organismen der Kreidemergel Siciliens finden sich zwischen den Infusorienschalen mehrere Formen, welche der Gestalt nach sich den Polythalamien, z. B. den Nodosarien ohne Zwang anreihen liessen, deren Schale aber aus Kieselerde besteht, welche in Säuren nicht auflöslich ist, auch für das Auge durchsichtiger

¹⁾ Ausser *Acrochordium album* Meyens wird zur Familie der polypenartigen Thiere nach Lamarks Gattung *Anguinaria* (*Actea* Lamouroux, *Sertularia anguina* L.) gerechnet.

²⁾ „*Agastica*. Thiere ohne Magen. Thiere von vielfach verschiedener Form, aber gleichmässiger Structur. Sie sind ohne alle Fresswerkzeuge und überhaupt ohne alle besondern Verdauungsorgane. Sie zeigen gänzlichen Mangel eines Nervensystems und aller Sinnesorgane; doch tritt bei einigen Bewegung der Säfte auf. Einige leben schwimmend im Wasser; andere sitzen mit einem wurzelartigen Organe auf fremden Körpern auf. Ihre Bewegungen bestehen in Contractionen der Oberfläche, wodurch die frei schwimmenden Thiere sich fortbewegen. Die Fortpflanzung geschieht durch einfache Keime, die sich im Innern ihm Substanz befinden.“ Ibid. p. 283 (159).

³⁾ Abhandl. der Berlin. Akad. 1838.

⁴⁾ Die Charakteristik der Bryozoen oder Mooskorallen lautet: „Pulslose Thiere mit einfach sackförmigem oder schlauchförmigem Ernährungscanale, ohne wahre oder mit wahrer, sich vermehrender Körpergliederung, mit (durch zunehmende Gliederzahl oder Knospenbildung) veränderlicher Körperform und ohne Selbsttheilung; ferner mit periodisch in sehr vielen, wahrscheinlich in allen Individuen vorhandener Eibildung, und daher vermuthlichem Hermaphroditismus. Ordo I. Phlythalamia, Schnörkelkorallen. Libere vagantia et loricata. A. *Monosomatia*. B. *Polysomatia*.“ Wir geben diese, sowie die in den folgenden Anmerkungen und im Texte mitgetheilten systematischen Erklärungen Ehrenbergs und seine Charakteristiken der Klassen, Familien und Gattungen mit Absicht vollständig und wörtlich wieder, da wir wegen seiner abweichenden Ansichten über die Organisation der Polycystinen und der nahverwandten Polythalamien die er bis heute unverändert festhält, unten mehrfach darauf zurückkommen müssen.

glasartiger erscheint, als die mit Balsam durchdrungenen Kalkschalen. Da nun die häutige oder kalkerdige Substanz der Hülle bei der ganzen bekannten grossen Masse der Polythalamien herrschend ist, die häutige oder kieselerdige Substanz der Hülle aber ebenso herrschend bei den Infusorien ist, so dass es bisher noch kein kalkschaliges Infusorium, und kein kieselschaliges Polythalamium gegeben hat so habe ich mich dafür entschieden, diese kieselschaligen Formen, bis auf weitere Kenntniss ihrer Organismen, zu den polygastrischen Infusorien in die Nähe der gepanzerten Amoebaeen oder Kapselthierchen, Arcellina, als eine besondere, Glieder bildende, korallenstockartige Formenreihe, in einer eigenen Familie, mit dem Namen: Arcellina composita oder Polycystina, *Zellenthierchen*, zu stellen¹⁾. Uebrigens giebt es verkieselte Kalkschalen kleiner wirklicher Polythalamien, die man genau zu unterscheiden hat, und durch die begleitenden Umstände sowohl, als die gleichzeitig zu beobachtenden, noch unveränderten, gleichen Kalkthierchen gewöhnlich leicht unterscheiden kann. Die Gattungen *Lithocampe*, *Cornutella* und *Haliomma* mit mehreren Arten sind dergleichen, den kalkschaligen Polythalamien ähnliche, kieselschalige Polycystinen²⁾. Die Diagnose der neuen Familie der Polygastrica (Kieselinfusorien des Kreidemergels) lautet: „*Polycystina. Nova Familia. Familie der Zellenthierchen. Character familiae: E Polygastricis esse videtur. Lorica silicea, tubulosa, simplex, adultis articulata, apertura unica. (Polygastrica anentera, pseudopoda, loricata, adulta articulata, processibus pediformibus multis ex apertura? = Arcellina composita?)*“³⁾.

Im folgenden Jahre⁴⁾ beschrieb Ehrenberg die Schale einer noch lebenden Polycystine *Haliomma radians*, welche er in den griechischen Kreidemergeln bereits fossil gefunden hatte. Er sah dieselbe in Nordseewasser aus Cuxhaven wieder, in Gesellschaft vieler lebender Polythalamien. „Bewegung und bestimmte Organe sind nicht beobachtet, indem auch die wenigen von Cuxhaven aus dem Seewasser stammenden Exemplare ganz krystallhell waren. „In der späteren Mittheilung⁵⁾ über die Polycystinen von Barbados sagt er dagegen, dass er 2 Formen, welche in der Nordsee bei Cuxhaven leben, *Haliomma ovatum* und *Haliomma radians* lebend beobachtete. Sie zeigen eine olivenbräunliche Erfüllung der Zellen und sind in der Structur des weichen Körpers unklar geblieben.“

Im Jahre 1844 erwähnt Ehrenberg, gelegentlich der Mittheilungen, welche er der Berliner Akademie über verschiedene von ihm untersuchte fossile Bildungen und Meeresabsätze machte, noch mehrere neue Arten und Gattungen von Polycystinen, welche unter den Polygastrica aufgeführt und meist kurz charakterisirt werden. In der „Mittheilung über 2 neue Lager von Gebirgsmassen aus Infusorien als Meeresabsatz in Nordamerika und eine Vergleichung derselben mit den organischen Krei-

¹⁾ Während Ehrenberg hier die Polycystinen als zusammengesetzte Arcellinen anführt, sagt er in seinem gleichzeitig erschienenen grossen Infusorienwerke („Die Infusionsthiere als vollkommene Organismen“, Leipzig, 1838) dasselbe von den Polythalamien. Es heisst daselbst p.136: „Hätten die kleinen Polythalamien wirklich den von ihm (Dujardin) vermutheten Bau, so würden sie zu den gepanzerten Amoebaeen oder den Arcellinen, vielleicht in besonderer Familie, zu stellen sein, deren physiologischer Character von ihm nicht erkannt wurde. Es wären dann nämlich korallenstockbildende Arcellinen, deren Oberhaut gewiss nicht fehlt“.

²⁾ Eine ähnliche Ansicht findet sich in den Monatsberichten der Berliner Akademie von demselben Jahre, 1838, ausgesprochen. Ehrenberg sagt daselbst p. 198: „Eine ganz andere Natur (als die Polythalamien) scheinen diejenigen Thierchen der Kreidemergel zu haben, welche bei einer den Polythalamien ähnlichen Form einen Kieselpanzer besitzen. Diese mögen sich an die Familie der Arcellinen bei den Infusorien in der Classe der Polygastrica als *Arcellina composita* anschliessen, bis irgend eine directe Beobachtung eines lebenden *Thierchens* über die Stellung schärfer entscheidet. Uebrigens giebt es verkieselte Kalkthierchen, die man genau zu unterscheiden hat. So hat denn der Verfasser mehrere den Nodosarien und Dentalinen sehr ähnliche, vielleicht bisher als solche verzeichnete Formen, ihres bestimmten Kieselpanzers halber, als besondere Gattungen, erstere als *Lithocampe* und letztere als *Cornutella* getrennt und zu den Infusorien gezogen, auch für mehrere ganz neue Formen neue Gattungen gebildet“.

³⁾ Hieran schliesst sich die Charakteristik der 3 neuen Gattungen mit 6 Arten, welche die Familie der Polycystinen bilden:

1. *Lithocampe*. Loricae siliceae articuli in adulto in serie simplici recta cylindrica dispositi, apertura sub apice, laterali
2. *Cornutella*. Loricae siliceae articuli in serie simplici conica, cornu curvatum referente, evoluti.
3. *Haliomma*. Loricae siliceae (foraminosae) articuli in adulto in seriem spiralem globosam accreti.

⁴⁾ Ehrenberg, Ueber noch jetzt lebende Thierarten der Kreidebildung und den Organismus der Polythalamien. Abhandl. der Berlin. Akad. 1839, p.154.

⁵⁾ Monatsber. 1847, p.47.

degebildet in Europa und Africa¹⁾ wird die neue Gattung *Lithobotrys*²⁾ mit 3 Arten charakterisirt, und ferner 18 andere neue Arten aus den Gattungen *Cornutella*, *Flustrella*, *Haliomma* und *Lithocampe*, welche theils in mittelländischem organischem Polirschiefer (Kreide!) aus Oran in Africa, Caltanissetta in Sicilien und Aegina in Griechenland, theils in nordamerikanischem organischem Polirschiefer (Kreide?) aus Richmond und Petersburg in Virginien und Piscataway in Maryland gefunden wurden. In demselben Jahre legte Ehrenberg „einige vorläufige Resultate seiner Untersuchungen der ihm von der Südpolreise des Kapitän Ross, sowie von den Herren Schayer und Darwin zugekommenen Materialien über das Verhalten des kleinsten Lebens in den Oceanen und den grössten bisher zugänglichen Tiefen des Weltmeeres vor“³⁾. Hier sind die Schalen von 3 neuen, noch lebenden Arten der bis dahin nur fossil bekannten Gattungen *Lithobotrys* und *Lithocampe*⁴⁾ beschrieben. Sie fanden sich theils in dem Rückstande aus etwas geschmolzenem Pfannkuchen - Eise („Pancake Ice“, dünnen und flachen strichweis schwimmenden Eisstücken), das an der Barriere in 78° 10' S. Breite, 62° W. Länge getroffen wurde. theils in Meeresgrund, der durch die Sonde aus 1140' Tiefe an demselben Punkte heraufgezogen wurde, theils endlich in filzigen Chaetoceros -Flocken, die in 64° S. B., 160° W. L. auf der Oberfläche des hohen Meeres schwammen. Endlich werden in einer dritten Mittheilung „über eine neue, an neuen Formen sehr reiche marine Tripelbildung von den Bermuda - Inseln“⁵⁾ 2 neue Arten *Haliomma* und eine neue *Lithocampe* charakterisirt⁶⁾.

Während die Summe aller in diesen verschiedenen Gesteinen und Niederschlägen, wie im Meeressand beobachteten Polycystinen- Formen nur 39 Arten betrug (5 lebende und 34 fossile), welche auf 5 (später, 1847, auf 15) Genera vertheilt wurden, erhielt diese kleine Anzahl 1846 mit einem Male einen beträchtlichen Zuwachs, welcher die bis dahin nur als Familie der Polygastrica betrachtete Thiergruppe zum Range einer besonderen Klasse erhob. Im December 1846⁷⁾ publicirte E h r e n b e r g „vorläufige Mittheilungen über eine halibiolithische, von Herrn R. Schomburgk entdeckte, vorherrschend aus mikroskopischen Polycystinen gebildete, Gebirgsmasse von Barbados“. Das in diesem Mergel, welcher in und mit Sandstein Felsen bildet, enthaltene Material war so ausserordentlich ergiebig, dass in wenigen Wochen die Zahl der Formen, welche meist höchst zierlich geflochtenen Körbchen, Laternen, Vogelbauern, Sternen, Scheiben, Bechern und Netzen gleichen, zu mehr als 140 Arten vermehrt wurde, welche sich auf 31 Genera vertheilten. In einer angehängten vorläufigen tabellarischen Uebersicht dieser kieselschaligen Thierklasse, welcher E h r e n b e r g schon damals "manchen Charakter der Polythalamien" vindicirte, charakterisirt er dieselbe folgendermassen: (l. c. p. 385) „*Polycystina*, *Zellenthierchen*: *Animalcula testa silicea (quam Bryozoa sicut Mollusca abhorrent) reticulata inclusa, tubo cibario (nunc verisimilius non polygastrico) simplici? articulatione spuria sensim aucta saepe insignia, sed concamerationibus veris (Polythalamiorum)) destituta, nunquam (contra legen Bacillariorum) sponte dividua, saepe in polypariis cellulosis regularibus coalita, post mortem saxorum et aliorum montium immensa materies“.*

Die Klasse wird in 2 Abtheilungen, *Polycystina solitaria* („Testae siliceae spatio interno ample pervio, aut passim levius transverse constricto“) und *Polycystina composita* („Testae siliceae spatio interne Celluloso“) gespalten. Zu

¹⁾ Monatsber. 1844, p. 57. 2-2. Februar.

²⁾ *Lithobotrys* nov. gen. Animal e Polycystinorum familia, liberum. Loricae siliceae articuli in adulto non in seriem, sed in uvae (brevis) formam, id est in loculos plus minus discretos nonnullos contiguos dispositi. Proxime ad Lithocampem accedit. Animal vivum ignotum.

³⁾ Monatsber. 1844, p. 182. 13. Mai.

⁴⁾ *Lithobotrys denticulata* (*Lithopera denticulata* Monatsber., 1847, p. 43). *Lithocampe antarctica* (= *Eucyrtidium antarcticum*. Ibid). *Lithocampe australis* (= *Eucyrtidium australe* Ibid).

⁵⁾ Monatsber. 1844, p. 257. 27. Juni.

⁶⁾ *Haliomma Amphisisiphon* (= *Astromma Entemocora*. Monatsber. 1847, p.43). *H. nobile*: *Lithocampe aculeata* (= *Pterocanium aculeatum*. Ibid. p. 43).

⁷⁾ Monatsber. 1846, p. 382. 17. December.

ersteren gehören die 3 Familie der Halicalyprtrinen, Lithochytrinen und Eucyrtidinen, zu letzteren die 3 Familien der Haliommatinen Spyridinen, und Lithocyclidinen.

Der unermüdliche Fleiss und die Schnelligkeit, mit der Ehrenberg jedes neue, auch noch so umfangreiche Material bewältigte, machte es ihm möglich, bereits nach Verlauf von kaum 2 Monate jener ersten vorläufigen Mittheilung eine ausführlichere Charakteristik der neuen Thierklasse folgen zu lassen und die Artenzahl um mehr als das Doppelte (über 300) zu vermehren. Im Februar 1847 veröffentlichte Ehrenberg diese ausgedehnten Beobachtungen „über die mikroskopischen kiesel-schaligen Polycystinen als mächtige Gebirgsmasse von Barbados, und über das Verhältnis der aus mehr als 300 neuen Arten bestehenden, ganz eigenthümlichen Formengruppe jener Felsmasse zu den jetzt lebenden Thieren und zur Kreidebildung. Eine neue Anregung zur Erforschung des Erdlebens“¹⁾. Die Gesteinsmasse der Insel Barbados auf den Antillen, die diesen überraschende Reichthum an neuen, ungeahnten Thierformen eröffnete, und in der bereits ihr Entdecker, der berühmte Reisende, Sir Robert Schomburgk, Infusorienschalen beobachtet hatte, bildet in dem „Scotland and Be-low-Cliff“ genannten Theile der Insel einen 1100' hohen, mächtigen Gebirgsstock, welcher die 150' mächtige Deckschicht von jungem Korallenkalk durchbricht und sich im Mount Hillaby bis zu 1148' über die Meeresfläche erhebt. Dem blossen Auge zeigt diese Felsmasse keinen besondere Charakter und scheint nur aus oft eisenschüssigen Sandsteinen, sandigen Kalksteinen und erdige Mergeln zu bestehen. Ein Blick unter das Mikroskop ergiebt, dass dieselbe hie und da, wie keine andere bisher bekannte Gebirgsart, theils wesentlich gemischt, theils ganz vorherrschend aus kiesel-schaligen Polycystinen, des Oceans gebildet ist. Da, wo die sandsteinartigen Gebirgsmassen kalkhaltig also wirkliche Mergel, und dann öfter weiss und mürbe wie Kreide sind, fanden sieh in der Mischung kalkschalige mikroskopische Polythalamien, meist weniger gut erhalten, als die kiesel-schaligen Polycystinen. Die nicht kalkhaltigen, mergelartig weissen, mehr oder weniger mürben Gebirgsarten jene Gegenden sind ein zuweilen, in Halbopal übergebender Tripel, welcher mit Ausschluss einer gewisse (selten die Hälfte des Volumens erreichenden) Menge von kiesel-schaligen Diatomeen, Spongienfragmenten etc., ganz aus Polycystinen und deren Fragmenten besteht. Die festeren sandsteinartigen Gebirgsmassen lassen zuweilen ganz deutlich ihre Umwandlung aus Polycystinen erkennen. Da aber, wo, wie es häufig vorkommt, Eisen beigemischt ist, hat sich das organische Element am meisten verändert Auch die schwarze Gebirgsart des Burnthill (Brandberges), welcher 5 Jahre lang fortgebrannt haben soll, und welcher in vulkanischem Rufe steht, enthält grosse Massen oft wohl erhaltener Polycystinen. Der tief schwarze Mergel desselben ist nicht gebrannt und vulkanisch geschwärzt, sondern bituminös und verliert seine kohlenartig schwarze Färbung durch Glühen. Die schwarze Schicht des Berges ist nie, so wenig als die darauf gelagerte, graue, vom Feuer berührt worden; wohl aber zeigen rothgebrannte Proben und Schlacken aus der Nähe, dass ein Erdbrand das bituminöse Lager theilweise zerstört haben muss. Auch diese gebrannten Massen zeigen Polycystinen.

Was den Charakter und das Alter des merkwürdigen Barbadosmergels betrifft, so schliesst Ehrenberg aus einer Vergleichung der Polycystinen, die denselben zusammensetzen, mit denjenigen Polycystinen, welche theils noch leben, theils in dem halibolithischen (ganz aus See - Organismen gebildeten) tertiären Tripel und Polirschiefer von Oran, Zante und Aegina, so wie von Virginien und den Bermuda-Inseln, theils endlich in dem Kreidemergel von Caltanissetta in Sicilien vorkommen, das die Formenmasse, welche das Gestein von Barbados bildet, der jetzt lebenden Organismenwelt, so wie der Tertiärzeit fremdartiger ist, als der scundären Kreide von Caltanissetta in Sicilien. Unter den 282 minus 15 Polycystinen von Barbados fand sich nämlich nur eine einzige Art (*Haliomma ovatum*), welche mit einer der 5 jetzt lebend bekannten Arten übereinstimmt; ferner nur 10, als die kleinere Hälfte, von jenen 21 Arten, welche den (Vorwiegend aus Diatomeen gebildeten) oben erwähnten tertiären halibolithischen Tripeln und Mergeln gemeinsam sind; dagegen wurden von den 18 Arten, die schon aus dem Kreidemergel von Caltanissetta bekannt waren, 8 gleichfalls im Barbados-Mergel

¹⁾ Monatsber, 1847, p. 40. 11. Februar.

wieder beobachtet, und neuerlich fanden sich im ersteren noch 6 andere (zusammen also 14 Arten), welche ebenfalls im letzteren vorkommen.

Nicht nur die unerwartete Masse von sehr bestimmt charakterisirten neuen Formen sondern auch der jetzt erst scharf hervortretende constante Charakter in der eigenthümlichen Gitterstructur der Kieselschalen bestimmte Ehrenberg, wie erwähnt, die vorher als Familie der Polygastrica, als „zusammengesetzte Arcellinen“ aufgefasste Thiergruppe der Polycystinen jetzt als besondere Klasse aufzustellen. Da ihm die Weichtheile völlig unbekannt waren, musste er sich an die Structur der Schale halten, welche sich ihm durch ihren Kieselgehalt eben so weit von den kalkschaligen Polythalamien, als durch die, vielen Polythalamien äusserst ähnliche, Form, die Quergliederung oder „zellige Anordnung des Gerüsts“, von den kieselschaligen Polygastricis (Diatomeen) zu entfernen schien. Er hält dieselben daher für eine besonders organisirte Klasse kieselschaliger Thiere und stellt dieselben „sammt den Räderthieren und Polythalamien (Bryozoen) in die Abtheilung der pulslosen Schlauchthiere (Tubulata asphycta) mit den Echinodermen zusammen“. Die Stelle, an der er sich über die Verwandtschaft der Polycystinen und über ihre Beziehungen zu den Polygastrica einerseits, zu den Polythalamien andererseits ausspricht, l. c. p. 46, lautet folgendermassen:

„Was nun die Verwandtschaft dieser kleinen Thierformen mit den schon bekannten Thierabtheilungen anlangt, so hat der Verfasser die im Jahre 1835 von ihm der Akademie übergebene Uebersicht des Thierreichs nach dem ihm eigenen Princip überall gleich vollendeter Entwicklung¹⁾ seinem Urtheil wieder zu Grunde gelegt. Zwar sind seitdem mehrere dort berührte Umstände im Detail näher bestimmt worden, aber die Hauptgruppen und Charaktere sind unverändert dieselben geblieben. Hiernach zeigt sich in dem kieselschaligen zarten organischen Gebirgsmaterial von Barbados ein von den polygastrischen und polythalamischen Thierformen gleich stark abweichender Charakter, aber auch eine grosse Verwandtschaft zu diesen beiden Gruppen, welche, nicht muthmasslich, sondern genauen Untersuchungen des Verfassers zu Folge, erfahrungsmässig einen sehr verschiedenen Bildungstypus haben. Die Kieselschale bindet sie an die Polygastrica, welche den strahligen Darmbau haben; aber die Quergliederung sammt der ganzen zelligen Anordnung des Gerüsts bindet dieselben an die nicht strahligen, einen schlauchartigen Darmbau habenden an, welche stets kalkschalig, nie kieselschalig sind. Da der Darmbau bei keiner lebenden Form bisher hat beobachtet werden können, so tritt erst aus der physiologischen Formbildung der ganzen höchst zahlreichen Formengruppe eine nähere Verwandtschaft zu den Moosthierchen (Bryozoen) und namentlich den Polythalamien (Schnörkelkorallen) hervor, welche in ihren Nodosarien sehr ähnliche Formbildungen wie die Polycystina solitaria, in ihren vielleibigen Soriten, Pavoninen, Melonien aber durchaus ähnliche Bildungen wie die Polycystina composita, die Haliommatina und Lithocyclidina zeigen. Auch ist die Kreuzform und das Strahlige in den Siderolinen und Siderospiren, sogar der jetzt lebenden Meeresbildungen (Monatsber. 1845, p. 376) vorhanden. Dessenungeachtet finden sich an den kleinen Kieselschalen der Polycystinen physiologische Charaktere, welche dieselben, auch abgesehen von dem Kieselpanzer, den Polythalamien ganz entfremden, das ist der Mangel wirklicher Kammern, deren Existenz den Körper der Polythalamien ganz anders gliedert und auch den Namen bedingt. Ferner ist bei der Mehrzahl der Einzelformen deutlich dass ihm Körpergliederungen nicht, wie bei den Nodosarien und Rotalien, mit dem Alter an Zahl zunehmen, sondern individuell abgeschlossen sind, ein wichtiger Charakter. Andererseits ist die nicht abschliessende leichtere Quergliederung der Polycystinen ein den Bacillarien, welche stets Längstheile in ihrem Skelete und in ihrer Entwicklung zeigen, ganz fremder Charakter.

¹⁾ Das „Princip überall gleich vollendeter Entwicklung im Thierreiche, welches sämmtlichen systematischen Arbeiten Ehrenbergs bis auf den heutigen Tag zu Grunde liegt, entwickelt derselbe in der Abhandlung über die Acalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee“ (Abhandl. der Berlin. Akad. 1835, p. 181). Danach besitzen alle Thiere, bis zur Monade herab, einen und denselben gleichen Bildungstypus. In keiner Klasse ist die Organisation einfacher, als in der andern. „Ein Thier ist jeder dem Menschen in den Hauptsystemen des Organismus gleicher lebender Körper ohne Gleichmass dieser Systeme oder jeder (und mit Sicherheit nur ein solcher) Organismus, welcher ein Ernährungssystem, ein Bewegungssystem, ein Blutssystem, ein Empfindungssystem und ein Sexualsystem besitzt“ (l. c. p. 247).

„Mit diesen und noch andern Gründen hält der Verf. die Polycystinen nicht weiter, für vermuthliche Polygastrica; nicht mehr für zusammengesetzte Arcellinen, sondern vielmehr für der Abtheilung der Schlauchthiere, *Tubulata*¹⁾, den Bryozoen gleich, angehörige, aber kieselschalige und besonders organisirte Formen. So würden dann im Systeme diese Naturkörper als den Polythalamien zunächst stehend, den herz- und pulslosen Gefässthieren mit einfachem schlauchartigem Darne in besonderer Gruppe anheimfallen. Die individuell an grössten entwickelten Formen ihrer Abtheilung wurden die Holothurien und Seeigel, Echinoidea, sein.“

In der tabellarischen dichotomen Uebersicht der neuen Klasse, welche Ehrenberg dieser seiner ausführlichsten Mittheilung über die Polycystinen anhängte (l. c. p. 54), und welche zur Ergänzung der schon 1846 mitgetheilten vorläufigen Uebersicht dient, werden 44 Gattungen charakterisirt und auf 7 Familien vertheilt, welche zusammen 282 Arten zählen. Wir haben dieselbe unten wörtlich und vollständig wiedergegeben, da eine ausführlichere Charakteristik später nicht erfolgt ist, und da dieselbe also den einzigen Anhaltspunkt zur Bestimmung der von Ehrenberg aufgestellten Familien und Gattungen bildet. Ueber die Principien für die Systematik der neuen Formenmasse bemerkt E h r e n b e r g: „das Verhältniss der Abschliessung der Einzelthieren und bei den Einzelthieren die Oeffnungen im Panzer, von denen die vordere meist gitterartig oder fensterartig, die hintere offen ist, sind als physiologisch wichtige und nothwendige Charactere des Organismus zu den grösseren Abtheilungen, Gliederung und Anhänge zu generischen Abtheilungen benutzt.“ (l. c. p. 53.)

Vier Jahre später, nachdem Ehrenberg die Polycystinen als neue Klasse aufgestellt, gab derselbe eine vorläufige Mittheilung „über eine weit ausgedehnte Felsbildung aus kieselschaligen, Polycystinen auf den Nikobaren - Inseln, als erstes Seitenstück des Polycystinen - Gesteines von Barbados der Antillen“²⁾. Danach sind die Thone, Mergel, und wohl auch die kalkhaltigen Sandsteine (Sandsteinmergel), welche bis auf 2000 Fuss Erhebung den festen Kern, und fast den ganzen Unterbau und Aufbau der Nikobaren-Inseln bilden, nicht unorganische Trümmersmassen älterer Gesteine, sondern vorweltliche Halibiolithe, Producte eines reichen mikroskopischen Meereslebens. um welche der neuere Korallenanbau nur unterhalb einen schmalen Mantel bildet. Sowohl die grauen Thone von Car-Nicobar, als die weissen, meerschaumähnlich leichten und die eisenhaltigen, rothund weissbunten Thone von Camorta bestehen zum grossen Theil aus Polycystinen, von denen über 100 Arten, theils neue, theils mit denen von Barbados identische, unterschieden werden konnten. Ganz besonders schön entwickelt ist dies Material auf der Insel Camorta., wo ein etwa 300 Fuss hoher Berg bei Frederikshavn sowohl unten, als in der Mitte und oben, bunte Polycystinen-Thone trägt, während die Mongkata-Hügel auf der Ostseite der Insel ganz und gar aus einem meerschaumähnlichen leichten, weissen Thone bestehen, der ein ziemlich reines Conglomerat von Polycystinen und ihren Fragmenten mit vielen Spongolithen ist.

Die Felsen von Barbados und von den Nikobaren sind bis jetzt die einzigen geblieben., in denen Polycystinen in dieser Masse, entweder überwiegend, oder fast ausschliesslich, gesteinsbildend aufgefunden worden sind. Gegen diese treten die oben erwähnten Kreidemergel und Polirschiefer von einzelnen Küstenpunkten des Mittelmeeres (von Caltanissetta in Sicilien, Oran in Africa, Aegina und Zante in Griechenland), von den Bermuda-Inseln im nordatlantischen Ocean und von einigen Orten Nordamerikas (Richmond und Petersburg in Virginien, Piscataway in Maryland) völlig zurück, da sie

¹⁾ In der eben erwähnten Abhandlung (p. 256) angehängten tabellarischen Uebersicht, in welcher das „Naturreich des Menschen oder das Reich der willensfreien, beseelten Naturkörper“ in 29 hinsichtlich der Organisation gleich vollkommen entwickelte Klassen getheilt wird, bilden die Tubulata die eine Abtheilung der pulslosen und marklosen Thiere; die Wirbellosen werden darin folgendermassen geordnet: Ganglioneura (Evertebrata): a. Sphygmozoa s: Cordata. III. Articulata. IV. Mollusca. b. Asphycta s: Vasculosa. V. Schlauchthiere. Tubulata. 18. Bryozoa. 19. Dimorphaea (Sertularina, Tubularina). 20. Turbellaria (rhabdocoela). 21. Nematoidea. 22. Rotatoria. 2.3. Echinoidea (Echinus, Holothuria, Sipunculus). VI. Traubenthier. Racemifera (Raidiata). 24. Asteroidea. 25. Acalephae. 26. Anthozoa (excl. Sertularinis, Tubularinis), 27. Trematoden. 28. Complanata (Turbellaria dendrocoela). 29. Polygastica.

²⁾ Monatsber. 1850, p. 476. 19. December.

im Verhältniss zu der grossen Masse anderer kiesel- und kalkschaliger Organismen immer nur einzelne wenige Polycystinen-Arten enthalten. Dasselbe gilt von einem, „marinen europäischen Polygastrern-Lager (Halibolith-Tripel) bei Simbirsk in der Nähe von Kasan“, welches 11 Polycystinen-Arten, darunter 4 neue enthielt ¹⁾, und von einer durch Philippi aus dem Morro de Mijellones (an der Küstengrenze zwischen Chile und Bolivia) übersandten neuen Gebirgsmasse, einem weissen halibolithischen Polirschiefer (Tripel), in welchem Ehrenberg 7 Polycystinen-Arten aus 7 verschiedenen Gattungen fand, unter denen die neue Gattung *Chlamydophora* ²⁾. Bei der grossen Masse verschiedener Gesteine aus allen Gegenden der Erde, welche Ehrenberg mikroskopisch untersucht hat, muss dieses vereinzelt Vorkommen der Polycystinen sehr auffallend erscheinen.

Die Reihe der Mittheilungen Ehrenbergs über fossile Polycystinen ist hiermit und mit den weiter unten erwähnten Abbildungen in der Mikrogeologie bis jetzt abgeschlossen. Die noch folgenden Angaben über Polycystinen, welche sich in den letzten Jahrgängen der Monatsberichte, bis Ende 1860, finden, betreffen sämmtlich die Schalen von Polycystinen, welche gelegentlich mehrerer Tiefenmessungen und Sondirungen mit dem Schlamm vom Grunde verschiedener Meere gehoben wurden. Auch hier beziehen sich seine Angaben lediglich auf die kieselartigen Schalen, da er lebende Thiere oder Schalen, in denen noch der todte weiche Körper sichtbar war, nicht erhielt. Das überaus reiche Material, welches in jener Beziehung keinem andern Forscher so, wie Ehrenberg zu Gebote stand, und der rastlose Fleiss, mit dem er die Grundproben untersuchte, gaben ihm Gelegenheit, die Zahl der schon bekannten Gattungen und Arten, von denen viele gleichzeitig fossil und im Meeresschlamm gefunden wurden, noch ansehnlich durch neue Formen zu vermehren.

Am 16. Februar 1854 ³⁾ berichtete Ehrenberg „über das organische Leben des Meeresgrundes in bis 10800 und 12000 Fuss Tiefe“. Er hatte durch den bekannten amerikanischen Marineofficier Maury 8 verschiedene Proben des Meeresgrundes von den tiefen Sondirungen der amerikanischen Marine zwischen Nordamerika und den Azoren erhalten. Dieselben waren 1853 an verschiedenen Stellen des atlantischen Oceans, zwischen 37- 54° N. B. und 7-50° W. L. auf der Brigg Delphin mit Brookes Senkloth ausgeführt, einem Sondirungs-Apparat, dessen eiserne Spindel mit Talg umgeben ist, in den sich lockere Bodentheile eindrücken und so heraufziehen lassen, ohne dass das Wasser Alles abspülen kann. Die 8 Grundproben enthielten zahlreiche theils kieselige, theils kalkige Skelete von Pflanzen und Thieren, und Fragmente von solchen, namentlich zahlreiche Diatomeen und am massenhaftesten Polythalamien. Die 5 tiefsten Grundproben enthielten auch 40 Polycystinen-Arten, und zwar in folgendem Verhältniss zur Tiefe:

Tiefe des Meeresgrundes:	6480'	8160'	9480'	10800'	12000'
Zahl der Polycystinen-Arten:	15	10	7	16	14

Unter diesen Formen sind 29 neue, 11 bekannte, und von letzteren sind mehrere identisch mit solchen, die fossil in den Gesteinen von Barbados und Caltanissetta beobachtet sind, so: *Cornutella clathrata*, *Eucyrtidium lineatum*, *Lithobotrys cribrata* etc. Die Charakteristik der 29 neuen Arten, unter denen auch die 2 neuen Gattungen: *Cenosphaera* und *Spongodiscus* sich befinden, findet sich im Monatsbericht 1854, p. 237, 240.

In demselben Jahre trug Ehrenberg „weitere Ermittlungen über das Leben in grossen Tiefen des Oceans“ vor⁴⁾. Von Edward Forbes, welcher 1842 auf dem Beacon die bekannte Reise nach Kleinasien machte, auf der er den Charakter der unterseeischen Fauna in verschiedenen Meerestiefen

¹⁾ Monatsber. 1865, p. 305. Die Arten sind ohne Diagnose genannt.

²⁾ Monatsber. 1856, p. 425. 14. August. Die Arten werden bloß genannt, die neue Gattung nicht charakterisirt; übrigens ist der Name „*Chlamydophorus*“ bereits 1825 von Harlan für eine in Chili gefundene Gürtelthier-Gattung verbraucht.

³⁾ Monatsber. 1854, p. 54. 4)

⁴⁾ Monatsber. 1854, 15. Juni.

zu bestimmen suchte, hatte er 11 Grundproben erhalten, welche aus verschiedenen Tiefen des Aegaeischen Meeres mit besonderen Senkapparaten gehoben worden waren. Die beiden tiefsten von diesen Grundproben, von 1020' und 1200' Tiefe, enthielten unter zahlreichen anderen kiesel- und kalkschaligen Organismen auch 5 Polycystinen¹⁾, während die 9 anderen Proben aus geringeren Tiefen deren keine enthielten. Diese wiederholte Beobachtung des Zunehmens der Polycystinen-Schalen mit der zunehmenden Tiefe des Meeresgrundes, auf dem sie leben sollen, führt Ehrenberg zu der Vermuthung, dass die reineren Polycystinen-Gesteine, wie die Mergel von Barbados und den Nikobaren, stets aus besonders grossen Tiefen gehoben sind und einer entfernteren vorweltlichen Bildungsepoche angehören. „Ja, man kam mit ziemlicher Gewissheit schon die Vermuthung aussprechen, dass die Hebung überwiegend aus Polycystinen gebildeter Massen aus nicht wohl weniger als 12000' Tiefe geschehen sein mag.“ Barbados, dessen Polycystinen-Mergel Forbes für mittlere Tertiärbildungen hält, würde nach Ehrenberg einen „vulkanisch aus grosser Tiefe im Meere hervorgetriebenen Nabel oder Kegel darstellen, dessen weitere Basis und Umgebung vom Meere bei der Hebung abgewaschen worden, und der deshalb eine so beschränkte Verbreitung zeigt“ (p. 312).

Die von Forbes 1842 begonnenen Tiefmessungen des Mittelmeeres wurden 1857 von Spratt fortgesetzt und reichten zu bis dahin im Mittelmeer ungeahnten Tiefen von 1500 - 9720 Fuss. Von den dabei mit dem Senkapparate heraufgehobenen Grundproben erhielt Ehrenberg 5 verschiedene Sorten, aus Tiefen von 1500, 3000, 6600, 6900, 9720 Fuss zwischen Malta und Creta gehoben²⁾. Es fanden sich darin 25 Polycystinen aus 13 verschiedenen Gattungen, darunter 11 neue Arten und 1 neue Gattung, (*Pylosphaera*), deren Charakteristik sich im Monatsbericht des folgenden Jahres findet³⁾.

Am 4. August 1859 las Ehrenberg „über neue massenhafte Polycystinen des Meeresgrundes aus 13200 Fuss Tiefe bei Zankebar und legte die Zeichnungen und Praeparate vieler neuer eigenthümlicher Formen aus diesen Tiefen vor“⁴⁾. (Ein Referat des Vortrags ist nicht gegeben.) Dagegen machte derselbe am 18. August eine Mittheilung über Proben des Tiefgrundes im rothen Meere bis zu 2766' Tiefe, in welchen, bei grossem Reichthum an kalkschaligen Thieren, alle Polycystinen fehlen⁵⁾.

Die jüngsten Mittheilungen Ehrenbergs über Schalen von Polycystinen, vom 13. December 1860⁶⁾ enthalten die kurze Charakteristik von 22 neuen Gattungen. Das reiche Material zu diesen neuen Entdeckungen lieferten ihm verschiedene Tiefgrundproben, welche von dem nordamerikanischen Lieutenant Brooke mittelst eines neuen, von ihm erfundenen, sehr verbesserten Senkapparates, durch den die sehr lästige Verunreinigung der Grundproben mit Talg vermieden wird, an verschiedenen Stellen des stillen Oceans aus sehr bedeutenden Tiefen gehoben worden waren. Der Grundschlamm der einen dieser Proben, welche Brooke am 11. Mai 1859 aus 19800 Fuss Tiefe zwischen den Philippinen und Marianen-Inseln⁷⁾ gehoben hatte, enthielt 79 Polycystinen-Arten, von denen hervorgehoben wird, „dass ihre Menge und Formenzahl mit der Tiefe des Meeres zunimmt“. Die 6 anderen Tiefgrundproben, welche von B r o o k e im October und November 1858 an verschiedenen Stellen des stillen Oceans zwischen Californien und den Sandwich-Inseln⁸⁾ aus 11700, 12000, 14400,

¹⁾ Unter diesen 5 Arten sind 2 neue: *Eucyrtidium* Aegaeum und *Flustrella bicellulosa*.

²⁾ Monatsber. 1857, p. 546. 26. November. „Ueber organische Lebensformen in unerwartet grossen Tiefen des Mittelmeeres.“

³⁾ Monatsber. 1858, p. 12, p. 30.

⁴⁾ Monatsber. 1859, p. 553. 4. August.

⁵⁾ Monatsber. 1859, p. 50. 18. August.

⁶⁾ Monatsber. 1860, p. 819. 13. December.

⁷⁾ Latit. 18° 03' N. Longit. 129° 11' E. Greenwich. Monatsber. 1860 p. 766. 10. December. Eine vorläufige Mittheilung aber die Beschaffenheit dieser Tiefgrundproben hatte E h r e n b e r g bereits am 26. Juli und 1. November 1860 gemacht. Vergl. Monatsber. 1860, p. 466 und p. 588.

⁸⁾ Zwischen Latit. 20° 52' N. bis Latit. 31° 06' N. und Longit. 129° 49' W. bis Longit. 151° 50' W. Greenwich.

15000 und zweimal aus 15600 Fuss Tiefe gehoben worden waren, enthielten zusammen 69 verschiedene Polycystinen-Arten, welche wieder mehr als die Hälfte aller organischen Formen ausmachten.

Die grosse Anzahl der neuen, zum Theil von allen bekannten sehr abweichenden Gattungen (22) unter der relativ geringen Arten-Zahl erscheint auffallend und führt auf den Gedanken, dass sie vielleicht als charakteristische Bewohner dieser ausserordentlichen Tiefen, bis zu denen vorher niemals die Forschung vorgedrungen war, anzusehen sind. Ehrenberg sagt in dieser Beziehung¹⁾: „Ganz besonders bemerkenswerth ist es, dass aus jener Tiefe so viele Formen hervorgehoben worden sind, welche den bekannten aus allen Meeresverhältnissen der Erde bisher zusammengetragenen und in den marinen urweltlichen Felsschichten aller Alter fossil genannten sich nicht anschliessen, sondern als 22 neue Genera besonders zu verzeichnen sind. Mehrere dieser neuen Genera sind zwar schon aus anderen hohen Tiefgründen von mir verzeichnet worden, allein dass sie hier um so bedeutend vermehrt werden und sonst nirgends in flachen Verhältnissen gesehen worden sind, ist für das Leben der Tiefgründe von Wichtigkeit.“ Jedoch ist zu bemerken, dass vielleicht nur die Hälfte von diesen 22 neuen Gattungen wirklich fortbestehen wird. Von 7 derselben²⁾ führt Ehrenberg selbst an, dass sie als Polycystinen zweifelhaft sind und mehr Aehnlichkeit mit den Pollenkörnern verschiedener Pflanzen, als mit den Kieselschalen der übrigen Polycystinen zeigen³⁾. Es ist dies um so beachtenswerther, als theilweis nicht einmal die Kieselerde sich darin nachweisen liess, und als es andererseits bekanntlich Blütenstaub, besonders von Coniferen, giebt, der äusserst schwer zerstörbar und sogar fossil in tertiären und Kreide-Lagern vollkommen gut erhalten ist. Was die 4 übrigen von den 11 zweifelhaften Gattungen anbetrifft, so lassen sich dieselben auf andere Radiolarien-Gattungen reduciren⁴⁾, worüber das Nähere unten zu vergleichen ist. wo wir hinter Ehrenbergs Tabelle, der Polycystinen-Gattungen auch die Diagnosen dieser neuen Genera vollständig angeführt haben.

Von der grossen Anzahl von Polycystinen-Schalen, welche Ehrenberg theils fossil in den genannten Gesteinen, theils in den Grundproben verschiedener Meere gefunden hat, ist bisher nur erst ein sehr kleiner Theil durch Beschreibung oder Abbildung bekannt geworden. Die lateinischen kurzen Charakteristiken von 77 Arten finden sich in den Monatsberichten der Berliner Akademie von 1844 bis 1858 zerstreut. Die Abbildungen von 72 Arten, welche zum Theil schon in den eben erwähnten Charakteristiken kurz beschrieben waren, sind in Ehrenbergs umfangreicher Mikrogeologie⁵⁾ veröffentlicht worden⁶⁾. Diese vereinzelt und im Vergleich zu dem reichen angesammelten Material sehr fragmentarischen Mittheilungen bilden bis jetzt die einzige Grundlage unserer Kenntnisse von den fossilen und von den auf dem Meeresboden zerstreuten Radiolarienskeleten, da ausser Ehrenberg bisher noch kein anderer Forscher derartiges, Polycystinenschalen enthaltendes Material zum Gegenstande seiner Untersuchungen gewählt hat. Ausgenommen ist nur Bailey in New-York, wel-

¹⁾ Monatsber. 1860, p. 772.

²⁾ *Dermatosphaera*, *Disolenia*, *Trisolenia*, *Tetrasolenia*, *Pentasolenia*, *Polysolenia*, *Mazosphaera*.

³⁾ Ibid. p. 773.

⁴⁾ Rhopalodictyum fällt der Diagnose nach mit Dictyastrum zusammen. *Euchitonia* ist wohl nur ein älteres Stadium von *Histiastrium*. *Distephanolithis* dürfte zu *Acanthodesmia*, und *Schizomma* zu *Tetrapyle* zu ziehen sein.

⁵⁾ C. G. Ehrenberg: Mikrogeologie. Das Erden und Felsen schaffende Wirken des unsichtbar kleinen, selbstständigen Lebens auf der Erde. Leipzig, 1854. Fol.

⁶⁾ Die Abbildungen von Polycystinen in der Mikrogeologie sind, je nach den verschiedenen Fundorten der Thiere, auf 8 verschiedene Tafeln folgendermassen vertheilt: - Taf. XVIII, Fig. 110, 111. Aus dem Halibolith von Nordamerika, von Virginien bis Maryland verbreitet, und auf den Bermuda - Inseln; 2 Arten. - Taf. XIX, Fig. 48 - 56 und 60 - 62. Aus dem plastischen Thon von Aegina; 12 Arten. - Taf. XX, 1, Fig. 20-25 und 42. Aus dem Plattenmergel von Zante; 5 Arten. - Taf. XXI, Fig. 51 - 56. Aus dem weisslichen Mergelschiefer und Polirschiefer von Oran in Africa (Terra Tripolitana, Tripel); 6 Arten. - Taf. XXII, Fig. 20 - 40. Aus dem weissen Kalkmergel von Caltanissetta in Sicilien; 22 Arten. - Taf. XXXV A, XIX, A, Fig. 5. Aus 1200 Fuss tiefem Meeresgrund des Aegaeischen Meeres (*Eucyrtidium Aegaeum*) und XXI, Fig. 18 aus Rückstand geschmolzenen Meereises vom Südpol (*Eucyrtidium australe*); 2 Arten. - Taf. XXXV B, Fig. 16 - 23. Aus erdigem Meeresboden des atlantischen Oceans von 10800 - 12000 Tiefe; 9 Arten. - Taf. XXXVI, Fig. 1 - 33. Aus dem weissen Polycystinenmergel von Barbados der Antillen und von den Nikobaren bei Hinterindien; 33 Arten. - Viele Arten sind mehrfach, von den verschiedenen Fundorten, abgebildet worden.

cher 1856 die kurzen Diagnosen und Abbildungen von 12 neuen Polycystinenschalen vom Grunde des Kamtschatkischen Meeres veröffentlichte¹⁾)

Während so Ehrenberg durch Entdeckung des überraschenden Formenreichtums, der in diesen zierlichen und vielgestaltigen Kieselschalen sowohl auf dem Meeresgrunde, als in einzelnen fossilen Gesteinen bis dahin verborgen lag, den Zoologen ein neues vielversprechendes Feld der Forschung eröffnete, waren inzwischen auch schon lebende Polycystinen von Huxley beobachtet worden, ohne freilich einen Zusammenhang mit den Polycystinen Ehrenbergs zu ahnen. Diese Beobachtungen wurden im December 1851 veröffentlicht²⁾. Huxley, welcher als Naturforscher an der Erdumseglung des Rattlesnake Theil nahm, fand in allen Meeren, aussertropischen und tropischen, welche er durchsegelte, in grosser Menge die eigenthümlichen gallertigen Körper schwimmend, welche er *Thalassicolla* genannt hat. Es sind gallertartige, durchsichtige, farblose Massen von sehr verschiedener Form, bald kugelig, bald ellipsoid, bald mehr oder weniger cylindrisch verlängert. Sie zeigen keine Spur von Contractilität oder selbstständiger Ortsbewegung, sondern flottiren ganz passiv an der Oberfläche der See. Huxley unterscheidet 2 sehr verschiedene Formen derselben, *Thalassicolla punctata* und *Th. nucleata*, von denen die erstere theils kugelige, theils elliptische oder länglich walzliche Gallertmassen bildet, die dem blossen Auge mit dunkeln Flecken übersät erscheinen, während die zweite, kleinere Form stets kugelig ist und der dunkeln Flecke entbehrt., dafür aber einen dunkel schwärzlichen Kern im Centrum besitzt. Wie wir unten sehen werden, stellt diese letztere den Typus einer skeletlosen solitären Radiolarie dar und wird fortan ihren ersten Namen gültig beibehalten. Dagegen zerfällt die *Thalassicolla punctata* in 4 verschiedene Arten von zusammengesetzten Radiolarien, von denen eine mit dem schon von M e y e n beschriebenen *Sphaerozoum fuscum* identisch oder mindestens ganz nahe verwandt ist. Die punktirten Thalassicollen bestehen aus einer dicken structurlosen, gallertigen Rindenschicht, welche eine grosse centrale, blasenförmige Höhlung oder ein Aggregat von solchen hellen Blasen umschliesst, die Huxley den Vacuolen der Sarcode Dujardins vergleicht. In der gallertigen Rinde, näher ihrer innern Oberfläche, sind kleine sphärische oder ovale Körper eingebettet, welche das punktirte Aussehen veranlassen. Jedes Sphaeroid derselben hat 1/200 - 1/250 Zoll im Durchmesser und bildet eine Zelle, von einer dünnen aber festen Membran umschlossen, welche, einen klaren, fettig aussehenden Kern von 1/1400 - 1/800 Zoll Durchmesser enthält, umgeben von einer Masse von kleinen, zuweilen zellenförmig erscheinenden Körnchen. Die Zellen werden bloß durch die gallertige Substanz zusammengehalten und haben keine andere Verbindung, doch strahlten zuweilen von jeder Zelle zarte, verzweigte, fein granulirte Fäden ringsum in die Gallerte aus. Endlich finden sich constant, entweder in der ganzen Gallertrinde zerstreut, oder um die einzelnen Zellen angehäuft, eine wechselnde Anzahl von sphärischen hellgelben Zellen (von 1/1600 Zoll Durchmesser). Huxley vergleicht diese Fundamentalstruktur - eine Anzahl Zellen, durch Gallert vereinigt - einer thierischen *Palmella*. Die eben geschilderte Grundform entspricht derjenigen, die Müller später als *Sphaerozoum inerme* verzeichnet hat. Die Varietäten, die H u x l e y davon auffand, waren folgende: 1) Jede Zelle war von einer Zone von eigenthümlichen Krystallen, ähnlich den sternförmigen Spicula gewisser Spongien, umgeben, bestehend aus einem kurzen Cylinder, von dessen beiden Enden je 3 konische Aeste ausstrahlten, jeder Ast wieder mit kleinen Seitenfortsätzen versehen. L. c. pl. XVI, Fig. 1 - 3. Dies ist Müllers *Sphaerozoum punctatum*. 2) In einer seltneren Form war jede Zelle blau gefärbt und in ein Lager von dicht gepackten, sehr kleinen Körnchen (von nur 1/15000 Zoll Durchmesser) eingebettet und enthielt einige prismatische Krystalle von ungefähr 1/1000 Zoll Länge. Die Spicula der vorigen Art fehlten. Dafür war aber jede Zelle von einer sphäroiden, zerbrechlichen, durchsichtigen, von zahlreichen kleinen Oeffnungen durchbrochenen, also ge-

¹⁾ J. W. Bailey, Notice of Microscopic Forms found in the soundings of the Sea of Kamtschatka. American Journal of Science and Arts 1856 Vol. XXII, p. 1. plate I.

²⁾ Thomas H. Huxley, Zoological Notes and Observations made on board H. M. S. Rattlesnake. III. Upon Thalassicolla, a new Zoophyte. Annals and Mag. of nat. hist. II. Ser. 1851, p. 433.

fensterten Schale umschlossen. Die bei allen Formen vorkommenden hellgelben Zellen lagen noch innerhalb dieser Schale. L. c. pl. XVI, Fig. 6. Diese Form ist das erste beobachtete Beispiel einer zusammensetzten, coloniebildenden Polycystine: Müllers *Collosphaera Huxleyi*. 3) Ein einziges Mal fand Huxley eine Gallert, in der die Schalen nicht einfach gefenstert waren, sondern wo sich jede der wenigen Oeffnungen der Schale in ein kurzes, am Ende quer abgeschnittenes Röhrchen verlängerte. L. c. pl. XVI, Fig. 5. Diese Form hat Müller als *Collosphaera tubulosa*, oder als neue Gattung: *Siphonosphaera, tubulosa*. unterschieden.

Ebenso wie Huxley das Verdienst gebührt, den Bau der schalenlosen und beschalten coloniebildenden Radiolarien, der Sphaerozoen und Collosphaeren zuerst genau untersucht und richtig erkannt zu haben, so gilt dasselbe auch von seiner Beschreibung, der *Thalassicolla nucleata*, des Typus der schalenlosen solitären Radiolarien. Huxley fand diese Gallertkugeln so gross, als die punktirten Thalassicollen mittlerer Grösse, mit einer unregelmässigen schwarzen Centralmasse, umschlossen von einer Zone von klaren zarten Blasen. Zwischen diesen Blasen (Vacuolen, Alveolen), die von aussen nach innen an Grösse abnehmen, sind zahlreiche gelbe Zellen und sehr kleine dunkle Körnchen zerstreut. Ausserdem verlaufen dazwischen zahlreiche platte, verzweigte, sehr zarte Fäden, welche von dem innersten Lager ausstrahlen. In einem Exemplar waren diese Fäden dicht mit äusserst kleinen dunkeln Körnchen besetzt, welche eine active Bewegung zeigten, als ob sie entlang der Fäden circulirten, jedoch ohne bestimmte Richtung. In weniger als einer Stunde war sowohl diese Körnchenbewegung als die exquisit strahlige Anordnung der verzweigten Fäden verschwunden. Durch Rollen unter Druck konnte der centrale dunkle Körper von der umhüllenden Masse befreit werden und erschien dann als ein kugeliges Bläschen von 1/65 Zoll Durchmesser, dessen umschliessende Membran sehr fest, derb und elastisch war. Beim Bersten derselben trat als Inhalt, ein sehr blasses zartes Bläschen heraus und eine heterogene Masse, bestehend aus Oelkugeln, zellen- und kernähnlichen Körperchen und einer feinkörnigen Grundmasse.

Ueber die Stellung der Thalassicollen im Systeme spricht, sich Huxley sehr vorsichtig aus, weist ihnen jedoch einen vorläufigen Platz unter den Protozoen, zwischen den Foraminiferen und Spongien, an. Er hebt hervor, dass die Thalassicollen keine Ausnahmstellung, im Thierreiche einnehmen, sondern sich ganz gut im Kreise der Protozoen unterbringen lassen, der durch die 4 Classen der Spongien, Foraminiferen, Infusorien und Gregariniden gebildet wird¹⁾ *Thalassicolla nucleata* wird einerseits mit *Actinophrys*, mit der sie sehr grosse Aehnlichkeit besitzt, andererseits mit *Noctiluca* zusammengestellt, welche damals nach Quatrefages Darstellungen für einen Rhizopoden galt, und deren innere Körnchenströme allerdings mit der äusseren Körnchenbewegung auf den Fäden der *Thalassicolla* ganz übereinstimmen. Für *Thalassicolla punctata* wird einerseits die Verwandtschaft ihrer Spicula mit den Kieselspiculis vieler Spongien, andererseits die Analogie der durchbrochenen Gitterschalen, welche bei manchen Formen die um die Zellen angehäuften Spicula vertreten, mit den durchbrochenen Kalkschalen vieler Foraminiferen (*Orbitoides*) hervorgehoben. Die offenbare, nahe Verwandtschaft, welche *Thalassicolla nucleata* und *Th. punctata* in allen Einzelheiten ihrer Structur, im Bau der Zellen, der Alveolen, der Fäden und der gelben Zellen zeigen, bestimmen Huxley zu der Annahme, dass beide nur verschiedene Zustände eines und desselben Thieres sind, und dass erstere wahrscheinlich nur eine losgelöste und vergrösserte Einzelzelle der letzteren darstellt. Mit Rücksicht auf die Aehnlichkeit der *Thalassicolla nucleata* mit *Actinophrys* und die damals noch gültige Vorstellung, dass diese ein Reproductionszustand („reproductive stage“) gewisser Vorticellinen sei, tritt

¹⁾ Den Charakter des Protozoenkreises sucht Huxley, der damals herrschenden Theorie v. Siebolds und Köllikers zufolge, in der „Einzelligkeit“, d. h. „es sind entweder einfache gekernete Zellen oder einfache Aggregate von solchen unter sich ganz gleichen und coordinirten Zellen, welche nicht einem gemeinsamen Leben („common life“) untergeordnet sind“. Eine Art ihrer Fortpflanzung besteht in einer endogenen Zellenentwicklung, welcher ein der Conjugation der niederen Pflanzen (Algen) analoger Process vorhergeht.

die Vermuthung nahe, dass *Thalassicolla nucleata* nur ein ähnlicher Reproductionszustand von *Thalassicolla punctata* sei, was durch die Aehnlichkeit der letzteren mit Aggregaten von Schwammzellen oder von Gregarinen (Navicella-Säcke) noch wahrscheinlicher wird. *Thalassicolla nucleata* kann in ähnlicher Weise aus *Thalassicolla punctata* hervorgehen, wie die Schwärmspore der Spongien aus aggregirten Spongienzellen.

Huxleys genaue und sichere Beobachtungen über den Bau der Thalassicollen wurden 4 Jahr später von Johannes Müller in allen Punkten bestätigt. Müllers erste Mittheilungen über Radiolarien rühren aus dem Frühjahr 1855 her und betreffen *Sphaerozoum* und *Thalassicolla*¹⁾. Diese pelagischen Thiere mögen Müller, welcher die an der Oberfläche der See lebenden Thiere mit grösserem Fleisse und Erfolge, als irgend ein anderer Naturforscher, viele Jahre hindurch verfolgt und erforscht hatte, schon seit langer Zeit bekannt gewesen sein. Insbesondere müssen ihm die schon dem blossen Auge sichtbaren, häufig über 1 Zoll langen, punktirten Gallertmassen von *Sphaerozoum* und *Collosphaera* gewiss schon längst aufgefallen sein, da sie im Mittelmeer zu gewissen Zeiten in ungeheuren Schwärmen an der Oberfläche der See treiben und mit dem pelagischen Mulder, dem Auftriebe des feinen Netzes, in der Gesellschaft von Echinodermlarven und ausgebildeten jungen Echinodermen, Medusen, Crustaceen, Pteropoden, Larven dieser und der Gasteropoden, Muscheln, Anneliden und andern Würmern, und Infusorien, zuweilen in grosser Masse gefischt werden. Indess scheint Müller über die selbstständige thierische Natur dieser bewegungslosen, nur passiv an der Meeresoberfläche umhertreibenden Gallertkörper lange Zeit zweifelhaft gewesen zu sein, wie wahrscheinlich schon manche frühere seereisende Naturforscher, denen dieselben nothwendig aufgestossen sein müssen, sie nur für Eier oder losgelöste Theile anderer Organismen und insbesondere für Aggregate von Mollusken-Eiern, von denen einige in der That sehr ähnlich aussehen, gehalten haben. Nach Müllers eigener Angabe hatten sie schon im August und September 1849, wo er sie in Nizza sehr häufig sah, und noch mehr im Herbst 1853 in Messina, wo er sie noch zahlreicher fand und auf den Excursionen „Meerqualster“ nannte, seine besondere Aufmerksamkeit erregt.

Sobald sich Müller intensiver mit diesen Körpern zu beschäftigen anfing, erkannte er sogleich die Identität derselben mit den Sphaerozoen Meyens und den Thalassicollen Huxleys. Er giebt in seiner ersten Mittheilung mit seiner gewohnten Vorsicht dem letzteren Namen den Vorzug vor dem älteren Meyens, um über die thierische Natur der Körper, die ihm damals noch zweifelhaft war, nicht zu praejudiciren. Die Beschreibung Huxleys bestätigt er in allen Theilen und ergänzt dieselbe durch sorgfältige eigene Beobachtungen an verschiedenen Formen von *Thalassicolla punctata*. Sie finden sich nicht nur an der Oberfläche der See, sondern auch in tieferen Schichten, so weit das Auge eindringt. Erscheinungen von activen Bewegungen und Contractilität fehlen gänzlich. Von einer äussern Haut um die weiche Gallert ist keine Spur vorhanden. Die Spicula bestehen, wie Meyen schon vermuthete, in der That aus Kieselerde. Es sind aber keine Krystalle, sondern organische Skelettbildungen aus einem anorganischen Körper. Sie sind entweder, wie die gelben Zellen im ganzen Qualster zerstreut oder bilden einen Hof um die grossen Zellen, welche dem blossen Auge als Punkte des Qualsters erscheinen. Diese Zellen nennt Müller „Nester“. Ihr Körnerinhalt, in dessen Mitte die wie ein Oeltropfen lichtbrechende helle Kugel liegt, ist von einer structurlosen Membran umschlossen. Zuweilen finden sich darin auch kleine prismatische Körperchen, wie Krystalle. Zuweilen sind die runden Nester in die Länge gezogen, bis doppelt so lang als breit, und dann meist ohne Spicula. Auch finden sich einzelne Nester, die aus 2 oder gar 3 mit einander verbundenen Zellen bestehen. Die gelben Zellen, welche meist zwischen Nest und Spicula liegen, umschliessen in einer deutlichen Membran gelbe Körnchen. Sie werden von Jod, in Verbindung mit Schwefelsäure oder Salzsäure, tief gebräunt, während die Gallert und die Nester nur gelb gefärbt werden. An den in der Gallert zerstreu-

¹⁾ Monatsber, 1855, p.299. 19 April.. Johannes Müller Ueber Sphaerozoum und Thalassicolla.

ten, nicht um die Nester angehäuften gelben Zellen tritt eine weitere Entwicklung zu Mutterzellen ein, indem der Inhalt durch Einschnürung in 2, seltener 3 oder 4 runde Kugeln auseinandergeht, die so gross als die noch ungetheilten gelben Zellen sind. Diese Vermehrungsart der gelben Zellen war Müller damals geneigt, auf eine Neubildung von Nestzellen zu beziehen (p. 238), indem er glaubte, dass die bis um das doppelte vergrösserten gelben Zellen unmittelbar in die sehr ähnlichen, kleinsten Nestzellen übergehen könnten, was um so wahrscheinlicher erschien, als er auch an diesen eine ähnliche Vermehrung durch Abschnürung in 2-3 Theile beobachtete. Indess diese letzteren färben sich niemals, wie die gelben Zellen, durch Jod und Schwefelsäure dunkelbraun, und später hat Müller selbst diese Vermuthung zurückgenommen (Abhandl. p. 6). Als eine Varietät von *Thalassicolla punctata*, oder vielleicht als eine besondere Art, *Thalassicolla acufera* beschreibt er einen Qualster, dessen Nester von zweierlei Spicula umgeben sind: einfachen, langen, spitzen, leicht gekrümmten Nadeln, und dreischenkelligen Nadeln, deren Schenkel unter gleichen Winkeln von 120° auseinandergehen.

Die Form der *Thalassicolla punctata* mit durchlöchernten Gitterschalen um die Zellenpunkte war von Müller ebenfalls bei Messina 1853 beobachtet worden und wird von ihm als besondere Gattung: *Collosphaera*, wegen des ganz verschiedenen Skelets, abgetrennt (p. 238). Die genaue Untersuchung derselben lieferte ihm folgende Resultate: Die Nestzellen und der Gallert-Qualster gleichen ganz denen von *Th. punctata*, bis auf die Spicula. Die in den Nestern eingeschlossenen Krystalle, denen Müller einmal bis 27 zählte, und die 1/60" lang werden, sind rhombische Prismen, welche sich sowohl durch diese eigenthümliche Form, als durch ihre Unlöslichkeit in heissem Kali und in kalten concentrirten Mineralsäuren sehr auszeichnen. Sie gehören einem mit schwefelsaurem Strontian und schwefelsaurem Baryt isomorphen, schwerlöslichen Körper oder einer mit diesen isomorphen schwerlöslichen Verbindung an. Die Gitterschalen oder die Nestzellen bestehen aus Kieselerde ohne alle organische Grundlage. Sie erinnern sehr an manche der von Ehrenberg beschriebenen Polycystinenschalen, namentlich an die hohlen Gitterkugeln von *Cenosphaera Plutonis*, welche sich nur durch ihre rauhe Oberfläche und die gleichmässigen runden Löcher unterscheiden.

Auch ächte Polycystinen aus den Gattungen *Haliomma*, *Dictyospyris*, *Eucyrtidium* und *Podocyrtilis* hatte Müller 1853 in Messina lebend mit dem pelagischen Netze gefischt. Er glaubt aber, dass dieselben auf dem Grunde des Meeres leben und nur zufällig, wie auch andere schwerere, auf dem Grunde befindliche Körper., z. B. leere Polythalamienschalen, durch Strömungen fortgerissen und an die Oberfläche geführt werden. Dieser Umstand, sowie der andere, dass diese Thiere selbstständige Einzelwesen sind, entfernt sie von den mit ähnlichen Schalen versehenen Collosphaeren, welche an der Oberfläche leben und Bestandtheile eines grösseren Ganzen sind. Auch waren die lebenden Polycystinen nicht von einer zusammenhängenden Gallert umhüllt. In ihrer gegitterten Schale war eine weiche, dunkelgefärbte Substanz eingeschlossen, welche bei *Eucyrtidium* sehr regelmässig in 4 Lappen getheilt war und bei *Haliomma*, Zellen von gelblichem Körncheninhalt, farblose Zellen und violette Molecularkörperchen enthielt. Aus den Löcherchen der Schale strahlten überall zarte, durchsichtige, discrete Fäden ohne Zweige und Gliederung aus. Sie zeigten keine Bewegung und erinnerten an die strahligen Fäden der *Actinophrys* und der *Acanthometra*.

Unter dem Namen *Acanthometra* stellte Müller noch in derselben ersten Mittheilung (p. 248) eine neue Gattung von solitären pelagischen mikroskopischen Organismen mit Gallerthülle und Kieselstacheln auf, welche er häufig an verschiedenen Stellen des Mittelmeeres, in Nizza, Triest und Messina, ebenfalls mit dem feinen Netze von der Oberfläche der See gefischt hatte, wo sie passiv der Bewegung des Meerwassers hingegeben sind. Sie bestehen aus einer Anzahl (zwischen 10 und 30) sehr langer, nadelförmiger, gewöhnlich vierkantiger Kieselstacheln, welche alle, im Mittelpunkt des weichen Körpers mit keilförmig zugeschnittenen inneren Enden zusammenstossen. Die Stacheln stehen radial in mehreren sich kreuzenden Ebenen paarweis gegenüber, so dass man mehrere, in einem gemeinsamen Centrum sich kreuzende Achsen der Gestalt unterscheiden kann. Gewöhnlich ist der Körper nach den verschiedenen Richtungen gleich lang strahlig, und also im Ganzen kugelig, zuweilen aber auch länglich, indem eine Achse länger als alle übrigen ist. Verbrennt man die Weichtheile,

welche die feste Mitte umgeben, so hängen die kieseligen Stacheln noch nach dem Glühen in der Mitte zusammen, fallen aber sogleich, wenn man sie mit etwas Salzsäure benetzt, in der Mitte mit den keilförmigen, noch kantigen, inneren Enden auseinander. Die die Mitte umgebenden weichen Theile bestehen aus einer dunkelen, körnigen, organischen Masse, von einer durchsichtigen, zarten Haut bedeckt, und um diese herum liegt zwischen den Stacheln die Gallerte, in welcher man frisch äusserst zarte, durchsichtige, strahlige Fäden erkennt. Die charakteristischen Stacheln der Acanthometren sind weder einzeln, noch im Zusammenhange in fossilem Zustande oder in den Niederschlägen des Meeres beobachtet worden.

Wie man aus dieser Zusammenstellung sieht, hatte Müller bereits in dieser ersten Mittheilung über die Thalassicollen, Acanthometren und Polycystinen nicht nur deren Bau, sondern auch die nahen Beziehungen, welche zwischen diesen scheinbar weit auseinandergelenden Organismen obwalten, im Wesentlichen richtig erkannt. Doch hinderte ihn die musterhafte Vorsicht, mit der er sich bei Beurtheilung jeder neuen Erscheinung immer nur streng an das Gebiet der feststehenden Thatsachen hielt, und jeden voreiligen Schluss sorgfältig vermied, schon damals alle 3 Gruppen in einer Abtheilung zu vereinigen. Auch hatte er zu jener Zeit die Körnchenbewegung an den Fäden noch nicht gesehen und die Zusammenstellung der *Thalassicolla nucleata*, die ihm damals noch nicht vorgekommen war, mit der *Noctiluca* durch Huxley selbst machte ihn bedenklich. Indessen wird bereits die Analogie der weichen Strahlenfäden der Acanthometren und Polycystinen mit denen der *Actinophrys* hervorgehoben. Bei Besprechung der Beziehungen zu anderen verwandten Naturkörpern macht Müller namentlich auf die grosse Aehnlichkeit der Kieselbildungen mit denen gewisser Schwämme aufmerksam. Die Acanthometren erinnern an die im Innern der *Tethya* in der Sarcodemasse versteckten Gemmulae, von denen man nicht einsieht, wie sie nach aussen gelangen können. Diese bestehen aus sehr zahlreichen radialen Kieselnadeln, welche im Centrum durch eine albuminöse Masse verbunden sind. Allein diese Spicula sind am centralen Ende abgerundet, ohne blattförmige Kanten. Auch weichen die Gemmulae schon durch die überaus grosse Zahl der Stacheln von den Acanthometren ab. Es ist also nicht wahrscheinlich, dass letztere mit den Spongien irgendwie zusammenhängen. Alles deutet vielmehr darauf hin, dass die Acanthometren selbstständige Organismen, wie die Polycystinen, sind. Weder die erstern noch die letztern trifft man jemals in Mehrzahl beisammen, als Bestandtheile eines grösseren Ganzen, entweder, als mehrfach vorhandene Organeinheiten oder als gesellig verbundene Individuen, wie es die Nester der Thalassicollen sind. Doch ist die Aehnlichkeit der Collosphaerenschalen mit denen gewisser Polycystinen allerdings so gross, „dass man versucht sein könnte, die Meerqualster für Colonieen von Polycystinen zu halten“ (p. 247). Andererseits bieten auch die Schalen der Collosphaeren Analogieen zu den Siebkugeln der Tethyen und die Spicula der Thalassicollen Analogieen zu den Kieselspicula der Spongien dar. Allein die in der Form ähnlichen kieseligen Siebkugeln der Tethyen umschliessen keine Weichtheile und sind nur einzelnen Spicula aequivalent. „Dagegen haben die Kieselschalen der *Collosphaera* die Bedeutung einer Summe oder eines Hofes von Spicula um das wesentliche Zellengebilde, weil der Hof von Spicula um die Zellen der *Thalassicolla* und die Kieselschale um die Zellen der *Collosphaera* Aequivalente sind.“ Auch mit den sogenannten Gemmulae mancher Spongien und Sporingillen, wie z. B. der *Halichondria*, könnte man versucht sein, die von Kieselgebilden umlagerten Zellen der Thalassicollen zu vergleichen. Auch diese Gemmulae sind bald mit Kieselnadeln, stachelförmigen Spicula, bald mit einer Kieselkruste von Amphidiskern umlagert. Indess sind die Gemmulae selbst durch eine constante nackte Depression ("Porus") von den Nestzellen verschieden. Auch sonst sind die Analogieen schwach und ein wesentlicher Unterschied bleibt immer der, dass die Spongien festsitzen, die Thalassicollen frei im Meere herumtreiben. Die Analogie der Skeletformen kann überhaupt nicht allein entscheiden, da ähnliche Skeletformen bei sehr verschiedenen organischen Körpern vorkommen, Nadeln und Netzbildungen kommen häufig bei sehr nah verwandten Organismen, oft in einem und demselben vor. So finden sich Kieselspicula bei Spongien und Thalassicollen, Kieselnetze bei Spongien, Thalassicollen und Polycystinen. Ebenso giebt es Kalkspicula bei Spongien, Polypen, Echinodermen, Mollusken, Kalknetze bei Polypen und

Echinodermen bei letzteren eine Menge. mikroskopischer. complexer, bald ungegitterter, bald gegitterter Kalkformen. Ebenso wenig als die Form, ist die chemische Grundlage des Skelets immer durchgreifend charakteristisch, wie z. B. bei den Spongien in den einen Gattungen Kalkskelete, in den andern Kieselskelete auftreten. Der völlige Mangel jedes Skelets bei *Thalassicolla naclata* und dem offenbar nah verwandten *Physematium*, sowie die von Meyen bei letzterem erwähnte Eigenbewegung, und die von Huxley bei ersterer hervorgehobene, der von *Noctiluca* ähnliche, Körnchenströmung, lassen es Müller am rätlichsten erscheinen, beide vorläufig von den gallertigen pelagischen Organismen mit Kieselskelet zu entfernen.

Grade die Ungewissheit über die gegenseitigen Beziehungen der *Thalassicollen*, *Acanthometren* und *Polycystinen*, und über ihre Stellung im System der organischen Körper, wie die negativen Resultate von Müllers sorgfältigen Bemühungen, über ihre Lebenserscheinungen klar zu werden, mit denen er diese erste Mittheilung im April 1855 schliessen musste, waren geeignet einen Mann von Müllers wissenschaftlicher Energie und Forschungslust aufs höchste zu weiteren Bemühungen anzuspornen, und so sehen wir denn, dass seine drei letzten Reisen an die Meeresküste, im Herbst 1855 nach Norwegen, 1856 nach Cette und Nizza, 1857 nach S. Tropez, fast ausschliesslich diesem Gegenstande gewidmet waren.

Die Reise an die norwegische Küste, welche Müller im Herbst 1855 in Begleitung seiner Schüler E. Claparède, J. Lachmann, W. Schmidt und A. Schneider unternahm, erfüllte indessen ihren Zweck für Müller selbst nicht. Es war dies bekanntlich jene unglückliche Expedition., bei welcher das Schiff, auf dem Müller die Rückreise von Christiansand antrat, in der Nacht vom 9. zum 10. September durch Zusammenstossen mit einem andern Fahrzeuge Schiffbruch erlitt. Müller und Schneider retteten nur mit Noth schwimmend ihr Leben, während Schmidt erkrank. Der furchtbare, langdauernde Kampf mit den Wellen in der finstern Nacht machte auf Müller einen unauslöschlichen Eindruck und an die Stelle seiner besonderen Vorliebe für das Meer trat seit jener Zeit ein tiefes, unüberwindliches Grauen. Nie konnte er sich seitdem wieder entschliessen weder in der leichten Barke, noch auf dem sichern Dampfschiff, sich dem trügerischen Elemente anzuvertrauen. Dieser Umstand ist für die Geschichte unserer Radiolarien noch von besonderm Interesse. Es lässt sich nämlich mit grosser Wahrscheinlichkeit annehmen, dass Müllers Untersuchungen über die Organisation der Radiolarien und insbesondere über den Bau der zusammengesetzten Radiolarien, viel weiter vorgeschritten sein würden, wenn er auf seinen beiden letzten Reisen noch, wie früher, selbst hinausgefahren wäre. um der altgewohnten, liebgewordenen Fischerei mit dem pelagischen Netze obzuliegen. Er wäre dann ohne Zweifel auch auf den Gedanken gekommen, die zarten Meerqualster, welche durch den Mechanismus der pelagischen Fischerei fast immer getödtet oder wenigstens sehr beschädigt, und nur selten lebend erhalten werden, mit dem Glase von der Oberfläche wegzuschöpfen. Gewiss würden ihm so die völlig lebend gefangenen Thiere weitere Aufschlüsse über ihren Bau und ihre Lebenserscheinungen geliefert haben. So gross war aber seine Scheu vor der See geworden, dass er auch zu den gewohnten Barkenfahrten sich nicht mehr entschliessen konnte. Als ich ihn in Nizza im Herbst 1856 wiedersah, hatte er einen Fischer zu dem Geschäfte der pelagischen Fischerei abgerichtet und ebenso liess er sich auf der letzten Reise in S. Tropez die Gläser durch einen Fischer mit dem pelagischen Mulder füllen, aus dem er die Radiolarien heraussuchte.

Die pelagische Fischerei 1855 an der norwegischen Küste blieb, wie gesagt, für Müller resultatlos. Jenes nordische Meer ist sehr arm an Radiolarien, und was er etwa dort gefunden, ging bei dem Schiffbruch mit verloren. Glücklicher waren seine Begleiter Claparède und Lachmann, welche in Bergen zurückgeblieben waren und auf der Bergen benachbarten kleinen Insel. Glesnaesholm ihre Untersuchungen fortsetzten. Claparède beobachtete daselbst in grosser Menge eine grosse neue *Acanthometra*, *A. echinoides*, und zwei kleinere, *A. pallida* und *A. arachnoides*. Die Beobachtungen

sind von Müller in den Monatsberichten von 1855 mitgeteilt¹⁾ und später von Claparède in dem von ihm und Lachmann herausgegebenen Infusorienwerke durch Abbildungen erläutert worden²⁾ *Acanthometra echinoides* besitzt gegen 20 sehr starke, vierseitige, radiale Stacheln, welche an der verbreiterten und keilförmig zugespitzten Basis in 4 Blätter auseinandergehen. Mit den Blattkanten stossen die benachbarten Stacheln zusammen. Dazwischen hat jeder Stachel an der Basis einen rhombischen Schlitz, welcher in einen in der Längsachse des Stachels verlaufenden Canal führt, der sich sowohl an dessen Spitze, als durch mehrere seitliche Schütze öffnet. In diesem Canal verläuft ein Faden, welcher an dem Basalschlitz ein- und an der Spitze austritt und ganz den andern Strahlenfäden gleicht, die allenthalben vom Körper ausgehen. Diese zarten, durchsichtigen Fäden zeigen dieselbe strömende Bewegung von kleinen Körnchen, wie die Strahlenfäden der Actinophrys. Die Strahlen der Acanthometren sind aber weniger steif, als die der letzteren, krümmen sich leise, verlängern und verkürzen sich, fast wie Tentakeln und Füße, und sind die Ursache von ganz geringen Ortsbewegungen des Körpers. Zuweilen machen sie am Ende eine schwingende Bewegung wie Geisseln. Sie sind nicht Verlängerungen der äusseren Haut, sondern durchbohren dieselbe und setzen sich in radialer Richtung in die tiefere organische Masse fort. Diese enthält purpurrothe Pigmentkörner und gelbe Zellen, welche durch ihre Reaction gegen Jod und Schwefelsäure denen der Thalassicollen gleichen. Der kleineren *Acanthometra pallida* fehlen die Pigmente und 4 im Kreuz stehende Stacheln sind grösser als die 16 andern. Zwischen den Strahlenfäden war meist eine, zuweilen ganz fehlende, Gallertschicht wahrnehmbar, welche an todtten Individuen, wo die Fäden nicht mehr sichtbar waren, am stärksten ausgebildet schien. Sehr abweichend verhielt sich die dritte Art *A. archnoides*, welche deshalb später von Claparède zu einer besondern Gattung, *Plagiacantha*, erhoben wurde. Sie besitzt nur 3 solide Kieselstacheln, die fast in einer Ebene liegen und deren jeder sich in 3 Gabeläste spaltet. An die mittlere Vereinigung lehnt sich der gelbliche, kugelige Körper an einer Seite an. Die Stacheln sind von einer zarten Schleimschicht überzogen, welche sich über die Spitze der Stacheln hinaus in gleiche Fäden, wie die der Acanthometren, verlängert. Gleiche Fäden verbinden auch brückenartig die verschiedenen Stacheln. Aus der späteren, ein wenig ausführlicheren und ergänzenden Beschreibung Claparèdes, in seinen Etudes etc. (p. 458) ist noch hervorzuheben, dass bei besonders starken Individuen von *Plagiacantha archnoides* die Stacheln statt, durch Schleim-, durch Kieselbrücken verbunden sind, und dass einmal ein lebendes Individuum beobachtet wurde, wo der mittlere gelbliche Kugelkörper fehlte und nur durch eine zarte Schleimplatte ersetzt war. Ferner wird hinzugefügt, dass die Fäden der Acanthometren sich verästeln und unter einander, wie die der *Actinophrys*, verschmelzen können. Hinsichtlich der *Plagiacantha* bemerkte, Müller in seiner Mittheilung über Claparèdes Beobachtungen noch, dass dieselbe an *Bacteriastrum* erinnere, dessen in einer Ebene liegende Kieselstacheln ebenfalls getheilt sein können, aber darin abweichen, dass sie von einem mittleren kreisförmigen Theile des Skelets ausgehen. Auch einer frisch beobachteten *Dictyocha* wird noch beiläufig gedacht, deren sechsstrahliges Kieselnetz von einer gelblichen organischen Substanz erfüllt war, die das Netz auch auswendig überzog und verhüllte. Der Körper war niemals in weiche Strahlen verlängert. Endlich veröffentlicht Müller bei dieser Gelegenheit die genauere Beschreibung der 5 von ihm 1853 Im Hafen von Messina lebend beobachteten Polycystinen, von deren kieseligen Gitterschale gleiche Fäden, wie die der Acanthometren, ausgingen, und deren innere organische, von der Schale umschlossene Masse ähnliche gelbe Zellen, wie die der Thalassicollen, zeigte³⁾.

Bedeutend erweitert und vervollkommnet wurden Müllers Anschauungen über die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren durch den sechswöchentlichen Aufenthalt in Cette und Nizza

¹⁾ Monatsb. 1865, p. 674. 5. November.

²⁾ Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusoirs et les Rhizopodes. Genève 1858-59, p." Echinocystida. Pl. XXIII, Fig. 1-6. Pl. XXII, Fig. 8-9.

³⁾ Monatsb. 1855, p. 671. 5. November. „Ueber die im Hafen von Niessina beobachteten Polycystinen.“ (Haliomma polyacanthum, Haliomma hexacanthum, Eucyrtidium Zaneleum, Dictyospyris Messanensis, Podocyrtes Charybdea.)

im Herbst 1856¹⁾). Die treffliche Gelegenheit, viele neue Arten daselbst längere Zeit lebend zu beobachten, brachte Müllers Ansichten über die nahe Beziehung jener 3 Gruppen und über ihre Verwandtschaft zu den Polythalamien, dort zu einem bestimmten Abschluss. Insbesondere überzeugte er sich von der Identität der weichen Fäden, mit denen der Polythalamien. Er beobachtete in Nizza nicht nur die *Thalassicolla punctata* Huxleys und seine *Collosphaera Huxleyi*, sondern auch Huxleys *Thalassicolla nucleata* (diese zum ersten Male) in vollkommen lebendem Zustande und sah die weichen Fäden derselben ganz in derselben Weise theilweis untereinander verschmelzen und wieder auseinandergehen, und die Körnchen auf denselben ganz ebenso in wechselnder Strömung an den Fäden auf- und ablaufen, wie bei den Polythalamien. Dasselbe sah er zugleich völlig übereinstimmend an vielen Polycystinen und Acanthometren und somit war die Stellung aller dieser Thiere in der Classe der Rhizopoden, bei denen allein solche Erscheinungen vorkommen, schon damals unzweifelhaft festgestellt. Da hiermit die thierische Natur auch der früher zweifelhaften coloniebildenden Thalassicollen (*Thalassicolla punctata*, *acufera* etc.) entschieden war, so trat der schon vorher von Müller vorgesehene Fall ein, Meyens - Namen *Sphaerözoum* für die letzteren wieder herzustellen und die Gattung *Thalassicolla* auf die solitären Formen ohne Kieselgebilde (*Th. nucleata* und verwandte Formen) zu beschränken.

Die völlig lebende *Thalassicolla nucleata* fand Müller stets ohne Spur einer äusseren Gallert-hülle die nur bei der todten vorhanden ist. Vielmehr sind am ganzen Umfang der Kugel nur die freien Enden der ausstrahlenden Fäden sichtbar. Dasselbe gilt von den Sphaerözoen und Collosphaeren, bei denen auch nur im Tode eine umhüllende Gallertmasse sichtbar ist. Auch die Körnchenbewegung an den Fäden ist nur im Leben sichtbar und hört im Tode sogleich auf. Im Leben strahlen die Fäden nach allen Seiten von den Nestern der Colonie aus- doch wurde eine Verbindung der Fäden verschiedener Nester nicht wahrgenommen. Die Fäden sind contractil; doch sind ihre Bewegungen äusserst schwach und langsam, ebenso wie die dadurch hervorgebrachten Bewegungen des Gesamtkörpers, die bei den Acanthometren als ein sehr langsames Drehen und Wanken der Gestalt gesehen wurden. Die von Huxley beschriebenen Blasen, welche den „Kern“ von *Thalassicolla nucleata* umschliessen, und zwischen denen die Fäden ausstrahlen und die gelben Zellen zerstreut sind, haben nicht die Bedeutung blosser Erweiterungen der Pseudopodien, sondern sind selbstständige, mit einer Membran versehene Blasen, welche öfter ein kleines Bläschen eingeschlossen enthalten. Dasselbe gilt auch von den wahrscheinlich identischen Alveolen in der scheinbaren Gallertmasse der Sphaerözoen. Von Sphaerözoum fand Müller einmal ein solitäres Nest, eine mit einigen wenigen Fäden und gelben Zellen dazwischen besetzte farblose Zelle, welche einen Oeltropfen enthielt. Ausser *Sphaerözoum punctatum* und *acuferum* wurden noch 3 andere Arten beobachtet, von denen sich eine, *S. spinulosum*, durch grade nicht zugespitzte Nadeln mit kurzen rechtwinklig abgehenden Seitenästen auszeichnet. Ob die Sphaerözoen ohne Kieselgebilde, welche mit sehr abweichenden Nestern vorkommen, eine eigene (*S. inerme*?) oder gar mehrere eigene Arten bilden, ist zweifelhaft. Bei einer solchen nackten Form, *S. bicellulare*, bestand jedes Nest aus 2 ineinandergeschachtelten, dünnwandigen Zellen.

Die schon früher von Müller ausgesprochene Vermuthung, dass die Collosphaeren gleicherweise Colonieen von Polycystinen seien, wie die Sphaerözoen gesellig lebende Thalassicollen sind, erhielt nun ihre volle Bestätigung, da er lebende derartige Einzelwesen mit gegitterter Kieselschale sowohl in Cette, als in Nizza sehr häufig pelagisch fischte. Auch hier strahlen von dem lebenden Körper allenthalben die gleichen zahlreichen weichen Fäden aus, auf denen die kleinen Körnchen beständig auf- und ablaufen. Mit den Körnchen werden an der Oberfläche der Fäden auch benachbarte fremde Körper, Körnerhaufen, Schleimklümpchen etc. auf- und abgeführt. Wie bei den Acanthome-

¹⁾ Monatsber. 1856, p. 474. 13. November. „Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres.“

tren, Thalassicollen und Polythalamien, scheint auch hier die Bewegung ganz äusserlich an der Oberfläche der Fäden stattzufinden. Dagegen bemerkte Müller bei den Polycystinen nicht die bei den ersteren, so häufigen Anastomosen der fadigen Ausläufer. Bei den nach einer Seite ganz offenen Polycystinen treten die Fäden nicht nur durch die kleinen Gitterlöcher der Schale, sondern in Menge auch auf der offenen Seite der Schale diese Mündung hervor. Stirbt das Thier, so hört die Körnchenbewegung auf, die vorher steif ausgestreckten Fäden werden schlaff, verschmelzen und werden durch eine gallertige Ausschwungung verhüllt. Bei den Acanthometren, wo die Fäden viel weniger zahlreich als bei den Polycystinen sind, erscheinen sie auch nach dem Tode noch deutlich sichtbar, obwohl retrahirt und sehr verkürzt, als kurze, dicke Cilien. Jeder Stachel ist an seiner Basis von einer zapfenförmigen Verlängerung der Gallerthülle scheidenartig umgeben, und auf der Spitze jeder Stachelscheide steht eine bestimmte Anzahl solcher Cilien oder Fadenstümpfe, welche den Stachel im Kranz umgeben. Auch die Zahl der Stacheln ist bei den Acanthometren fest bestimmt und sie sind nach einem mathematischen Gesetze symmetrisch vertheilt. Meist sind es 20 Stacheln, selten mehr oder weniger, und für diese 20 lautet jene Formel: Zwischen 2 stachellosen Polen stehen 5 Gürtel von je 4 Stacheln, alle nach dem gemeinsamen Centrum der ganzen Sphaere gerichtet, und die Stacheln jedes Gürtels mit denen des vorhergehenden alternirend. Hinsichtlich des Verhaltens der Fäden zu den Stacheln schliesst sich Müller der Ansicht Claparèdes an, dass die Stacheln durchbohrt sind und dass die Fäden an der Basis der Stacheln durch einen Schlitz in deren Axencanal eintreten, in diesem verlaufen und durch die Spitzenöffnung des Stachels vortreten. Auch scheinen bei den Acanthometren die Fäden die häutige Kapsel der Weichtheile zwischen den Stacheln zu durchbohren und durch deren gefärbten Inhalt hindurch ihren Weg radial gegen das Centrum zu nehmen. Bei den Thalassicollen und Polycystinen dagegen war ein solcher Zusammenhang nicht nachweisbar und die Fäden liessen sich immer bloß bis zur Aussenfläche der Pigmentkörner und Fetttropfen enthaltenden häutigen Kapsel verfolgen. Auch liegen hier die eigenthümlichen gelben Zellen immer ausserhalb der letzteren, während sie bei den Acanthometren (wenn vorhanden!) darin eingeschlossen sind. In einem Falle zeigte der Körperinhalt einer Acanthometra eine sehr merkwürdige Erscheinung, ein Gewimmel von kleinen Wesen, wie von Infusorien, von denen sich einige ablösten und umhertrieben. Als Müller sie bei stärkerer Vergrößerung unter dem Druck des Deckplättchens betrachten wollte, war die Bewegung bereits erloschen und es zeigten sich nur zahlreiche kleine, helle, runde Bläschen, von denen einige überaus zarte ähnliche Fäden, wie an den Acanthometren, abgingen.

Alle Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren, welche Müller aus dem Mittelmeer erhielt, wurden pelagisch an der Oberfläche des Meeres mit dem feinen Netze gefischt, in Gesellschaft von lebenden Polythalamien (Orbulinen, Globigerinen etc.) und anderen echt pelagischen Thieren. Die Empfindlichkeit der Thierchen gegen die bei dieser Fangmethode unvermeidlichen Schädlichkeiten ist sehr verschieden. Während die Acanthometren meist äusserst zart und empfindlich sind, und deshalb gewöhnlich nur todt zur Beobachtung kommen, sind die Polycystinen unter denselben Verhältnissen fast immer lebendig. Ebenso sind die solitären Thalassicollen viel weniger empfindlich als die coloniebildenden Collosphaeren und Sphaerozoen, die man nur selten lebend erhält. Was die Localitäten betrifft, so fand Müller die Acanthometren reichlicher bei Cette, die Polycystinen reichlicher bei Nizza, die Thalassicollen ausschliesslich an der sardinischen Küste.

An diese ausführliche Schilderung der allgemeinen Resultate seiner Beobachtungen schliesst Müller noch in dem erwähnten Bericht die Beschreibung der neu aufgefundenen Gattungen und Arten, 14 Acanthometren, 19 Polycystinen¹⁾ und einer Thalassicolla (*Th. morum*). Von besonderem Interesse sind darunter die Uebergangsformen, welche die 3 vorher getrennten Gruppen innig verbinden. Dass die Collosphaeren die Sphaerozoen und Thalassicollen mit den Polycystinen verbinden, war schon früher erwähnt. Dazu kommen nun noch die Mittelglieder zwischen den Acanthometren und Polycystinen, einerseits Claparèdes *Plagiacantha* (*Acanthometra arachnoides*), andererseits

¹⁾ Die 19 Polycystinenarten vertheilen sich auf folgende Gattungen: 2 *Lithocircus*, 1 *Cladococcus*, 1 *Acanthodesmia*, 2 *Dictyosoma*, 1 *Spongospaera*, 9 *Haliomma*, 1 *Stylocyelia*, 1 *Eucyrtidium*, 1 *Podocyrtis*.

Müllers *Acanthometrae cataphractae* (unsere *Dorataspis*), deren Stacheln über der Körperoberfläche Querfortsätze entwickeln, welche zu einer unvollständigen Gitterkugel zusammentreten und sich so den Haliommen nähern.

Müllers letzter Aufenthalt an der Meeresküste, im Herbst 1857, war wieder ausschliesslich dem Studium der Radiolarien gewidmet, welche er diesmal an einem neuen Punkte des Mittelmeeres, bei S. Tropez, an der Küste der Provence, aufsuchte¹⁾. Er bereicherte die Zahl der lebend beobachteten Radiolarien um 9 neue Arten, 5 Polycystinen²⁾ und 4 Acanthometren³⁾. von denen mehrere ein besonderes Interesse darboten. Unter den Polycystinen ist besonders *Tetrapyle octacantha* zu erwähnen. Hier ist die gegitterte Schale mit 4 besonderen grossen Oeffnungen oder Schlitzten versehen, von denen je 2 auf den entgegengesetzten Seiten des Körpers liegen. Aehnlich ist bei *Haliomma Amphidiscus* die plattrunde Gestalt in der Jugend am ganzen Umfange gespalten und wächst aus 2 uhrglasförmigen Scheiben zusammen. Unter den neuen Acanthometren zeichnet sich die neue Gattung *Lithophyllum* dadurch aus, dass sie statt der gewöhnlichen Stacheln dreitheilige Kieselblätter besitzt, deren Blattebenen mit Meridianebenen zusammenfallen. Bei *Lithoptera* breiten sich die nicht hohlen Stacheln entlang 2 gegenüber gelegenen Seiten in gegitterte Querfortsätze aus, so dass jeder Stachel an seinem Endtheil ein sehr breites, flaches, gefensteres Geländer mit rechtwinklig gekreuzten Leisten bildet.

Bei S. Tropez sah Müller auch dreimal die merkwürdige *Thalassicolla morum* wieder, welche er 1856 in Nizza aufgefunden⁴⁾, aber nur einmal beobachtet hatte: eine häutige, kugelige Kapsel mit gelblichem, zelligem Inhalt, zwischen den von ihr ausstrahlenden Fäden mit einer geringen Anzahl ungleich grosser, blauer, zackiger Körper besetzt, welche an Krystall-Drusen erinnern, aber mehr den Lithasterisken der Tethyen zu entsprechen und in die Kategorie der Spicula zu gehören scheinen. Andere neue Thalassicollen fand Müller bei diesem letzten Aufenthalte am Meere nicht. Dagegen wurde im folgenden Jahre von A. Schneider die Beschreibung eines neuen, der *Thalassicolla* verwandten Radiolar mitgetheilt⁵⁾, welches derselbe im Mai und Juni 1857 bei Messina häufig beobachtet hatte. Er stellt dasselbe unter dem Namen *Physematium Mülleri* mit Meyens *Physematium Atlanticum* in derselben Gattung zusammen; indess lässt sich bei der mangelhaften Analyse, die Meyen von seinen Physematien gegeben hat, schwer entscheiden, ob die von demselben beschriebenen Arten mit der bei Messina vorkommenden Species in den Gattungscharakteren wirklich übereinstimmen oder nicht vielmehr generisch verschieden sind. *Physematium Mülleri* unterscheidet sich von *Thalassicolla* besonders dadurch, dass das Aggregat von blassen, kugeligen Alveolen, welche die Hauptmasse des Thieres bilden, nach aussen durch eine besondere, zwar zarte, aber feste Membran abgeschlossen ist, welche den Umfang des Körpers kugelig begrenzt und von welcher erst die Fäden mit den Körnchen ausstrahlen. in der Mitte des Körpers, der bis 5^{mm} Durchmesser hat, liegt eine kugelige Zelle von 0,5^{mm} Durchmesser, mit poröser Wand und mehreren blassen Kugeln im Innern. Nach aussen ist sie von einer Schleimschicht umhüllt, von der allenthalben verästelte, stärkere und schwächere, Schleimfäden ansstrahlen, die zwischen den Alveolen sich ausbreiten und nach aussen zur Hüllmembran verlaufen. Unter der letzteren liegen die „Nester“. „Sie unterscheiden sich von den Nestern des Sphaerocoum und der Collosphaera dadurch, dass sie keine besondere Membran haben. Jedes Nest besteht aus 4-5 keilförmigen Stücken, die mit der breiten Basis an die äussere Haut stossen und noch innen in feine Fäden auslaufen. Zu jedem Nest gehört eine fettartige braune oder orangerothe Kugel, von einer Gallertkugel umschlossen.“ Das Zusammenfliessen der äusseren Fäden und die Körnchenbewegung auf denselben verhält sich wie bei *Thalassicolla*. Auch „gelbe Zellen finden sich spärlich zwischen den Nestern zerstreut. Die Spicula sind längliche Nadeln, S- oder C-förmig leicht

¹⁾ Monatsber. 1858, p. 154. 11. Februar.

²⁾ *Tetrapyle octacantha*, *Haliomma Amphidiscus*, *H. asperum*, *Lithocampe Tropeziana*, *Lithomelissa mediterranea*.

³⁾ *Acanthometra cruciata*, *A. lanceolata*, *Lithophyllum foliosum*, *Lithoptera fenestrata*.

⁴⁾ Monatsber. 1856, p. 477.

⁵⁾ A. Schneider, Ueber 2 neue Thalassicollen von Messina. Müllers Archiv 1858, p. 38, Taf. III B. Fig. 1-4.

gebogen.“ Dass die Bezeichnung „Nester“, welche Schneider von den Individuen der zusammengesetzten Sphaerozoen und Collosphaeren entlehnt, für die eigenthümlichen Gebilde unter der äusseren Haut von *Physematium* nicht passend ist, weil dasselbe wegen der centralen Zelle und der äusseren Hüllmembran ein Einzelthier aus der Gruppe der Thalassicollen und keine Colonie darstellt, hat bereits J. Müller (Abhandl. p. 29) erwähnt. Die *Thalassicolla caerulea*, welche Schneider in demselben Aufsätze ob neue Species beschreibt (p. 40, Tat III B., Fig. 5 - 7.), ist von Huxleys *Thalassicolla nucleata* nicht specifisch verschieden, da die Farbe des bald blauen, bald rothen, bald braunen oder schwarzen Pigments bei dieser Art nicht constant ist und da auch der geformte Inhalt der centralen Zelle den mannigfachsten Abänderungen in Gestaltung und Zusammensetzung unterliegt.

In dem letzten Aufsätze, mit dem Müller die Reihe seiner ausgezeichneten Arbeiten in seinem Archive schloss ¹⁾, und in welchem er die Classe der Radiaten als eine künstlich aus mehreren zusammengesetzte auseinanderlegt, wird auch die naturgemässe Stellung der Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren als Rhizopoden mit radiärem Typus erläutert. Cuviers Abtheilung der Radiaten ist unnatürlich, und lässt sich nicht mehr als solche halten, da auch die Polycystinen ebenso ausgesprochen radiär sind. Von viel grösserer Wichtigkeit, als der symmetrische oder unsymmetrische Typus sind für die systematische Sonderung der grösseren Thierabtheilungen die typischen Differenzen im Ausbau gewisser Organe. So sind namentlich die Bewegungsorgane oft deutlich genug als bindende Unterschiede an die Spitze gestellt, wie bei den Rhizopoden die eigenthümlichen Wechselfüsschen oder Pseudopodien, bei den Echinodermen die wassererfüllten Ambulacren, bei den Würmern die subcutane Muskulatur. „Die Natur hat aber die allgemeinen Typen der Bewegungsorgane mit sehr verschiedenen Graden von Complication der Organsysteme verwirklicht.“ Wie sehr hinter dieser Bedeutung der Bewegungsorgane diejenige der Symmetrie zurücktritt, zeigen grade die Rhizopoden sehr deutlich. „Während in den Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren überall der vollendetste radiäre Typus, die vollkommenste radiäre Symmetrie herrschend ist, und dadurch eine Abtheilung von Rhizopoden mit radiärer Symmetrie. *Rhizopoda radiaria*, begründet wird, so ist dagegen der radiäre Typus in den nächstverwandten *Rhizopoda polythalamia* gänzlich untergeordnet und tritt vielmehr nur selten, wie in den Orbulinen, hervor, dagegen unter den mehresten der übrigen gewöhnlich der spirale oder schneckenförmige Typus herrschend ist. Auch die Infusorien haben zum grossen Theil nichts Radiales an sich; viele, sogar die meisten, sind grade durch den Mangel der Symmetrie, sowohl der bilateralen, als radialen und spiralen, ausgezeichnet.“ Endlich bespricht Müller hier noch die Beziehung der Rhizopoden zu den nahverwandten, ebenfalls mit Pseudopodien versehenen Infusorien, seinen „rhizopoden Infusorien“ (*Actinophrys*, *Amoeba*, *Arcella*, *Diffflugia* etc.) und schliesst mit folgendem Satze: „Ob die rhizopoden Infusoriengattungen mit den Polythalamien, Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren in eine Reihe gehören, bleibt so lange zweifelhaft, als es nicht gelingt, die für die Infusorien so charakteristischen Organe, welche den rhizopoden Infusorien mit den andern Infusorien gemein sind, die contractilen Blasen und ihre Ausläufer, in den Polythalamien, Thalassicollen., Polycystinen und Acanthometren wiederzufinden.“

Alles, was Müller in den erwähnten Aufsätzen über die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren einzeln veröffentlicht hatte, findet sich vereinigt und durch neue Zusätze vermehrt in der letzten Denkschrift, mit der er die Abhandlungen der Berliner Akademie zierte, der schon im Anfang erwähnten Abhandlung: „Ueber die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren des Mittelmeeres“, welche erst nach seinem, am 28. April 1858 erfolgten Tode erschien. Die Denkschrift zerfällt in 5 Abschnitte. Der erste Abschnitt: „Ueber die Organisation und die Lebenserscheinungen“ ist ein Abdruck des im Monatsbericht der Akademie vom 13. November 1856 Mitgetheilten.

¹⁾ Müllers Archiv 1858, p. 90. J. Müller, Geschichtliche und kritische Bemerkungen über Zoophyten und Strahlthiere.

In dem zweiten Abschnitte: „Ueber die Verwandtschaften und die Systematik“ (p.16) werden die Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren als nächstverwandte Rhizopoden mit radiär-symmetrischer, Anlage, im Gegensatze zu den, nur ausnahmsweise radiären *Rhizopoda polythalamia*, unter dem Namen der *Rhizopoda radiaria sive Radiolaria* zusammengefasst und folgendermassen eingetheilt:

A. Einfache, **Radiolaria solitaria.**

1. Ohne Gehäuse, nackt oder mit Kieselspicula. Thalassicollen.
2. Mit kieseligem, netzartigem Schalengehäuse. Polycystinen.
3. Ohne Gehäuse, mit kieseligen Stachelradien. Acanthometren.

B. Zusammengesetzte, **Radiolaria polyzoa.**

4. Ohne Gehäuse, nackt oder mit Kieselspicula. Sphaerozoen.
5. Mit kieseligem, netzartigem Schalengehäuse. Collosphaeren.

Hierauf bespricht Müller die Verwandtschaft der *Rhizopoda Radiolaria* mit den Polythalamien, welche auf Grund der Polycystinenschalen schon von Ehrenberg vor langer Zeit, und ehe die Pseudopodien der Polycystinen beobachtet waren, prognosticirt worden war. Die articulirten Gehäuse der offenen Polycystinen: *Lithocampe*, *Eucyrtidium* etc. entsprechen den gestreckten Polythalamien: *Nodosaria*, *Dentalina* etc., wie die Haliommatinen und Lithocyclidinen den Soriten und Melonien. Müller verfolgt diese Analogie weiter als Ehrenberg, indem er nachweist, dass die einzelnen Abtheilungen der Polycystinenschalen in der That den Kammern der Polythalamien entsprechen, und dass auch die Zahl der Abtheilungen bei den articulirten Polycystinen grade so wie bei den Polythalamien mit dem Alter durch Anwuchs neuer Glieder bis zu einem definitiven Ziele zunimmt. Besonders wird dann die Analogie der cyclischen Polythalamien (*Orbitulites*, *Orbiculina*, *Cyclolina*, *Cycloclypeus*) mit den aus ringförmigen Abtheilungen zusammengesetzten Lithocyclidinen hervorgehoben. Die letztern lassen sich aber wieder auf die articulirten Polycystinen reduciren, indem man einen weiten Trichter mit ringförmigen Abtheilungen (die Grundform der gestreckten articulirten Polycystinen) zu einer uhrglasförmigen Scheibe mit ringförmigen Abtheilungen (der Grundform der Lithocyclidinen) umwandelt. Auch ein Analogon der von Williamson in den Polythalamienenschalen entdeckten Canäle, welche von der Centalkammer aus in den Scheidewänden der Kammern bis zur Oberfläche sich verbreiten und dort sich öffnen, glaubt Müller bei den Radiolarien wieder zu finden, und zwar in den Canälen, welche die Stacheln der Acanthometren und Haliommen durchbohren und zum Durchtritt der Pseudopodien dienen sollen. Am Schlusse dieses Abschnittes wird eine Begrenzung der Radiolarien, einerseits gegen die rhizopoden Infusorien, andererseits gegen die Polythalamien versucht.

Der dritte Abschnitt (p.21) enthält Beobachtungen „über das Wachsthum“ mehrerer Polycystinen. Bei den gestreckten, articulirten, an einem Ende offenen Formen ist das Gipfelglied das erste und die Zahl der anwachsenden Glieder nimmt bis zu einem definitiven Ziele zu. Eine sehr eigenthümliche Art des Wachstums von 2 Seiten findet sich bei *Haliomma Amphidiscus*, einer biconvexen Linse, welche in der Jugend am ganzen Rande offen (gespalten) ist und aus 2 uhrglas förmigen Scheiben zusammenwächst, die jederseits durch radiale Balken mit einer mittleren kugeligen Kernschale zusammenhängen. Dagegen wächst wahrscheinlich bei allen sphärischen Haliommen die Gitterschale aus mehreren Stücken von Gitter zusammen, die von den einzelnen Stacheln auswachsen, wie es von den *Acanthometrae cataphractae* gewiss ist. Es sind dies einfache Gitterkugeln mit radialen Stacheln, welche im Centrum, ohne eine Kernschale wie die Haliommen zu bilden, einfach zusammentreten. Die zu den einzelnen Stacheln gehörigen Gitterstücke sind zwar durch Nähte getrennt. Doch hält es Müller für sehr wahrscheinlich, dass diese Nähte später verwachsen und daß so aus den anfänglichen Acanthometren später kernlose Haliommen mit vollständiger Gitterschale und aneinandergelagten keilförmigen innern Enden der Stacheln entstehen, welche er als neue Mittelgattung: *Haliommatidium*, unterscheidet.

Im vierten Abschnitte: „Ueber die pelagische Verbreitung der Thalassicollen, Polycystinen und Acanthometren (p. 23) stellt Müller zunächst fest, dass alle diese Thiere jedenfalls, unter sonst günstigen äusseren Verhältnissen, in ungeheuren Massen an der Oberfläche der See leben, und in geeigneten Meeren von einer gewissen Tiefe bei günstigem Wetter und ruhiger See täglich im besterhaltenen lebenden Zustande zu Tausenden pelagisch gefischt werden können. Die erforderlichen Bedingungen, um sie in solcher Menge an der Oberfläche der See zu treffen, sind klares, salzreiches, nicht durch Süßwasserzuflüsse, Regengüsse und andere Beimengungen verunreinigtes Wasser, ruhiges, klares Wetter und nicht durch Sturm bewegte Oberfläche, ferner eine gewisse Tiefe des Wassers. Die geringste Tiefe, über welcher Müller sie jemals vorfand, war 18 Fuss, bei Cette, und 40-60 Fuss, bei Triest. Dagegen waren die Meeresstellen, an denen er sie bei Messina und S. Tropez fischte, zwischen 150 und 200 Fuss, und darüber, tief; und in Nizza, wo die Küste sehr rasch sich bis in Abgründe von 2000 Fuss versenkt, war die durchschnittliche Tiefe 1/2 Stunde vom Strande, wo die Thierchen sehr häufig waren, 720 Fuss. Hieraus geht unzweifelhaft hervor, dass dieselben nicht bloß zufällig von ihrem Standort am Grunde durch Wellen und Strömung abgewaschen, und an die Oberfläche geführt sein können, wie dies gelegentlich mit auf dem Grunde lebenden kleinen Seethieren geschieht. Uebrigens will Müller hieraus keineswegs folgern, dass die Oberfläche des Meeres der einzige Aufenthaltsort der Radiolarien sei. Nur für die Thalassicollen, welche durch die in ihnen enthaltenen grossen Oeltropfen gradezu hydrostatisch sind, ist er geneigt dies anzunehmen. Dagegen hält er es hinsichtlich der Polycystinen und Acanthometren für wahrscheinlicher, dass sie auch unterhalb der Oberfläche auf grosse Wassermassen bis zu einer grossen, noch ungekannten Tiefe vertheilt sind, und dass sie auch auf dem Grunde des Meeres, auf Steinen und Algen, im Schlamm sich aufhalten und kriechend nach Art der Polythalamien leben können. Doch ist bisher noch kein Radiolarium lebend auf dem Seegrunde beobachtet worden und die durch Sondiren des Meeresgrundes gewonnenen Polycystinenschalen sprechen weder dafür noch dagegen, da sie erst nach dem Tode der Thiere in die Tiefe hinabgesunken sein können. Um diese Frage zu entscheiden, muss man die Thierchen mit dem Seewasser, als in ihrem natürlichen Vehikel, vom Grunde des Meeres heraufbringen, was mittelst der von Graff angegebenen Saugsonde geschieht.

Der fünfte Abschnitt (p. 28) enthält die Beschreibung der von Müller im Mittelmeer beobachteten Gattungen und Arten der *Rhizopoda Radiolaria*, welche zum Theil schon in den Monatsberichten der Akademie vom Jahre 1855, 1856 und 1858 beschrieben worden waren. Es sind zusammen (nach Ausschluss der *Collosphaera Ligurina*, welche nur eine Varietät der *C. Huxleyi* ist) 50 Arten, von denen nur 4, nämlich die von Huxley zuerst beobachteten Thalassicollen (seine *Thalassicolla nucleata*, Müllers *Sphaerozoum punctatum* und *inermis*, und *Collosphaera Huxleyi*) bereits vor Müller bekannt waren. Unter den 46 neuen Arten befinden sich: 1 Thalassicolla, 24 Polycystinen, 18 Acanthometren und 3 Sphaerozoen (zusammengesetzte Thalassicollen). Die 50 Arten vertheilen sich auf 20 Gattungen, von denen 10 neu sind. Die neuen Arten sind auf den der Abhandlung beigefügten elf Kupfertafeln durch zahlreiche treffliche Abbildungen von J. Müllers eigener Hand erläutert.

Rechnet man zu diesen 50 von Müller beobachteten Arten noch die 3 von Meyen gesehenen Species, die von Huxley gefundene Siphonospaera, die 3 von Claparède beschriebenen Radiolarien und das von Schneider entdeckte *Physematium*, so beläuft sich die Gesamtzahl aller bis zum Jahre 1858 lebend beobachteten Radiolarien auf 58 Arten, welche sich auf 24 Gattungen vertheilen.

II. Anatomisch - physiologische Schilderung des Organismus der Radiolarien.

IIA. Der Körperbau der Radiolarien.

Wenn man bei glatter See und stillem Wetter über die spiegelklare Fläche des Sichelhafens von Messina fährt, so bemerkt man unter der zahllosen Menge von wirbellosen pelagischen Thieren aus den verschiedensten Ordnungen, welche an der Oberfläche ihr Spiel treiben, und das blaue Wasser so tief das Auge eindringen kann, oft in dichtem Gedränge, erfüllen und durchkreuzen, zu gewissen Zeiten zahlreiche, durchsichtige, farblose, weiche Gallertmassen, welche anscheinend bewegungslos im Wasser umhertreiben. Ihre Form ist theils kugelrund, theils elliptisch, theils walzlich-cylindrisch, oder rosenkranzförmig eingeschnürt; ihr Durchmesser wechselt zwischen einer Linie und einem Zoll, selten mehr, häufig weniger. Versucht man die Gallertmassen mit einer Pincette zu fassen, so werden sie durchgeschnitten; versucht man sie mit dem feinen Netz zu fischen, so bleiben sie theilweis an dessen Oberfläche haften und werden nur unter Verlust ihrer natürlichen Form und eines Theils ihrer Substanz wieder davon abgelöst. Um sie ganz und unversehrt zu beobachten, muss man sie in einem Glase zugleich mit dem Wasser, in dem sie flottiren, schöpfen. Man bemerkt dann bei durchfallendem Licht, dass die Oberfläche der Gallertmasse durch keine deutliche Contour scharf von dem umgebenden Wasser sich unterscheiden lässt, und dass eine oberflächliche Schicht der Gallert von zahlreichen kleinen, helleren oder dunkleren Punkten durchsetzt wird. Bringt man nun das ganze Gebilde vorsichtig in einem Uhrgläschen mit vielem Wasser, ohne ein Deckplättchen darüber zu breiten, unter starke Vergrößerung, so erscheint jeder Punkt als eine kugelige oder elliptische oder linsenförmig comprimirt, deutlich umschriebene Kapsel, welche kleine, farblose, zellenähnliche Elemente, häufig auch Pigmentkörnchen und Krystalle, und in der Mitte fast immer eine oder ein Paar fettglänzende, helle Kugeln umschliesst. Jede Kapsel ist von einer feinkörnigen Schleimmasse umhüllt, in welcher meist zahlreiche kugelige gelbe Zellen liegen, und von weicher nach allen Seiten sehr zahlreiche, theils einfache, theils verästelte und durch viele Brücken anastomosirende, bald dickere, bald dünnere, immer aber sehr durchsichtige, zarte und helle Fäden ausstrahlen. Auf der Oberfläche dieser Fäden, welche zuweilen sehr schwache pendelartige Bewegungen zeigen, laufen eine wechselnde Anzahl feiner Körnchen in unregelmässiger Bewegung und wechselnder Richtung und Schnelligkeit hin und her. Die Fäden selbst ändern dabei fast beständig, aber sehr langsam, ihre Gestalt und Zahl. Sie schicken neue feine Aeste aus, welche sich wieder verzweigen und unter einander durch neue Anastomosen verschmelzen, während andere Fäden mit ihren Aesten eingezogen werden und in dem gemeinsamen Mutterboden, der allen Fäden den Ursprung giebt, der Schleimschicht, welche die gesammte Kapsel umhüllt, wieder untergehen; kurz, sie zeigen dasselbe wunderbare Schauspiel, welches an den Sarkodefäden oder Pseudopodien des weichen Körpers der kalkschaligen, vielkammerigen Polythalamien schon seit einer Reihe von Jahren bekannt ist. Da diese merkwürdigen Organe, ausser bei den Polythalamien nur noch bei den Gromien und Actinophryen und den andern nahverwandten Organismen, welche in der Klasse der Rhizopoden zusammengefasst werden, vor-

kommen, in allen andern Organismen aber vermisst werden, so lässt sich, schon hieraus schliessen, dass die in Rede stehenden pelagischen Gallertmassen ebenfalls der Thierklame der Rhizopoden angehören werden. Mit Bezug auf ihren ausgezeichnet radiären Bau kann man sie von den andern Rhizopoden, bei denen die radiäre Symmetrie nur ausnahmsweise auftritt, als radiäre Rhizopoden oder Radiolarien unterscheiden.

Die äusseren Enden der Fäden verhalten sich übrigens bei den eben beschriebenen Gallertmassen nach den verschiedenen Richtungen hin verschieden. Diejenigen Fäden einer jeden Kapsel, welche noch der Oberfläche der ganzen Gallertmasse gedichtet sind, ragen frei in das Wasser hinaus, wo kleine fremde Körper, Infusorien, Algen etc., die dem Organismus zur Nahrung dienen, an den Fäden, denen sie sich unvorsichtig näherten, haften bleiben, und in ihre Masse verwickelt und mit den Körnchen dem die Kapsel umschliessenden Mutterboden zugeführt werden, in welchem ihre Assimilation vor sich geht. Dagegen dienen diejenigen Fäden, welche seitlich (der Gallertoberfläche parallel oder tangential) von der Kapsel ausstrahlen, zur Verbindung mit den entgegenkommenden Fäden der benachbarten Kapseln (Punkte), mit denen sie zu einem zusammenhängenden Netze verschmelzen. Endlich treten alle Kapseln einer Gallertmasse unter einander mittelst derjenigen Fäden in Verbindung, welche nach innen, gegen das Centrum der Gallert gerichtet sind. Diese Fäden bilden mit einander ein durch die ganze Gallert verzweigtes Geflecht, welches die Zwischenräume zwischen zahlreichen grossen, wasserhellen, kugeligen Blasen ausfüllt, die die Hauptmasse der ganzen Gallert constituiren. Diese voluminösen, dünnwandigen Blasen bezeichnen wir in der Folge als Alveolen, die Kapseln als Centralkapseln. Die auf die beschriebene Weise zusammengesetzten Organismen gehören der Gattung *Collozoum* an. Andere, vom blossen Auge nicht unterschiedene, punktirte Gallertmassen unterscheiden sich von jenen nur dadurch, dass jede Centralkapsel von einer Mehrzahl einfacher oder an jedem Ende in eine Anzahl Aeste aus einander gehender Nadeln umlagert ist, welche in tangentialer Richtung zwischen den gelben Zellen in dem Mutterboden der Fäden zerstreut sind. Diese Nadeln bestehen, wie die ähnlichen Spicula mancher Schwämme, aus Kieselerde; sie charakterisiren die Gattung *Sphaerouzoum*. Endlich in noch andern Gallertmassen ist jede Kapsel sammt ihrem Mutterboden und den gelben Zellen, statt von einem Hofe von Spicula, von einer durchlöchernten, unregelmässig, sphäroiden Gitterschale umgeben, welche ebenfalls aus Kieselerde besteht. Diese Gallertkugeln, deren Punkte häufig durch blaues Pigment ganz dunkel erscheinen, gehören der Gattung *Collosphaera* an.

Die genannten 3 Gattungen, *Collozoum*, *Sphaerouzoum* und *Collosphaera*, gehören der Abtheilung der zusammengesetzten oder coloniebildenden Radiolarien, *Radiolaria polyzoa sive sociala*, an. Jede dem blossen Auge als feiner Punkt erscheinende Kapsel mit den von ihr ausstrahlenden Fäden stellt ein selbstständiges Einzelthier dar, welches mit den andern durch die voluminösen Alveolen und die dazwischen verflochtenen Fadenanastomosen zu einer Colonie verbunden ist. Ungleich formenreicher und mannichfaltiger, als diese polyzoen Radiolarien, erscheinen die isolirt lebenden Einzelthiere, die *Radiolaria monozoa sive solitaria*, welche aber, da sie gewöhnlich ein Individuum einer Colonie an Umfang nicht viel übertreffen, dem blossen Auge meist völlig verborgen bleiben, oder erst, nachdem sie isolirt sind, als feiner Punkt im Wasser erkannt werden können. Nur wenige Gattungen zeichnen sich durch bedeutendere Grösse aus und werden sofort mit blossen Auge erkannt. Es sind dies diejenigen Colliden, welche von einem Mantel von ähnlichen voluminösen Alveolen, wie sie die Hauptmasse der Gallert der Polyzoen bilden, umhüllt werden.

Unter den bewegungslosen, durchsichtigen Gallertkugeln, welche man von der Oberfläche des Hafens von Messina mit dem Glase schöpft, fallen häufig einzelne der kleineren, nur eine oder wenige Linien im Durchmesser haltenden, dadurch auf, dass die feinen Punkte, welche die Gallert der Polyzoen charakterisiren und den Einzelthieren entsprechen, fehlen und dass statt deren, ein einzelner, heller oder dunkler Punkt oder auch eine nach aussen hell werdende dunkle Masse im Centrum der kleinen Gallertkugel sichtbar ist. Bringt man diese unter sorgfältiger Beobachtung der oben angegebenen Vorsichtsmassregeln unter das Mikroskop, so gewahrt man, dass dieselben kugeligen wasser-

hellen Blasen, wie bei den Polyzoen, auch hier die Hauptmasse des Thieres ausmachen, dass ähnliche gelbe Zellen, wie sie dort in da Schleimschicht des Mutterbodens liegen, hier allenthalben zwischen diesen Alveolen zerstreut sind, und dass dieselben feinen, verzweigten und anastomosirenden Fäden mit Körnchenbewegung, wie bei jenen, überall von der Oberfläche der Gallert frei in das umgebende Wasser ausstrahlen. Diese, Pseudopien geben aber nicht, wie dort, von mehreren zerstreuten Kapseln aus, sondern von einem im Centrum der Kugel gelegenen grösseren Bläschen, welches bald klar durch die umhüllende Schleimschicht des Mutterbodens der Fäden hindurchschimmert, bald durch eine dichte, dunkle, nach aussen sich zwischen den Alveolen verlierende, körnige Pigmentmasse völlig verhüllt ist, und erst, wenn man diese undurchsichtige Hülle sammt dem Alveolenmantel abschält, als selbstständige, geschlossene kugelige Kapsel isolirt erscheint. Diese Kapsel, entspricht einer einzelnen Centralkapsel einer Polyzoen-Gallert und enthält, wie diese, verschiedene körnige und zellige Elemente, statt der centralen öglänzenden Kugel aber ein sehr zartes, durchsichtiges, kugeliges oder mit verschiedenen Ausbuchtungen besetztes Bläschen, welches mit einer schleimigen Flüssigkeit gefüllt ist, und welches wir, im Gegensatz zur umschliessenden Centralkapsel, Binnenblase nennen wollen. Die so zusammengesetzten Einzelthiere, welche aller harten Theile, wie *Collozoum* unter den Polyzoen entbehren, heissen *Thalassicolla* und sind die grössten, und in der Zusammensetzung ihres weichen Gallertkörpers am meisten complicirten, von allen monozoen Radiolarien.

Häufiger, als die echten Thalassicollen, welche man nur hie und da zwischen den grösseren Gallertkugeln der Polyzoen findet, erscheinen im Meere von Messina kleinere und dunklere Gallertkugeln von 1, höchstens 2^{mm} Durchmesser, welche nur eine schmale, helle Gallertzone an der Oberfläche und eine festere Consistenz der dunklen Centralmasse zeigen. Diese Thierchen, welche wir *Aulacantha* nennen wollen, theilen im Wesentlichen den eben beschriebenen Bau der *Thalassicolla*, sind aber durch ein sehr eigenthümliches Kieselskelet ausgezeichnet. Die Oberfläche der kugeligen Hülle von Alveolen nämlich, welche die von dunklem Pigment verdeckte Centralkapsel rings umgiebt, ist von einer dicht verfilzten Decke tangential gelagerter, sehr zahlreicher Kieselnadeln umschlossen. Die Nadeln sind ziemlich lang, äusserst fein und dünn, in ihrer ganzen Länge von einem offenen Canal durchbohrt, und durchkreuzen sich über und durch einander nach allen möglichen tangentialen Richtungen. Der so gebildete Nadelmantel, durch dessen Lücken die zwischen den Alveolen verlaufenden Pseudopodien ausstrahlen, wird durchbohrt von zahlreichen (gegen 100) sehr langen, und starken, ebenfalls hohlen, radialen Kieselstacheln, welche mit ihrem unteren (inneren) Ende in der die Centralkapsel umhüllenden pigmentreichen Schleimschicht (Mutterboden) wurzeln. Aus letzterem tritt eine starke, Pseudopodie in jeden Radialstachel hinein, und strahlt durch dessen äussere Endöffnung frei aus.

Mit diesen wenigen Formen und noch einigen andern, den Thalassicollen nahverwandten Colliden, die ebenfalls durch ein voluminöses Alveolenaggregat eine ansehnlichere Grösse erreichen, insbesondere dem mehrfach abweichenden *Physematium*, ist der Kreis derjenigen bekannten, monozoen Radiolarien, die mit blossen Auge deutlich unterschieden werden können, erschöpft. Bei weitem die meisten Monozoen sind so klein, dass sie dem blossen Auge entweder gar nicht oder nur als ein äusserst feiner Punkt unter günstigen Verhältnissen (auf einem Gläschen isolirt und bei durchfallendem Licht betrachtet) sichtbar sind. Die grosse Mehrzahl aller Radiolarien bleibt demnach hinter der Mehrzahl der verwandten Polythalamien an Grösse bedeutend zurück. Dagegen gewinnen sie den durch ihren Gestaltungsreichthum berühmten zierlichen Kalkschalen der letzteren durch die überaus elegante und unvergleichlich mannichfaltige Architectur eines fast immer aus Kieselerde gebildeten Skelets unstreitig an morphologischem Interesse den Vorrang ab. Ja es giebt vielleicht keine einzige Thierklasse, welche sich hinsichtlich der weiten Grenzen, innerhalb deren die Körpergestaltung variiert, hinsichtlich der mathematischen Regelmässigkeit, welche sich in Zahl, Form und Zusammensetzung der Skelettheile überraschend consequent durchgeführt findet, und endlich hinsichtlich der un-

gemeinen Zierlichkeit, mit der die Körpergestalt angelegt, der phantastischen Mannigfaltigkeit mit der sie ausgeschmückt ist, mit den Radiolarien vergleichen kann. Die Mehrzahl dieser Gestalten ist nach regulärem oder radiärsymmetrischem Typus gebaut; daneben findet man jedoch auch nicht wenige bilaterale - symmetrische und endlich einige vollkommen asymmetrische oder irreguläre Formen.

Man fängt die kleinen monozoen Radiolarien, welche bei ruhiger, nicht bewegter See, und bei stillem, aber nicht zu sonnigem Wetter die Oberfläche des Hafens von Messina und gleichmässig auch die tieferen Schichten des Wassers in Hunderten von Arten und Millionen von Individuen schwimmend bevölkern, mittelst der von Johannes Müller mit so außerordentlichem Erfolge angewandten Methode der pelagischen Fischerei¹⁾. Hat man den mit dem feinen Netze aufgebrachten pelagischen Mulder in einem Glase mit Seewasser abgespült und sich zu Boden setzen lassen, und bringt man nun den Bodensatz in kleinen Portionen (entweder tropfenweis auf dem Objectträger, oder besser theelöffelweis in einem kleinen Uhrgläschen) bei schwacher Vergrösserung unter das Mikroskop, so bemerkt man unter den zahlreichen Mollusken, Crustaceen, Würmern und deren Larven, unter den Echinodermlarven und kleinen Quallen, welche die grössere Volumenhälfte des Mulders ausmachen, hie und da kleine, in eine Gallertkugel eingeschlossene Sterne, deren Strahlen nach allen Seiten in verschiedenen Ebenen divergiren. Bringt man ein solches Sternchen isolirt unter eine stärkere Linse, so gewahrt man, dass die Strahlen, deren Zahl 20 beträgt, durch lange, drehrunde oder flach comprimirt oder vierseitige oder vierflügelige Stacheln gebildet werden, welche man bei chemischer Prüfung bald aus Kieselerde, bald aus einer eigenthümlichen organischen Substanz gebildet findet. Die radialen Stacheln treffen in der Mitte einer weichen, geschlossenen, kugeligen Kapsel zusammen, welche wiederum einer einzelnen Centralkapsel von Sphaerococcus entspricht und, wie diese, verschiedene körnige und zellige Elemente, meistens auch buntes Pigment enthält. Die Kapsel ist von einer dicken, weichen, klaren Gallertschicht umschlossen, welche häufig eine feine radiale Streifung zeigt, und sich auf die Stacheln in Form von zapfenförmigen Gallertscheiden verlängert. Diese Körperchen sind todtre Thiere aus der Gattung *Acanthometra*. Trifft man dieselben lebend, was seltener in gewöhnlichem Mulder der Fall ist, so fehlt die Gallertthülle, und statt deren ist die Centralkapsel von einer dünnen, körnigen Schleimschicht umgeben, von welcher gleiche Pseudopodien, wie bei den Thalassicollen, verzweigt und durch spärliche Anastomosen verbunden, häufig auch mit Körnchenbewegung, ausstrahlen. Die gelben Zellen, welche bei allen andern Radiolarien ausserhalb der Centralkapsel vorkommen, fehlen den *Acanthometren*. Neben den *Acanthometren* finden sich ähnliche Thierchen mit zahlreicheren, bald einfachen, bald verzweigten radialen Stacheln aus Kieselerde, welche nicht, wie dort, im Mittelpunkt der kugeligen Centralkapsel zusammentreffen, sondern von einer kieseligen, in der Kapsel eingeschlossenen Gitterkugel ausgehen. Dies sind Arten der Gattungen *Rhaphidococcus* und *Cladococcus*, von denen sich die Gattung *Haliomma* dadurch unterscheidet, dass die radialen Stacheln auch ausserhalb der Kapsel durch eine zweite, der inneren concentrische, Gitterkugel verbunden sind. An die *Haliommen* reihen sich andere Formen, bei denen das einfache, kugelige, äussere Gitter durch ein lockeres, verschiedene Sphaeren durchziehendes, kieseliges Schwammwerk ersetzt wird (*Rhizosphaera*), und an diese schliesst sich wieder eine grosse Anzahl von Formen an, bei denen das Kieselskelet, sowohl innerhalb als ausserhalb der Centralkapsel, in Gestalt eines dichten Schwammwerkes entwickelt ist (*Spongosphaeriden*, *Spongodisciden*, *Spongocycliden*). Bei andern ähnlichen Gattungen sind die zwischen den Schwammbalken befindlichen Fächer sehr regelmässig in Form concentrisch und radial geordneter Kammern vertheilt, welche den Kammern gewisser Polythalamien (*Orbitulites*, *Sorites* etc.) ganz analog verhalten (*Coccodisciden*, *Trematodisciden*, *Discosporiden*).

¹⁾ Vgl. sowohl über die Methode der pelagischen Fischerei, als über die colossalen Massen, in denen die Radiolarien die See bevölkern, und über die Tiefe ihrer verticalen Verbreitung, den III. Abschnitt „über die Verbreitung der Radiolarien.“

Während alle Formen dieser Reihe, welche ausser den Acanthometren die Mehrzahl von Ehrenbergs *Polycystina composita* umfasst, darin übereinstimmen, dass das (meist kieselige) Skelet sowohl innerhalb als ausserhalb der Centralkapsel entwickelt ist (*Entolithia*), stimmen die Formen einer andern grossen Reihe darin überein, dass das Kieselskelet ganz ausserhalb der Centralkapsel liegt (*Ectolithia*). Hieher gehören die skeletführenden Colliden, bei denen das Skelet nur aus einzelnen unzusammenhängenden, rings um die Centralkapsel zerstreuten Kieselstücken besteht (der Gattung Sphaerozoom unter den Polyzoen entsprechend), ferner die, unter den Monozoen die polyzoe Gattung *Collosphaera* wiederholende *Ethmosphaera*, wo die Centralkapsel in einer einfachen Gitterkugel eingeschlossen ist, und die nächststehenden übrigen Heliosphaeriden, bei denen oft radiale Stacheln von der Gitterkugel ausgehen. Von diesen unterscheiden sich die Arachnosphaeriden nur dadurch, dass die einfache Gitterkugel von einer zweiten (*Diplosphaera*) oder von mehreren (*Arachnosphaera*) äusseren concentrischen Kugelnetzen umgeben ist. Auf der andern Seite schliesst sich an *Ethmosphaera* (durch *Pylosphaera* vermittelt) die lange Reihe der Cyrtiden (Ehrenbergs *Polycystina solitaria* und *Spyridina*) an, bei denen die äusserst vielgestaltige und häufig in mehrere Kammern abgeschürzte Gitterschale, in der die Centralkapsel eingeschlossen liegt, stets durch den Besitz einer idealen, sehr deutlich in der ganzen Skeletanlage ausgesprochenen, mittleren Längsaxe charakterisirt wird, deren einer Pol stets von dem anderen verschieden gebildet und mit einer besonderen Mündung versehen ist, die entweder ganz offen oder durch ein besonderes Gitter in mehrere Oeffnungen abgetheilt ist. Alle diese Radiolarien mit einfacher oder schwammiger, kieseliger Gitterschale, mag dieselbe sonst noch so verschiedenartig gestaltet und ausgeschmückt sein, stimmen im Bau des weichen Körpers völlig mit den Acanthometren und den einfacheren Colliden überein, indem von der mit verschiedenartigen zelligen Elementen gefüllten Centralkapsel, wie verschieden sie sich auch übrigens zum Skelet verhält, immer nach allen Seiten die Pseudopodien ausstrahlen, aus der Schleimschicht des Mutterbodens, der Sarkode-Matrix entspringend, in welcher bei allen Radiolarien, mit einziger Ausnahme der Acanthometriden, gelbe Zellen liegen.

Nach diesem allgemeinen Ueberblick lassen sich die wesentlichen Eigenthümlichkeiten im Körperbau der Radiolarien in folgender Charakteristik kurz zusammenfassen:

Der Körper aller Radiolarien besteht aus einer von einer festen Membran umschlossenen Kapsel, der Centralkapsel, welche in eine weiche Schleimschicht, den Mutterboden oder die Sarkode-Matrix eingebettet liegt, von der nach allen Seiten feine, einfache oder verästelte und anastomosirende Fäden, die Pseudopodien, ausstrahlen. Die Centralkapsel enthält constant zahlreiche, kleine Bläschen mit Körnchen, welche durch eine schleimartige, feinkörnige Zwischensubstanz (intracapsulare Sarkode) getrennt sind, und Fett in Form kleiner Körnchen oder grosser Oelkugeln, ausserdem häufig, aber nicht immer, Pigment, verschiedene zellenartige Einschlüsse, seltener Krystalle und Concretionen, bisweilen auch im Centrum eine zweite, innerste, dünnwandige Blase, die Binnenblase. Ausserhalb der Centralkapsel, in dem Mutterboden, liegen gewöhnlich, nur die Acanthometriden ausgenommen, zahlreiche, kugelige, gelbe Zellen, zuweilen auch dunkle, körnige Haufen von Pigment, und bei einigen Gattungen ist dieser ganze weiche Körper noch von einer umfangreichen Zone wasserheller, dünnwandiger Blasen, den Alveolen, umgeben, zwischen denen die nach aussen strahlenden Pseudopodien, entsprungen aus der Sarkode-Matrix, verlaufen. Bei den zusammengesetzten, polyzoen, Radiolarien bilden diese Alveolen die Hauptmasse des Gesellschaftskörpers. Bei den allermeisten Radiolarien, mit einziger Ausnahme der Gattungen *Thalassicolla*, *Thalassolampe* und *Collozoum*, ist dieser Weichkörper mit einem sehr verschiedenartig gestalteten) Skelet verbunden, welches gewöhnlich aus Kieselerde, zuweilen aus einer organischen Substanz besteht und entweder ganz ausserhalb der Centralkapsel liegt (*Ectolithia*) oder, dieselbe mit radialen Theilen durchbohrend, bis in ihre Mitte hineintritt (*Entolithia*). Dasselbe besteht bald aus vereinzelt Kieselstücken (Spicula), bald aus mehreren, von einem gemeinsamen Mittelpunkte ausstrahlenden Stacheln, bald aus einer einfachen oder zusammengesetzten Gitterkugel oder einer in concentrische Kammern abgetheilten Scheibe oder einem schwammigen Fachwerk. Wir betrachten zunächst

näher den Bau und die Eigenschaften dieses für die Radiolarien sehr charakteristischen Skelets, und dann die feinere Structur des weichen Körpers, bei dessen Untersuchung wir passend die Betrachtung der Centralkapsel derjenigen des extracapsularen Weichkörpers vorausgehen lassen, an welchem der wichtigste und interessanteste Theil des Radiolarien-Organismus, die Sarkode der Matrix und der Pseudopodien, unsere Aufmerksamkeit am meisten in Anspruch nehmen wird.

1. Das Skelet.

Das Skelet, welches den allermeisten Radiolarien zukommt, und welches gewöhnlich aus Kieselsäure besteht, ist einestheils für den systematischen Zoologen von der grössten Wichtigkeit, da es bei der sonstigen Einfachheit des Thierkörpers fast allein die Mittel liefert, die Gattungen und Arten dieser Thiere zu unterscheiden; andernteils fesselt es die Aufmerksamkeit und das Interesse des Beobachters durch die ausserordentliche Mannigfaltigkeit, die unübertroffene Feinheit und die phantasiereiche, architektonische Ausschmückung der Gestalt, welche in diesem zartesten und zierlichsten aller Skeletgewebe allenthalben entwickelt ist. Nur 3 Gattungen, *Thalassicolla* und *Thalassolampe* unter den monozoen, und *Collozoum* unter den polyzoen Radiolarien zeigen keine Spar einer Skeletbildung. Bei allen übrigen sind Hartgebilde, theils bloß ausserhalb, theils zugleich innerhalb und ausserhalb der weichen Centralkapsel vorhanden, und entwickeln sich in erstaunlich, reicher und mannigfaltiger Gliederung von den einfachsten zerstreuten Spicula der Sphaerozoen und den zierlichen Nadelsternen der Acanthometren bis zu den seltsamen Gittergehäusen der Cyrtiden, den zarten Netzkugeln der Ethmosphaeriden und Haliommatiden, den feinen Schwammkörpern der Sponguriden und endlich zu den höchst künstlich aus vielen Kammern zusammengesetzten Scheiben der Disciden, und Scheibenaggregaten der Litheliden.

1 A. Chemische, physikalische und histologische Eigenschaften des Skelets.

Als das chemische Substrat aller Radiolarienskelete galt bisher allgemein die Kieselsäure, wie man auch die Polythalamenschalen durchgängig für kalkig hielt, bis Schultze die unerwartete Entdeckung machte, dass bei 2, sonst wenig von ihren Nächstverwandten verschiedenen Formen, bei *Polymorphina silicea*, und bei *Nonionina silicea*, der Kalk fehlte, und durch kleine Plättchen ans Kieselerde ersetzt werde. Ebenso hat sich jetzt herausgestellt, dass auch eine ganze Reihe von Radiolarien in der chemischen Beschaffenheit des Skelets von der Mehrzahl, und darunter auch von ihren nächsten Verwandten, abweichen, indem dasselbe nicht aus Kieselerde, sondern aus einer organischen Substanz besteht. Ich wurde auf diese auffällende Ausnahme zuerst aufmerksam an der Schale einer *Dorataspis (polyancistra)*, die ich behufs Reinigung von den Weichtheilen in concentrirte Schwefelsäure gelegt hatte. Nach Verlauf von mehreren Tagen fand ich sie stark angegriffen, die Stacheln fehlten völlig aufgelöst. Ich glaubte zuerst, dass die Kieselerde hier durch Kalk ersetzt sei, überzeugte mich aber bald, - dass die durch die Säure aufgelöste Substanz organischer Natur sei, da ich sie gleicherweise auch Glühen zerstören konnte. Zugleich mit der *Dorataspis* hatte ich einige Acanthometren in Schwefelsäure gelegt und auch ein Theil von diesen war mehr oder weniger angegriffen. Dagegen fanden sich mehrere Cyrtiden, Ethmosphaeriden, Disciden und Sponguriden, die schon wochen lang in Schwefelsäure gelegen hatten, unverändert. Ich dehnte nun meine Versuche über alle mir noch vorkommenden, Arten aus, und es ergab sich, dass das Skelet mehrerer *Dorataspie*-Arten und vieler Acanthostauriden (aus den Gattungen *Acanthometra*, *Amphilonche*, *Acanthostaurus* und *Xiphacantha*) entweder ganz oder theilweise nicht aus Kieselerde, sondern aus einer organischen Substanz, die durch concentrirte Schwefelsäure, sowie durch Glühen zerstört wird, besteht. Leider machte ich diese Beobachtung erst in der letzten Zeit meines Aufenthalts in Messina, so dass ich weder alle Acanthometriden und *Dorataspiden* darauf untersuchen, noch die Natur der orga-

nischen Substanz näher bestimmen konnte. Die Arten, bei welchen mit Bestimmtheit der theilweise oder völlige Mangel der Kieselerde constatirt werden konnte sind: *Dorataspis loricata*, *diodon*, *polyancistra*; *Acanthometra dolichoscia*, *compressa*, *sicula*, *quadrifolia*, *cuspidata Clapaedei*; *Amphilonche complanata*, *messanensis*, *tetraptera*, *belonoides*, *heteracantha*, *elongata*, *anomala*; *Acanthostaurus purpurascens*, *hastatus*; *Xiphacantha serrata*, *spinulosa*. Wahrscheinlich gilt dasselbe aber von dem grössten Theile der Acanthometriden. Bei einem Theile scheint die organische Substanz späterhin durch Kieselerde ganz oder theilweise substituirt zu werden. Ich schliesse dies ans einem Versuche, den ich gleichzeitig an 3 verschieden grossen Individuen von *Amphilonche tetraptera* anstellte. Ich setzte zu denselben, als sie zusammen im Focus lagen, einen Tropfen rauchender Schwefelsäure: das kleinste (jüngste) wurde innerhalb 2 Minuten, unter meinen Augen, ohne Spur von Rückstand, völlig gelöst; das mittlere wurde stark angegriffen, das grösste (älteste) anfangs wenig, nachher beim Erhitzen, mehr verändert. Ein ähnliches Resultat lieferten die eigenthümlichen, drusigen Spicula von *Thalassosphaera morum*. Von diesem Thier beobachtete ich 3 Exemplare. Die Spicula waren bei zweien farblos, bei dem dritten matt blau gefärbt. Das letztere ging während der Beobachtung verloren. Von den ersteren wurden die Spicula des einen durch einen Tropfen rauchender Schwefelsäure fast momentan gelöst., während die des andern darin unverändert blieben und bei einem nachfolgenden Glühversuche unverändert in das Glas einschmolzen. Ebenso fand ich auch., dass bei *Dorataspis polyancistra* die einen Individuen, wahrscheinlich die ältern, sich resistenter gegen die Zerstörungsmittel verhielten, als die andern. Bald erfolgte beim Kochen mit concentrirter Schwefelsäure oder beim anhaltenden Glühen in der Löthrohrflamme völlige Zerstörung, bald blieb eine mehr oder weniger ansehnliche kieselige Grundlage, aus kleinen Kieselkörnchen zusammengesetzt, zurück. Die Form der Art war jedoch dann meist nicht mehr kenntlich. Es scheint also, dass die Skelettheile hier aus der organischen Substanz präformirt werden und dass erst sekundär die Kieselsäure darin abgelagert wird, die vielleicht bei einigen dieser Arten die erstere zuletzt völlig substituirt. Dafür scheint auch zu sprechen, dass die jüngsten Theile des Skelets am lebhaftesten angegriffen werden, so bei *Dorataspis* die Ränder der Gitterlöcher und die Nähte, sowie der äussere Theil des Stachels, während der innere Theil viel länger Widerstand leistet. Taf. XXI, Fig. 5, 6. Taf. XXII, Fig. 2-5. Bei den Acanthometren löste sich zunächst die Spitze der Stacheln, bei den vierkantigen die Flügelkanten; am längsten widerstand der centrale Basalttheil, namentlich das Axenstück desselben, in dem die 4 Blätter des Flügelkreuzes zusammentreffen. Taf. XVII, Fig. 1, 2. Wirkte die Säure nur kurze Zeit ein, so verloren die Skelettheile blos ihren Glanz. dann wurden sie körnig rau, wie von Rost stark angefressenes Eisen; endlich, wenn die Zerzlörung weiter schritt, entstanden unregelmässige Löcher, die dann beim Erhitzen sehr rasch zunahmen, so dass nur dünne, körnig rauhe Substanzbrücken oder Haufen grösserer und kleinerer Körnchen übrig blieben. Auch diese lösten sich zuletzt bei den der Kieselerde völlig entbehrenden Skeleten auf. Gasentwicklung wurde niemals dabei wahrgenommen.

In ihrem Verhalten zu andern Reagentien konnten nur einzelne von den genannten Arten geprüft werden. Ganz in gleicher Weise, wie durch Glühen oder durch Behandlung mit concentrirter Schwefelsäure, wurden die nicht kieseligen Skelettheile auch durch andere Mineralsäuren und durch kaustische Alkalien gelöst. Doch schienen concentrirte Salzsäure und concentrirte Salpetersäure, ebenso auch eine Mischung beider, viel langsamer, als rauchende Schwefelsäure einzuwirken und erst beim Erhitzen wurden die Skelete stärker angegriffen. Ebenso blieben die in concentrirte Kalilauge gelegten Skelete einige Zeit unverändert. Allmählich wurden aber auch sie arrodirt und es blieb nur ein loses Aggregat kleinerer und grösserer, stark lichtbrechender Körnchen (fast wie Fettkörnchen glänzend) zurück, welche beim Erhitzen völlig zu verschwinden schienen. Nur an jüngeren, kleineren Stacheln trat auch hier die Zerstörung rascher ein. Concentrirte Essigsäure brachte, auch beim Kochen keine wahrnehmbare Veränderung hervor. Jod färbte die Substanz nicht gelb. In Weingeist und Aether wurde sie nicht verändert. Das weitere Verhalten gegen verschiedene andere Reagentien konnte wegen Mangel an Material nicht hinreichend sicher erforscht werden, da die mir zu Gebote stehenden nicht kieseligen Skelete durch die obigen oft wiederholten Versuche, welche wegen der Kleinheit

des Gegenstandes immerhin ziemlich schwierig sind, gänzlich aufgebraucht wurden. Die nähere Bestimmung der eigenthümlichen organischen Substanz., die man vorläufig Acanthin nennen könnte, bleibt also ein Gegenstand künftiger Untersuchungen.

Sehr auffallend ist es, dass die organische Substanz sich auch in Liqueur conservativ¹⁾ völlig aufzulösen scheint. Ich hatte in dieser Salzlösung unter Andern auch Mulder von verschiedenen Tagen, an denen die pelagische Fischerei besonders ergiebig gewesen war, mitgebracht, und fand nachträglich beim Untersuchen desselben in der Heimath noch viele der in Messina selbst beobachteten Radiolarien aus verschiedenen Familien, besonders zahlreich *Haliomma* (*H. erinaceus*, *H. capillaceum*), *Spongosphaera streptacantha*, *Rhizosphaera*, *Stylodictya*, *Euchitonia* etc. Während bei allen diesen Thieren dicht nur das Kieselskelet in seinen zartesten Theilen völlig erhalten, sondern auch die Centralkapsel (deren z. Thl. durchsichtiger Inhalt zu einer dunklen, festen Masse geronnen war) in ihrer Form sehr deutlich conservirt war, fand sich nicht eine einzige, mit dem Skelet erhaltene *Acanthometra* oder eine einzige *Dorataspis* in der ganzen Masse, wohl aber zahlreiche, stachellose Centralkapseln, welche sich durch ihre in Stachelscheiden ausgezogene Gallerthülle, deren Cilienkränze wie frisch erhalten waren, unzweifelhaft als Acanthometren documentirten. An der Stelle des fehlenden Stachels war in jeder Stachelscheide, die ganz klar und durchsichtig war, sehr deutlich ein leerer Canal sichtbar, der sich in der Mitte des unveränderten Cilienkranzes nach aussen öffnete. Die Arten waren meist nicht mehr zu bestimmen. Nur die beiden öfter vorkommenden *Amphilonche elongata* und *Acanthostaurus purpurascens* waren an der eigenthümlichen Form ihrer Centralkapsel leicht kenntlich. Diese vielfach wiederholte Beobachtung scheint sich blos dadurch erklären zu lassen, dass eines der im Liqueur vorhandenen Salze, wahrscheinlich der Sublimat, die Stacheln aufgelöst habe.

Die erwähnten Thatsachen erscheinen doppelt auffallend, da die aus der fraglichen Substanz gebildeten Skelete dem Ansehen nach sich gar nicht von den aus reiner Kieselerde bestehenden Stacheln und Schalen der andern Radiolarien unterscheiden. Sie theilen mit diesen namentlich das ausgezeichnete Lichtbrechungsvermögen, welches dem des Glycerin so nahe steht, dass die darin aufbewahrten Skelete kaum sichtbar sind. In Wasser und Canadabalsam dagegen treten sie sehr scharf hervor. In ihrer ganzen Dicke erscheinen sie ebenso vollkommen homogen und structurlos, wasserhell, durchsichtig, farblos, wie die aus Kieselerde gebildeten Radiolarienskelete. Soweit es sich durch den Druck des Deckgläschens ermitteln lässt, scheint auch ihre Härte und Resistenz sehr bedeutend zu sein und der des Knorpels nahe zu stehen. Vielleicht sind auch die Stacheln vorweltlicher Acanthometren aus dieser organischen Substanz gebildet gewesen und es würde sich daraus der auffallende Umstand erklären, dass in den mächtigen Polycystinenlagern von Barbados und den Nikobaren, wie auch sonst allenthalben, wo kieselige Radiolarienskelete fossil vorkommen, die Acanthometrenstacheln völlig fehlen.

Dieser relativ kleinen Anzahl von Arten aus nur wenigen Gattungen gegenüber besteht die grosse Mehrzahl aller andern Radiolarienskelete aus reiner Kieselsäure. Namentlich gilt dies auch von den den Acanthometren nahe verwandten Gattungen *Lithoptera*, *Acanthochiasma*, *Astrolithium*, *Litholophus*, und von den *Dorataspis* so eng verbundenen *Haliommatidium* und *Haliomma*. Die Kieselsäure erscheint in den Radiolarienskeleten stets vollkommen amorph, homogen, structurlos, einfach lichtbrechend, glashell, vollkommen durchsichtig, auch in den dicksten Lagen, wie z. B. in den Schalen und Stacheln vieler Haliommen etc. Nur eine einzige Ausnahme davon findet sich: *Dorataspis solidissima*. Taf. XXII, Fig. 6-9. Die ausserordentlich dicke Schale dieses Thieres ist undurchsichtig, schwärzlich, bei auffallendem Licht weisslich; auf dem Querschnitt betrachtet, erscheint sie in radialer Richtung dicht und ungleichmässig gestreift, fast wie krystallinisch, oder wie aus kleinen paralle-

¹⁾ Diese Conservationsflüssigkeit, welche um Aufbewahren zarter pelagischer Thiere nicht genug empfohlen werden kann, war zusammengesetzt aus 4 ? Kochsalz, 2 ? Alaun, 8 gr. Sublimat, auf 2 Quart Wasser. Kalktheile (z. B. die Skelete der Fische, die Schalen der Pteropoden) lösen sich darin (wohl durch Zersetzung mit dem Sublimat) auf und man könnte daher auf den Gedanken kommen, dass die fraglichen Acanthometrastacheln doch vielleicht aus Kalk beständen; dem steht aber die gleiche Zerstörbarkeit durch Glühen entschieden entgegen.

len Radialstäbchen zusammengesetzt. Vielleicht wird auch diese Abweichung durch eine Beimischung von organischer Substanz, vielleicht durch krystallinische Structur verursacht. Eine Färbung des Skelets findet sich ausserdem nur noch bei der bereits erwähnten *Thalassoplancta morum*, wo die drusenartigen Spicula bisweilen stahlblau sind und denn bei der von J. Müller beschriebenen Acanthometride *Lithophyllum foliosum*. Bei letzterer sind die Spitzen der dreitheiligen Kieselblätter, welche die Stelle der gewöhnlichen Acanthometrastacheln vertreten, leicht violett gefärbt. Auch hier dürfte man eine organische Grundlage vermuthen. Dem Verhalten der erwähnten organischen Skelete gegenüber mag noch erwähnt werden, dass auch die allerzartesten unter den reinen Kieselbildungen (und es befinden sich darunter die zartesten Fäden, welche man sich denken kann, die auch bei der stärksten Vergrösserung einfach contourirt erscheinen, von weniger als 0,0001^{mm} Dicke!) durch Glühen nicht im Mindesten verändert werden. In der lebhaftesten Glühhitze des Löthrohrs, unter der das Deckgläschen, auf welchem das Object lag, in eine Glasperle zusammenschmolz, blieben z. B. die äusserst zarten Kieselfäden von *Diplosphaera*, *Arachnocorys*, die feinen kieseligen Schwammkörper von *Euchitonia* und *Spongurus* völlig unversehrt und schmolzen unverändert in das Glas ein. Ebenso werden sie natürlich auch durch Kochen mit concentrirter Schwefelsäure und andern Mineralsäuren durchaus nicht verändert¹⁾.

Die Kieseltheile vieler Radiolarien sind sehr spröde und zerbrechlich, wie z. B. die Stacheln von *Acanthometra fragilis*, *Dorataspis polyancistra*, *Spongospaera streptacantha*, dann das periphere Schwamm skelet von *Euchitonia*, die gekammerten Schalen der Disciden u. s. w. Vorzugsweise scheinen dahin die verzweigten und die hohlen Stacheln zu gehören, so die gabelförmig verästelten Stacheln von *Cladococcus cervicornis*, *Actinomma drymodes*, dann die cylindrischen Röhren von *Aulosphaera* und die hohlen Radialstacheln von *Aulacantha*, und ganz besonders die höchst zerbrechlichen, hohlen und gabelig verzweigten Stacheln von *Coelodendrum*, welche man nur selten unverletzt antrifft. Dagegen zeichnen sich andere Kieselstacheln durch einen hohen Grad von Elasticität aus. Besonders gilt dies von den meistens sehr feinen, einfach nadelförmigen Stacheln, und zwar sowohl von den soliden, als von den hohlen. Als besonders elastisch verdienen genannt zu werden die soliden, langen, nadelförmigen Stacheln von *Acanthometra elastica*, *Acanthochiasma Krohnii* (Taf. XIX, Fig. 7), *Rhaphidococcus acufer*, *Stylodictya arachnia*, *Spongotrochus longispinus*, *Spongurus cylindricus*, dann die äusserst feinen Netzfäden der äusseren Gitterkugel von *Diplosphaera* (Taf. X, Fig. 1), aber auch die äusserst feinen, hohlen Kieselnadeln, welche, in tangentialer Lage verfilzt, den Nadelmantel von *Aulacantha* bilden. Alle diese Kieselnadeln, welche sich durch Dünne und Länge auszeichnen, lassen sich, z. B. durch passenden Druck des Deckgläschens, so stark biegen, ohne zu zerbrechen, dass ihre gegeneinander gebogenen Enden sich kreuzen und dass sie mithin eine stärkere

¹⁾ Man besitzt in der concentrirten Schwefelsäure das bequemste Mittel, die Skelete, die meistens an lebenden Thieren durch die Centralkapsel und die Sarkodehülle mehr oder weniger verdeckt und undurchsichtig gemacht werden, zu isoliren und in allen Einzelheiten zu beobachten. Diese Methode kann für das eingehende Studium der Radiolarien nicht genug empfohlen werden. Ich lernte sie erst anwenden, nachdem ich schon viel Zeit und Mühe darauf verwendet hatte, die verdeckenden Weichtheile durch Glühen zu zerstören. Diese letztere Methode, deren sich Johannes Müller allein bediente, nennt er selbst „eine Operation von grosser Schwierigkeit!“ Aber nur, wer sich selbst in dieser mühsamen Arbeit versucht hat, weiss dies gehörig zu schätzen. Da die meisten Thierchen dem blossen Auge völlig verborgen sind, kann das Glühen natürlich nicht auf dem Platinblech, sondern muss auf einem Deckplättchen geschehen. Letzteres schmilzt aber leicht unter dem Löthrohr zu einer Glasperle zusammen, welche das Präparat einschliesst und weiteren Nachforschungen entzieht. Oder, wenn man diesen Nachtheil durch gelindere Flamme zu vermeiden sucht, so geschieht die Verbrennung des Thierkörpers nicht vollständig und die zurückbleibende anhaftende Kohle macht das Object vollends undurchsichtig und undeutlich. In vielen Fällen endlich geht das Object durch die unvermeidlichen Bewegungen des Plättchens während des Versuchs verloren. Alle diese Uebelstände kann man vermeiden, indem man das gewünschte Ziel zugleich sicherer und bequemer durch Zusatz eines einzigen Tropfens sehr concentrirter (am besten, rauchender) Schwefelsäure im Augenblick erreicht. Bei Vielen, den meisten Acanthometren und Cytiden z. B., reicht dies allein schon aus, um die trüben Farbstoffe der Centralkapsel zu einer hellen durchscheinenden Flüssigkeit zu lösen, den Umfang der Kapsel scharf vortreten zu lassen und den ganzen Bau des Skelets übersichtlich und deutlich zu machen. Wo die Weichtheile in der Kälte dadurch zu wenig angegriffen werden, erfolgt die völlige Zerstörung leicht beim gelinden Erhitzen. Ich habe durch diese eben so einfache als bequeme Methode, die Skelete von den Weichtheilen zu säubern, mir den Einblick in viele feine und schwierig erkennbare Structur-Verhältnisse verschafft, die mir ohne dies verborgen geblieben wären.

Curve beschreiben, als eine Kreislinie, deren Peripherie der Länge der Stacheln gleich wäre. Hat man den betreffenden Körper, z. B. ein gereinigtes Stylodictya-Skelet, auf dem trocknen Objectträger gegen einen andern Körper so angedrängt, dass die Stacheln sich stark gekrümmt haben, so schnellen sie beim Nachlassen des Drucks mit solcher Elasticität in ihre natürliche Lage zurück, dass das ganze Skelet einen Sprung von mehreren Zoll Weite macht. Dieser grossen Elasticität danke ich den Verlust vieler Präparate, welche ich von einem Objectgläschen auf ein anderes zu übertragen versuchte.

Die Balken, Stangen und Stacheln, welche sich zur Construction der Radiolarienskelete angewendet finden, sind zum allergrössten Theile solide, homogene Kieselstäbe. Nur bei sehr wenigen Gattungen sind dieselben hohl und dann bei Lebzeiten des Thiers mit Sarkode erfüllt, welche am einen Ende der Röhre ein- am andern austritt. Diese Gattungen sind meistens zugleich durch einen besonderen Bau ihrer Weichtheile oder durch eine eigenthümliche Zusammenfügung ihres Skelets ausgezeichnet. Unter den von Ehrenberg beschriebenen fossilen Panzern und unter den von Müller lebend beobachteten Radiolarien befinden sich keine Arten mit hohlen Stäben. Die neuen Formen, welche sich durch röhrlige Kieselstangen auszeichnen, sind folgende 4 Gattungen:

1) *Thalassoplancta cavispicula*, hat einfach nadelförmige, hohle, nach beiden Enden gleichmässig zugespitzte Spicula, rings um die Centralkapsel angehäuft. Taf. III, Fig. 10-13. 2) *Aulacantha scolymantha*, besitzt viele sehr grosse und dicke, hohle, radiale Stacheln und äusserst feine, lange, hohle, tangentielle Nadeln. Die letzteren gehören zu den feinsten, sichtbaren Canälen, da die Weite ihres Lumens unter $0,0005^{\text{mm}}$ zurückbleibt. Taf. IV, Fig. 1-5. 3) *Coelodendrum ramosissimum* und *C. gracillimum*, sind ausgezeichnet durch sehr grosse, vielmals gabelförmig getheilte und dendritisch verzweigte, hohle Stacheln mit anastomosirenden Aesten, welche ein förmliches Canalsystem bilden. Taf. XIII, Fig. 1-4. 4) *Aulosphaera trigonopa* und *A. elegantissima*, sind Gitterkugeln, die aus lauter gleichen, hohlen, cylindrischen Kieselbalken, welche gleichseitig-dreieckige Maschen bilden, zusammengesetzt sind, und aus deren Knotenpunkten ebenfalls hohle, mit ersteren communicirende, radiale Stacheln nach aussen abgehen. Taf. XI, Fig. 5, 6. Alle diese hohlen Kieselröhren sind an beiden Enden durch ein deutliches, meist ansehnliches Loch durchbohrt, und die Dicke der zarten Kieselwand tritt ganz zurück gegen den Durchmesser des weiten Röhrenlumens, welches von einem Sarkodestrange in seiner ganzen Länge durchsetzt und erfüllt wird. Durch diese beiden Charaktere unterscheiden sie sich zugleich wesentlich von allen bisher bekannten kieseligen Spongiennadeln, bei denen der centrale Canal, auch bei mächtiger Dicke der Nadel, äusserst fein und an beiden Enden verschlossen ist, mithin auch eine ganz verschiedene Bedeutung haben muss.

So unzweifelhaft bei den genannten Radiolarien feststeht, dass ihre Kieselstäbe hohle Röhren sind, ebenso sicher habe ich mich bei den andern beobachteten Formen überzeugt, dass ihre Skeletbalken durchgängig solid sind, und dass namentlich den Stacheln der Acanthometren der centrale Canal fehlt, den Claparède und nach ihm Müller denselben zuschreiben. Claparède beobachtete im Herbst 1855 bei Bergen und bei Glesnaesholm in Norwegen 2 Acanthometren, eine grosse (*A. echinoides*) mit sehr langen, vierkantig prismatischen Stacheln, und eine kleine (*A. pallida*) mit 4 starken Hauptstacheln, deren Bau und Lebenserscheinungen er zuerst in den Monatsber. der Berlin. Akad. 1855, p. 674 beschrieb, und dann später in seinem Infusorienwerke durch Abbildungen erläuterte¹⁾. Er sah an diesen Thieren zuerst die Körnchenbewegung und die Bewegung der Fäden selbst, und er glaubte sich ferner davon zu überzeugen, dass ausser den Fäden, die allenthalben von der Oberfläche des weichen Körpers ausstrahlen, bestimmte Fäden nahe dem centralen Ende der Stacheln in dieselben eintreten, welche einen in der Stachelaxe befindlichen Canal durchbohren und durch dessen äussere Endöffnung frei hervortreten. Müller glaubte nachher diesen Axencanal bei den im Mittelmeer beobachteten zahlreichen Acanthometra-Arten wiederzufinden, und vermuthete, dass er auch den Haliommen zukomme. Ich muss die Existenz desselben nach vielfachen Versuchen auf's bestimmteste in Abrede stellen, da eine ebenso sichere, als einfache Methode, mit der ich die

¹⁾ Claparède et Lachmann, Etudes sur les Infusories et les Rhizopodes, Genève 1858-59, p. 458; PL XXIII, Fig. 1-6.

allerfeinsten Canäle in andern Kieseltheilen nachweisen konnte, bei den *Acanthometren* sowohl, als bei den *Haliommen* stets ein negatives Resultat lieferte. Diese Methode, die bei den Kiesel skeleten den Nachweis auch der feinsten Hohlräume in so sicherer Weise gestattet, wie es bei andern Gewebstheilen nur selten der Fall ist, besteht in Gasinjection. Ich wurde zum ersten Male darauf aufmerksam, als ich zu einer *Aulacantha* einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure setzte. Die dadurch verursachte schnelle Zersetzung der organischen Substanz bewirkte sofort eine lebhaft Gasentwicklung, und nicht nur die starken, hohlen Radialstacheln, sondern auch die äusserst feinen, tangentialen Nadeln über der Alveolenhülle füllten sich mit zahlreichen kleinen Gasbläschen. In dem capillaren Lumen der letzteren, das unter $0,0005^{\text{mm}}$ zurückbleibt, waren sie nur als haarfeine, unterbrochene, schwarze Striche sichtbar. Taf. IV, Fig. 3, 5. So oft ich das Experiment wiederholte, glückte es, sämtliche oder die meisten Nadeln so mit Gas zu injiciren, und ebenso gelang es bei den hohlen Kieselröhren von *Thalassoplancta*, *Coelodendrum* und *Aulosphaera*. War die Gasentwicklung durch Zersetzung der organischen Substanz nicht lebhaft genug, so legte ich die durch Glühen oder Kochen in Schwefelsäure von allen Weichtheilen befreiten Kieselröhren in einen Tropfen Lösung von kohlen-saurem Kali. Dann setzte ich wieder einen Tropfen Schwefelsäure hinzu, und die nun erfolgende leb-hafte Entwicklung von Kohlensäure füllte alle Röhren von unten bis oben mit Luft. Dagegen gelang der Versuch, bei den verschiedenen Arten von *Acanthometra* und *Haliomma* auf diese Weise einen Canal nachzuweisen, nicht ein einziges Mal. Ich halte das negative Resultat dieses vielfach wiederholten Experiments für den sichersten Gegenbeweis, da der fragliche Canal doch gewiss nicht feiner, als die äusserst engen Röhren der Tangentialnadeln von *Aulacantha* sein dürfte, und da bei letzteren die Luftanfüllung nie ausblieb. Es fragt sich nun, wie die Thatsachen, welche Claparède und Müller für ihre Behauptung anführen, sich anders erklären lassen. Beide führen an, dass man den Faden aus dem zweispaltigen Ende der Stacheln vortreten sehe; indess ganz dasselbe Bild muss auch ein Pseudopodium geben, das sich blos an den Stachel äusserlich angelegt hat, und an ihm entlang läuft. Es würde sich bei der geringen Dicke und der grossen Durchsichtigkeit des Stachels, und bei der Zartheit des Fadens dann nur sehr selten entscheiden lassen, ob der Faden blos äusserlich auf der Oberfläche oder in der Mitte des Stachels verläuft. Zahlreiche Beobachtungen an anderen, unzweifelhaft soliden Kieselbalken, wie z. B. den feinen, peripherischen Ausläufern der schwammigen Kieselrinde von *Spongospaera*, den haarfeinen Stacheln von *Stylodictya* etc., lehren aber, dass die Pseudopodien allgemein das Bestreben haben, sich möglichst lange an die peripherischen Skeletstückchen anzulehnen, und mit ihnen zu verlaufen, ehe sie endlich frei und ohne Stütze über die Oberfläche vortreten und ausstrahlen. Es entsteht dann sehr häufig das täuschende Bild, dass die Fäden aus der Spitze des Stachelendes hervorzutreten scheinen, weil sie auf dessen Oberfläche nicht sichtbar waren. Man glaubt, dass der Faden im Innern eingeschlossen war, während er doch nur durch den Stachel selbst, an den er sich anlehnte, verdeckt wurde. Schon Müller ist diese Eigenthümlichkeit aufgefallen. Er erwähnt sie bei Thieren aus den verschiedensten Familien, so bei *Cladococcus*, *Haliomma*, *Pterocanium*, *Acanthometra*, und bedient sich dafür stets des bildlichen Ausdrucks: „Stacheln (oder Aeste) in Fäden verlängerte.“ Dies ist also allgemein so zu verstehen, dass der durch den Stachel gestützte Faden an seiner Spitze frei vortritt. Müller dagegen glaubte um so mehr, dass hier ein Canal verborgen sei (wie er es selbst bei *Pterocanium* z. B. ausdrücklich hervorhebt), weil er darin eine interessante Analogie mit den von Williamson entdeckten Canälen in den Polythalamien-schalen fand; die Stacheln selbst würden dann den Scheidewänden der letzteren zu parallelisiren sein (Abhandl. p. 20). Ob dieser Vergleich sich auf die wirklich hohlen Stacheln von *Aulacantha*, *Aulosphaera* und *Coelodendrum* anwenden lässt, bleibt vorläufig dahingestellt.

Claparède bildet von seiner *Acanthometra echinoides* (l. c. Pl. XXIII, Fig. 2a) und Müller von *A. ovata* und *A. alata* (Abhandl. Taf. IX, Fig. 3, 4) den rhombischen, länglichen Schlitz ab, welcher am inneren keilförmigen Ende, der Basis der Stacheln, in den centralen Canal hineinführen soll. Ich selbst habe ein ganz ähnliches Bild bei *Acanthometra brevispina*, *cuspidata*, *Claparedei*, *ovata*, *tetraptera*, und anderen Acanthometren oft gesehen und hielt es anfangs stets für den fraglichen Schlitz, bis ich später mich überzeugte, dass es weiter nichts als die en face gesehene Kante des dem Beobachter zugewendeten Blattes von dem rechtwinkligen Blätterkreuz der Stachelbasis sei. Alle erwähnten Arten nämlich gehören zu jener Gruppe, deren Stacheln sich nicht einfach mit den Seitenflächen ihrer in einen vierseitigen Keil zugespitzten Basis an einander legen, sondern an der Basis sich in ein starkes Kreuz von 4 verticalen, auf einander senkrecht stehenden Blättern verbreitern. deren Kanten sich an die der benachbarten Stacheln anlegen. Betrachtet man namentlich die von *A. echinoides* gegebene genauere Abbildung, so sieht man bald, dass der länglich rhombische, als Schlitz gedeutete, Theil der Stachelbasis (l. c. Fig. 2a) nichts Anderes sein kann, als die Anlagerungsfläche des dem Beobachter zugewendeten Kreuzblattes. Denn angenommen, es wäre wirklich der behauptete Schlitz, wo bliebe der Raum für die 4 Blätter, und namentlich wo bliebe das dem Beobachter zugekehrte Blatt?

Eine ähnliche Täuschung ist es, wenn man in dem isolirten, gereinigten Stachel einen centralen Canal oft ganz deutlich zu erblicken glaubt. Man sieht bei vielen, aber ebenfalls nur bei vierkantigen Stacheln (z. B. *Acanthometra tetracopa*, *cuspidata*, *Claparedei*, *Messanensis*, *tetraptera*) oft ganz deutlich eine schmalere oder breitere, doppelt coutourirte Linie gerade in der Mitte von der Basis bis zur Spitze gehen. Auch dies ist entweder bloß die dem Beobachter zugekehrte Kante des Stachels, in ihrer ganzen Länge en face gesehen, oder der mittlere Axentheil des Stachels selbst, von dem sich die 4 hier vereinigten Blätterkanten in dieser Gestalt absetzen. Taf. XVIII, Fig. 5, 11, 12, 19, 20. Man sieht eine solche Axenlinie nie bei runden oder comprimierten Stacheln, selbst an den breitesten und dicksten, wie von *Acanthometra Sicula*, *compressa*, *belonoides* etc.; ebenso wenig, als man das Bild des scheinbaren Schlitzes an der Basis bei den Arten erblickt, wo die Basis einfach in einen vierseitigen Keil, ohne Blätter, zugespitzt ist.

Nicht anders verhält es sich endlich auch mit den rhomboidalen Oeffnungen, welche Claparède in der ganzen Länge der Stacheln gefunden zu haben glaubte, und welche dessen Centralcanal an mehreren Stellen mit der Aussenwelt in Verbindung setzen sollen, von denen er indess selbst gesteht, dass er niemals eine Pseudopodie daraus habe hervortreten sehen (l. c. p. 459, Pl. XXIII, Fig. 3, 4, 5). Aehnliche sind auch von Müller (Abhandl. Taf. XI, Fig. 2) bei *A. pellucida* abgebildet worden. Ich halte diese Vertiefungen für weiter nichts, als zufällige pathologische Erscheinungen, mehr oder weniger ansehnliche Substanzverluste, welche wahrscheinlich einer mechanischen Beschädigung durch äussere Gewalt ihren Ursprung verdanken. Während sie den meisten Individuen ganz fehlen, finden sich die Stacheln an anderen, namentlich älteren Individuen, bisweilen damit überdeckt, die Kanten oft wie abgerieben oder angefressen. Form, Grösse und Zahl dieser vertieften Gruben oder Löcher, welche z. B. bei *Acanthometra cuspidata*, *tetracopa* nicht selten sich finden, sind gar keiner bestimmten Regel unterworfen. Bei den Ommatiden sind ähnliche Verhältnisse nur selten sichtbar, und selbst der Schein einer inneren Röhre oder eines Axencanals findet sich nur bisweilen und nur unter gewissen Verhältnissen, Auch hier, wie bei den Cyrtiden, ergab die genaueste Untersuchung und die feine Probe der Gasinjection stets ein negatives Resultat. Die Stacheln sammtlicher Acanthometriden und Ommatiden sind durchaus solid, ohne Spur eines inneren Hohlraums.

1 B. Gestaltung des Skelets.

Nach der allgemeinen Betrachtung der chemischen, physikalischen und histologischen Beschaffenheit des Radiolinienskelets haben wir die Gestaltung desselben in's Auge zu fassen und den Versuch zu machen, die ausserordentlich mannigfaltigen und nach den verschiedensten Richtungen hin weit auseinandergehenden einzelnen Formen womöglich unter allgemeinere Gesichtspunkte zu bringen und auf eine kleine Anzahl von Grundformen zu reduciren. Ein Blick auf die dem Werke angehängten Kupfertafeln, auf denen lebende Vertreter aller bis jetzt bekannten Radiolarienfamilien abgebildet sind, ergiebt, wie schwierig und gewagt ein solcher Versuch ist, da die Formenreihe, die sich in dieser Ordnung entwickelt findet, in Bezug auf die Beugung der Grundform, auf Variation des Typus nicht minder, ab hinsichtlich der buntesten und abenteuerlichsten Ausschmückung und architektonischen Verzierung im unwesentlichen Detail fast alle denkbaren Bildungen erschöpft und in ihrem kleinen Raum vielleicht einen grösseren Reichthum verschiedener Grundformen und verschiedener Variationen einer und derselben Grundform bietet, als sonst sich im ganzen Thierreiche zusammen genommen vorfindet. Deshalb ist eine scharfe morphologische Charakteristik der Radiolarien nach der Skeletform allein nicht zu liefern. Allerdings zeichnen sich die meisten vor der Mehrzahl der Polythalamien durch einen streng radiären Typus aus; daneben finden sich aber andere, die von gewissen Polythalamien-Familien fast nicht zu trennen sind, andere mit ausgesprochenem spiralen, andere mit bilateral-symmetrischem Typus, endlich noch andere, die durch vollkommen irreguläre und asymmetrische Bildung jedes Versuchs einer Einreihung in bestimmte Typen spotten. Grade dieser überraschend grosse und unerschöpfliche, ja fast verwirrende Reichthum an den seltsamsten und höchst phantastisch ausgeschmückten Gestalten, wie man sie sonst im Thierreiche nicht zu sehen gewohnt ist, macht es höchst wünschenswerth, in der bunten Masse des verschiedenartigsten Details gewisse Centralpunkte zu fixiren, um welche sich die näher unter einander verwandten Gestalten versammeln und natürlich gruppiren lassen, und es erscheint dies doppelt nothwendig beim Versuche einer systematischen Disposition, da das Skelet, beim Mangel fast aller charakteristischen Anhaltspunkte in der Structur des Weickkörpers, in seiner scharf und bestimmt ausgeprägten Form allein die Mittel liefert, die Arten und Gattungen zu unterscheiden und in natürliche Familien zu sammeln. Auch, werden wir bei diesem Versuche selbst sehen, dass trotz der unvergleichlich mannichfaltigen Ausbildung der Skeletform nach den verschiedensten Richtungen hin, dennoch ein gemeinsames Band durch die ganze Reihe sich hindurch zieht, und selbst die scheinbar am weitesten entfernten Formen durch vermittelnde Uebergangsstufen verbindet. So werden wir auch unten bei dem Versuche eines natürlichen Systems der Radiolarien wahrnehmen, dass sich einige wenige Grundformen, ja vielleicht mit ziemlicher Sicherheit ein einziger fundamentaler Typus auffinden lässt, aus dem die ganze reiche Kette durch fortgesetzte Abzweigung divergirender Glieder sich entwickelt. Wir werden am leichtesten diesen Ueberblick gewinnen, wenn wir zunächst die einfachsten, nur aus wenigen zerstreuten oder verbundenen Kieselstücken bestehenden Skelete in's Auge fassen, und dann allmählich durch die einfacheren, hauptsächlich nur aus verbundenen Stachelradien bestehenden Mittelformen zu den ebenso complicirt in Kammern abgetheilten, als zierlich architektonisch ausgeschmückten Gittergehäusen der sogenannten Polycystinen emporsteigen.

Aus mehreren einzelnen unverbundenen Stücken bestehende Skelete.

Die ersten und einfachsten Spuren eines Skelets finden sich bei den Colliden und Polyzoen, unter denen sich nur die Gattungen *Thalassicolla*, *Thalassolampe* und *Collozoum* durch völligen Mangel eines Skelets auszeichnen. Es sind zuerst nur einzelne zerstreute Kieselstücke, welche ausserhalb der Centralkapsel, wie die gelben Zellen, frei in der Sarkode liegen. Sie nähern sich in ihrer einfachen Nadelform z. Thl. den Spicula der Spongien, und wir behalten daher für diese

freien, isolirten, in Mehrzahl ausserhalb der Centralkapsel zerstreuten, nicht radialen Skeletstücke den schon von Müller dafür gebrauchten Ausdruck: Spicula bei. Die einfachsten Gebilde der Art besitzt *Sphaerzoum Italicum*, bei welchem sämmtliche Spicula stets nur einfache, lineale, glatte, nach beiden Enden zugespitzte Nadeln, meist mehr oder minder verbogen, darstellen. Auch *Thalassoplantica cavispicula* besitzt solche einfache Nadeln, welche aber nicht solid, sondern, wie erwähnt, in ihrer ganzen Länge hohl sind. Taf. III, Fig. 10 - 13. Hieran schliessen, sich auch die haarfeinen Tangentialnadeln von *Aulacantha*. Bei *Sphaerzoum spinulosum* sind die Spicula nicht zugespitzt, sondern an beiden Enden stumpf, und in ihrer ganzen Länge gehen zahlreiche, kurze Seitenäste unter rechten Winkeln ab. Bei *Thalassosphaera bifurca* (Taf. XII, Fig. 1) geht jedes Ende des Spiculum in 2 spreizende Aeste aus einander, die wieder gabelig getheilt sind. Dagegen läuft bei *Sphaerzoum ovoidimare* jedes der beiden Enden in 3 divergirende Schenkel aus, welche, sowie der Mittelbalken, gleich den Flächenaxen eines Tetraeders gestellt sind. Eben solche Spicula, aber von kleinen Dornen rauh, hat *S. punctatum*. Zweierlei dornig rauhe Spicula finden sich bei *S. acuferum*, nämlich theils einfache, zugespitzte, leicht gekrümmte Nadeln, theils vierschenklige Spicula, deren 4 Schenkel unter gleichen Winkeln in einem Punkt zusammentreffen, gleich den Flächenaxen eines einzigen Tetraeders. Zweierlei Nadeln finden sich auch bei *Physematium Mülleri*: die einen sind glatt, einfach, S oder hakenförmig verbogen, die andern grade und von kleinen, unter rechten Winkeln abstehenden Seitenästen rauh. Sehr eigenthümlich sind die bald farblosen, bald blau gefärbten Spicula, welche *Thalassosphaera morum* auszeichnen. Sie sehen wie Kristalldrüsen aus und bestehen aus einem kugeligen Mittelstück, von welchem rings starke, scharfeckige und schief abgestutzte Zacken ausgehen. Endlich lassen sich an die Spicula noch als lose, ohne Zusammenhang zerstreute Skeletstücke die sehr starken und langen, radialen Stacheln von *Aulacantha* anreihen. Ueber 100 an der Zahl, stehen sie mit dem innern Ende frei auf der Oberfläche der Centralkapsel, während das äussere den Nadelmantel der Alveolenhülle durchbohrt, welcher aus den mehrerwähnten, haarfeinen Tangentialnadeln gebildet wird. Die Radialstacheln sind sehr stark und lang, meist etwas verbogen, gegen das äussere Ende gezähnt, und stellen einen dünnwandigen Kieselsylinder dar, welcher sich an beiden verdünnten Enden durch eine runde Mündung öffnet und eine Pseudopodie durchtreten lässt. Taf. IV, Fig. 1-5. Diese Nadeln entfernen sich jedoch von den eigentlichen Spiculis durch ihre radiale Lage, da die letzteren mit ihrer Längendimension stets in tangentialer Richtung um die kugelige Centralkapsel gelagert sind. Die Radialstacheln von *Aulacantha* bilden also schon den Uebergang zu den Stacheln von *Acanthometra*, *Aulosphaera* etc.

Aus mehreren einzelnen verbundenen Stücken zusammengesetzte Skelete.

Ausser den genannten Radiolaria spiculosa, deren Skelet durch Zersplitterung in einzelne zusammenhangslose, frei zerstreute Stücke oder Spicula charakterisirt ist, findet sich noch bei mehreren wichtigen Gattungen eine Zusammensetzung des Skelets aus mehreren einzelnen, in der Regel gleichen, durch Anlagerung (Naht) verbundenen Theilen, während bei der grossen Mehrzahl aller Radiolarien das gesammte Skelet aus einem einzigen, untheilbaren Stücke besteht, und ein ungegliedertes Ganze bildet. Die wenigen, aber sehr ausgezeichneten Radiolarien mit solchem, aus mehreren Stücken zusammengesetzten Skelet sind erstens die isolirt stehende *Aulosphaera*, und dann der grösste Theil der Acanthometriden, nämlich die Acanthostauriden (die Gattungen: *Acanthometra*, *Amphilonche*, *Acanthostaurus*, *Xiphacantha*, *Lithoptera*) und die 2 besondere Tribus bildenden beiden Gattungen: *Litholophus*, *Acanthochiasma*, endlich einige an diese sich zunächst anschliessende Ommatiden. nämlich die Gattung *Dorataspis*, und zeitweise auch *Haliommatidium*.

Die Gattung *Aulosphaera* schliesst sich in ihrer Form ganz den Heliosphaeriden an; es ist eine einfache Gitterkugel, von deren Knotenpunkten radiale Stacheln ausgehen, und in deren Centrum frei die Centralkapsel liegt, ganz wie bei *Heliosphaera*. Während aber bei allen Heliosphaeriden das gan-

ze Skelet aus einem einzigen, soliden Stück besteht, ist dasselbe bei *Aulosphaera* aus lauter einzelnen und, wie oben schon erwähnt, hohlen Stücken zusammengesetzt. Taf. X. Fig. 4, 5; Taf. XI, Fig. 5, 6. Das Gitter der Hohlkugel besteht aus gleichen, gleichseitig dreieckigen Maschen, und jede Seite eines solchen Dreiecks ist eine hohle, cylindrische Röhre, welche durch Anlagerung an jedem Ende mit 5 benachbarten verbunden ist. Ebenso sitzt jeder radiale Stachel frei auf einem Knotenpunkte des Netzes auf, und stellt ebenfalls eine hohle, nach aussen kegelförmig verdünnte, und an beiden Enden offene Röhre dar. Die Verbindung der Skeletstücke erfolgt nun in der Art, dass in jedem Knotenpunkte des Netzes 6 tangentiale Cylinderröhren zusammentreffen. Ihre Enden sind hier erst ein wenig verbreitert, dann kegelförmig verschmälert und kurz abgestutzt. Das verschmälerte, kurz kegelförmig abgestutzte Endstück jeder Röhre legt sich eng an das entsprechende der beiden benachbarten Röhren an, und die 6 in jedem Knoten zusammentreffenden Röhren liegen so an einander, dass ihre idealen Axen in dem Mittelpunkt des Knotens sich vereinigen, und dass ihre 6 kreisrunden Endmündungen in den Knoten sich öffnen. Der Knoten selbst ist also ein radialer cylindrischer Hohlraum, dessen Seitenwand (Cylindermantel) durch die 6 Mündungslöcher gebildet wird, während die innere, centripetale Grundfläche frei sich in den Hohlraum der Gitterkugel öffnet, die äussere, centrifugale Grundfläche sich in die Basalöffnung des radialen Stachels fortsetzt. Durch die innere Knotenöffnung tritt ein starkes, von dem Mutterboden der Centralkapsel in radialer Richtung herkommendes Pseudopodium, oder ein Bündel von solchen, ein und spaltet sich in 7 Aeste, von denen 6 in die 6 tangentialen Röhren eintreten, um hier mit den aus andern Knotenpunkten kommenden Fäden zu anastomosiren, und so das gesammte hohle Kieselnetz der Kugeloberfläche mit einem Sarcodenetz auszufüllen, während der siebente Faden, die Fortsetzung des radialen Hauptfadens, in dem radialen Stachel weiter geht, und durch dessen äussere Endöffnung noch aussen tritt. Dazwischen strahlen übrigens allenthalben zahlreiche Pseudopodien auch durch die Maschenlöcher der Gitterkugel zwischen den Stacheln aus.

Unter den Acanthometriden ist das Skelet nur bei den Gattungen *Astrolithium* und *Stauroolithium* (Taf. XX, Fig. 3-6), welche deshalb als besondere Tribus abzutrennen sind, aus einem Stück geformt; bei allen anderen aus mehreren Stücken zusammengesetzt. Am einfachsten verhält es sich bei *Acanthochiasma*, wo es aus 10 gleichen, einfachen Stacheln besteht, welche die Centralkapsel diametral durchbohren, und in deren Centrum sich zwar berühren, aber, ohne sich zu verbinden, an einander vorübergehen. Taf. XIX, Fig. 7, 8. Der mittlere Theil der Stacheln ist also in der Kapsel eingeschlossen, und die beiden gleichen Enden ragen frei hervor. Sie unterscheiden sich auch isolirt sogleich dadurch von den Stacheln der echten Acanthometren, dass ihre beiden Spitzen gleich sind, und dass sich also kein von der Basis verschiedener Spitzentheil unterscheiden lässt. Man kann die Gattung aus *Acanthometra* ableiten, indem man die 20 Stacheln der letztern im Centrum paarweise (je 2 diametral gegenüberstehende) verwachsen und die centrale Ineinanderfügung der 10 Stachelpaare sich lösen lässt. Ebenso einfach ist die Lagerung der Stacheln bei der Gattung *Litholophus*, wo sie (ungefähr 20 an der Zahl) von einem gemeinsamen Punkte in der Art divergirend ausgehen, dass sämtliche Stacheln innerhalb des Raumes eines Kugelquadranten liegen; dem entsprechend bildet die Centralkapsel einen Kegel, in dessen Spitze die Stachelbasen zusammentreffen, und der den untern Theil der Stacheln einschliesst. Taf. XIX, Fig. 6.

Bei der grossen Mehrzahl der Acanthometriden, nämlich bei den artenreichen Gattungen *Acanthometra*, *Amphilonche*, *Acanthostaurus*, *Xiphacantha*, *Lithoptera*, welche zusammen den Tribus der Acanthostauriden oder der Acanthometren im engern Sinne bilden, ist das Skelet stets aus 20 Stacheln zusammengesetzt und zwar sind dieselben constant nach einer ganz bestimmten mathematischen Ordnung symmetrisch vertheilt, welche bereits J. Müller erkannt und entwickelt hat. Wir werden dieses merkwürdige mathematische Gesetz, welches nicht nur bei den genannten Acanthometridengattungen und bei allen Astrolithiden, sondern auch bei vielen andern Radiolarien aus verschiedenen Familien, namentlich bei allen Dorataspiden und bei vielen Arten der Gattungen *Haliomma*, *Actinomma*, *Heliosphaera* etc. seine Anwendung findet, und also für die ganze Abtheilung der Radiolari-

en eine hohe Bedeutung hat, seinem Entdecker zu Ehren „Müller's Gesetz von der Stellung der Stacheln bei den Radiolarien“ oder kurzweg „das Müller'sche Stellungsgesetz“ nennen.

Skelete mit zwanzig symmetrisch nach Müller's Gesetze vertheilten
radialen Stacheln.

J. Müller entwickelte sein Stellungsgesetz für die 20 symmetrisch vertheilten radialen Stacheln in seiner Abhandlung besonders an zwei Arten, bei welchen dasselbe wegen des ellipsoid verlängerten, nicht rein sphärischen Körperumfangs sehr deutlich ausgesprochen ist, an *Acanthometra (Amphilonche) elongata* (Abhandl. p. 12) und an *Haliomma tabulatum* (p. 37). Er glaubte jedoch nicht, dass dasselbe eine so weite Anwendung finde, und namentlich für alle echten Acanthometren durchgängig Gültigkeit besitze, da er bei einigen Acanthometren mehr, bei andern weniger Stacheln, ab 20, gezählt zu haben meinte. Er sagt darüber (l. c. p. 12): „Die herrschende oder häufigste Zahl für die Stacheln der Acanthometren scheint 20 zu sein. Selten kommen mehr, selten weniger vor; weniger als 12 oder 14 habe ich noch bei keiner *Acanthometra* vorgefunden. Die Zählung ist gewöhnlich sehr schwer und nicht sicher, und nur bei denjenigen Arten erleichtert, welche durch eine ausgezeichnete Axe länglich sind.“ Die bezeichnete Schwierigkeit der Zählung liegt darin, dass die Centralkapsel bei den meisten Acanthometren vollkommen undurchsichtig ist und daher eine Uebersicht der Stachelzahl nicht erlaubt. Zerdrückt man sie aber, so zerbrechen meist auch die Stacheln oder gehen theilweis in der ausgebreiteten Pigmentmasse verloren. Es ist daher in der That sehr schwierig, am lebenden Thier die Stacheln zu zählen und man muss, um sicher zu sein, dieselben von den anhängenden und verdeckenden Weichtheilen säubern. Dies bewerkstelligte Müller nur durch Glühen des Thierkörpers, eine Manipulation, die aber grade bei diesen Thieren ihre besondere Schwierigkeiten hat, da die Stacheln auseinanderfallen und bei den unvermeidlich dabei vorkommenden Bewegungen leicht verloren gehen, abgesehen davon, dass sie in vielen Fällen ganz dadurch zerstört werden. Auch hier ist wieder die Schwefelsäure ein ganz vortreffliches und unschätzbares Reagens. das nicht genug dem Glühen gegenüber empfohlen werden kann. Ein einziger Tropfen concentrirter Schwefelsäure (wenn er in der Kälte nicht energisch genug wirkt, gelinde erhitzt,) macht bei den meisten Arten augenblicklich die dunkle Centralkapsel so hell und durchsichtig, dass man das ganze Skelet durch letztere hindurch trefflich in situ übersehen kann. Die in der Centralkapsel die Stacheln verdeckenden dunkeln Pigmente werden zu einer klaren, spangrünen Flüssigkeit gelöst; im Centrum derselben sieht man die Stacheln zusammentreten und kann sich nun, indem man das Thier vorsichtig hin und her rollt, auf's bequemste und sicherste von ihrer Zahl, Vertheilung und Zusammenstellung überzeugen. Sprengt man dann durch leichten Druck die prall gespannte Kapsel, so fließt der gelöste Inhalt aus und die Stacheln fallen ganz oder theilweis auseinander; werden aber nicht, wie beim Glühen, verworfen und zerbrochen, sondern bleiben unverseht auf einem Haufen beisammen liegend zurück. Auf diese Art habe ich alle von mir neu gefundenen, sowie alle von Müller beschriebenen Acanthometren (nur *A. lanceolata*, *alata*, *pectinata* und *dichotoma* ausgenommen, welche ich nicht gesehen habe) behandelt, habe von jeder Art bei mehreren Individuen die Stacheln gezählt, und bei allen diesen. sehr häufig wiederholten Zählungen ganz constant, ohne eine einzige Ausnahme, zwanzig Stacheln gefunden. Dies gilt namentlich auch von *A. multispina* und *pellucida*, bei denen Müller mehr, als 20, und von *A. tetracopa*, bei der er 12-14 Stacheln angiebt.

Das von Müller für diese 20 symmetrisch vertheilten Stacheln gefundene Stellungsgesetz läßt sich am kürzesten folgendermassen zusammenfassen: „Zwischen 2 stachellosen Polen stehen 5 Gürtel von je 4 radialen Stacheln; die 4 Stacheln jedes Gürtels sind gleichweit von einander und auch gleichweit von demselben Pole entfernt, und alterniren so mit denen der beiden benachbarten Gürtel, dass alle 20 zusammen in 4 Meridianebenen liegen.“ Betrachten wir zur Erläuterung des Gesetzes zunächst eine Form mit verschieden gestalteten Stacheln, wie z. B. *Acanthostaurus hastatus*. Taf.

XIX, Fig. 5. Zunächst fallen hier 4 in einer Ebene liegende und unter rechten Winkeln gekreuzte Stacheln in die Augen, welche sich durch bedeutendere Grösse und besondere Form vor den andern auszeichnen. Die durch diese vier Hauptstacheln bezeichneten beiden auf einander senkrechten Axen wollen wir als longitudinale oder verticale und transversale oder horizontale Hauptaxe bezeichnen. Es giebt nun noch eine dritte, auf jenen beiden senkrechte Axe an dem ideal als Kugel gedachten Thiere; in dieser liegen aber keine Stacheln, es ist die stachellose Hauptaxe, deren Enden eben jene oben erwähnten 2 stachellosen Pole sind. Wir haben also in dieser Figur eine Ansicht auf die stachellose Hauptaxe; dieselbe läuft unserer Augenaxe parallel. Wir behalten nun für die weitere Bezeichnung der übrigen Theile das von Müller angewandte Bild des Erdglobus bei, da es die besonderen Verhältnisse am klarsten veranschaulicht; maassgebend für die Bestimmung ist dabei, dass die stachellose Hauptaxe des Thiers der Erdaxe, und die beiden stachellosen Pole den Erdpolen parallelisirt werden; die 4 Stacheln der beiden bestachelten Hauptaxen liegen also in der durch den Aequator gelegten Ebene und können auch Aequatorialstacheln heissen. Die uns am nächsten entgegenstehenden und stark verkürzten 4 Stacheln, welche den uns zugekehrten Pol, und ebenso die entsprechenden 4 von uns am meisten abgewandten und am stärksten verkürzten Stacheln, welche den uns abgekehrten Pol zunächst umgeben, bezeichnen wir als Polarstacheln; die Spitzen von je 4 zusammengehörigen Polarstacheln fallen in einen Kreis, der dem Polarkreis am Globus entsprechen würde. Je 2 gegenüberstehende Stacheln eines jeden Polarkreises liegen mit den entsprechenden beiden des andern Polarkreises (ihren diametralen Fortsetzungen) und mit den dazwischen liegenden beiden äquatorialen (Haupt-) Stacheln in einer und derselben Meridianebene. Wir haben hier also 2 senkrecht gekreuzte Meridianebenen, in deren jeder 6 Stacheln liegen. Diese Ebenen werden getrennt durch 2 andere mit ihnen alternirende, ebenfalls senkrecht gekreuzte, Meridianebenen, in deren jeder 4 von den 8 übrigen, zwischen Polar- und Aequatorial-Stacheln vertheilten Stacheln liegen. Diese letzteren Stacheln, 4 jederseits des Aequators, können wir intermediäre oder, an dem Globusbild festhaltend, Tropenstacheln nennen, da ihre Spitzen jederseits in einen Kreis fallen, der dem Wendekreis an der Erdkugel entsprechen würde. Es alterniren also auf der Oberfläche der idealen Kugel 4 Meridiane von je 2 Stacheln mit 4 andern Meridianen von je 3 Stacheln. Der bequemeren Kürze und vergleichenden Uebersicht halber bezeichnen wir die 5 alternirenden Stachelzonen mit den Buchstaben $a - e$ und die entsprechenden Stacheln jeder derselben mit den Zahlen 1-4. so dass a und e die beiden Polarzonen, b und d die beiden Tropenzonen, c die Aequatorialzone bedeutet und dass e^1 und e^3 die beiden Stacheln der longitudinalen, sowie c^2 und c^4 die beiden Stacheln der transversalen Hauptaxe, die Benennung der übrigen Stacheln bestimmen. Dann sind a^1 und e^3 ebenso a^3 und e^1 die beiden Paare diametral gegenüberstehender Polarstacheln, welche in der Meridianebene der longitudinalen Hauptstacheln (c^1 und c^3) liegen.

Man übersieht diese interessanten und ganz constanten Lagerungsverhältnisse der Stacheln am besten, wenn man, wie eben geschehen, die stachellose Axe der Augenaxe parallel stellt, so dass man die Aequatorialebene flach vor sich ausgebreitet hat¹⁾. Anders gestaltet sich das Verhältniss, wenn man eine der beiden Aequatorialaxen der Augenaxe parallel stellt, so dass man also, bei der Ansicht auf einen der 4 Hauptstacheln, die stachellose Axe in ihrer ganzen Länge vor sich hat und von den andern beiden Hauptaxen nur die eine übersieht (Taf. XVII, Fig. 4 von *Xiphacantha spinulosa*)²⁾. Dann erscheinen dem grade dem Beobachter entgegenstehenden Stachel zunächst die 4 ihn umgebenden Tropenstacheln; hierauf kommt ein zweiter Gürtel, in welchem nur 2, mit letzteren alternirende Stacheln stehen; es sind die 2 zunächststehenden Polarstacheln von beiden Polen. Nun folgt ein dritter

¹⁾ Diese Aussicht auf den stachellosen Pol bietet z. B. Taf. IX, Fig. 3 von *Heliosphaera actinota*, Taf. X, Fig. 1 von *Diplosphaera gracilis*, Taf. XV, Fig. 3 von *Acanthometra Muelleri*, Taf. XIX, Fig. 1 von *Acanthostaurus purpurascens*, Taf. XX, Fig. 1 von *Lithoptera fenestrata*.

Dieselbe Ansicht auf einen Pol der longitudinalen oder der transversalen, stachelführenden Hauptaxe hat man auch auf Taf. XV, Fig. 2, von *Acanthometra bulbosa*, Fig. 4 von *A. fragilis*.

mittlerer Gürtel mit 6 Stacheln, welche in einer und derselben Meridianebene liegen; es sind die beiden Hauptstacheln der dem Beobachter nicht zugekehrten äquatorialen Axe und die 2 Paare gegenüberstehender, mit diesen in einer Ebene liegender Polarstacheln. Jenseits dieser Mittelebene wiederholen sich die erwähnten beiden Gürtel, von 2 und 4 Stacheln; der letztere umgibt den dem Beobachter abgewendeten Äquatorialstachel.

Viele Arten aus den angeführten Acanthometriden-Gattungen haben vierkantig-prismatische Stacheln, und häufig sind die 4 Kanten in erhabene dünne Blätter oder Flügel ausgezogen, welche auf dem Querschnitt des Stachels ein rechtwinkliges Kreuz bilden. Bei diesen vierflügeligen fallen gewöhnlich 2 Schenkel des Kantenkreuzes in die Meridianebene und an der Basis, dem innern Ende, treten die Spitzen der Stacheln dergestalt zusammen, dass die Blattkanten der benachbarten Stacheln zusammenstossen. Die 8 zusammenstossenden Kantenränder von je 4 an einander stossenden Stacheln umschliessen kleine vierseitige Hohlpyramiden, welche mit Kapselinhalt erfüllt sind. Dieselbe Zusammenfügung der Kanten der Stachelbasen findet sich auch bei denjenigen Arten mit runden oder comprimierten Stacheln, deren Basis in ein rechtwinkliges Blätterkreuz ausläuft. Bei den Xiphacanthen mit vierkantigen Stacheln, deren Querfortsätze Verlängerungen der gekreuzten Stachelkanten sind (*x. quadridentata*, *spinulosa* Taf. XVII, Fig. 4) fallen die zahnartigen Fortsätze ebenfalls, wie die Kanten selbst, paarweis in die entsprechenden Meridianebenen.

Leichter, als bei der Gattung *Acanthometra* im engeren Sinne und bei der nahestehenden *Xiphacantha* mit 20 gleichen Stacheln, lässt sich die Stellung der Stacheln bei den Gattungen *Amphilonche*, wo eine, und *Acanthostaurus*, wo beide äquatorialen Hauptaxen durch längere und stärkere Stacheln bestimmt sind, verfolgen. Häufig sind diese Hauptaxenstacheln dann auch durch besondere Form ausgezeichnet, wie bei *Amphilonche belonoides*, *heteracantha*, *elongata*, *anomala*, *Acanthostaurus hastatus*. Am meisten ausgezeichnet sind die 4 Hauptstacheln von *Lithoptera Muelleri* (Taf. XX, Fig. 1), welche an der Spitze in ein zierlich gegittertes Kieselblatt übergehen. Von dem äussern Ende jedes Hauptstachels gehen unter rechten Winkeln 3 Paare von Querfortsätzen ab, welche sich durch andere, darauf senkrechte, dem Stachel also parallele Brücken verbinden, so dass ein sehr breites Gitter mit 2 Querreihen von je 6-12 viereckigen Löchern entsteht. Die 4 Gitter der 4 Hauptstacheln liegen annähernd in derselben, der Äquatorialebene, weichen jedoch so viel von derselben ab, dass jedes Gitter an dem einen Ende vom rechts benachbarten gedeckt wird, während es mit dem andern Ende über das links benachbarte weggeht. Die 16 kleineren Stacheln sind nur 1/4 so stark, ganz einfach, ohne Gitter.

Das Müller'sche Stellungsgesetz gilt, wie erwähnt, nicht blos für die Subfamilie der Acanthostauriden, der die typischen Acanthometren angehören, und deren Arten diesem Gesetze ausnahmslos unterworfen erscheinen, sondern dasselbe hat auch Gültigkeit für eine Anzahl anderer Radiolarien aus verschiedenen Familien, namentlich Ethmosphaeriden und Ommatiden, wo die 20 symmetrisch vertheilten radialen Stacheln von einer kieseligen Gitterkugel ausstrahlen. Ferner gilt dasselbe auch für die Tribus der Astrolithiden, derjenigen Acanthometriden, deren Skelet aus einem einzigen Kieselstück besteht, das man sich durch Verwachsung der centralen Stachelenden der Acanthostauriden entstanden denken kann. Wie bei den letzteren, sind 20 nach dem Müller'schen Gesetz symmetrisch vertheilte Radialstacheln vorhanden, welche aber nicht mit den inneren Enden in einander gestemmt, sondern zu einem homogenen centralen Kieselstück verschmolzen sind. Diese Unterfamilie besteht zur Zeit aus 2 Gattungen, von denen die eine, *Astrolithium*, durch die gleiche Länge und Gestalt aller 20 Stacheln die Gattung *Acanthometra* wiederholt, während die andere, *Stauroolithium*, der Gattung *Acanthostaurus* homolog ist, indem die 4 Stacheln der longitudinalen und transversalen Hauptaxe durch Grösse und Stärke vor den übrigen 16 ausgezeichnet sind (Taf. XX, Fig. 3 - 6).

Radiolarien mit kieseliger sphäroiden Gitterschale, von der 20 nach Müller's Gesetz symmetrisch vertheilte radiale Stacheln ausstrahlen, finden sich sowohl unter den Ectolithien, als Entolithien, dort in der Familie der Ethmosphaeriden, hier in der Familie der Ommatiden. Bei den ersteren ist dies Verhältniss meist auf den ersten Blick sehr deutlich, da die 20 symmetrisch vertheilten Stacheln sich

durch sehr bedeutende Länge vor den übrigen zahlreichen kleineren Radialstacheln, die die Gitterschale ausserdem Wecken, auszeichnen. Dies gilt für beide Tribus der Ethmosphaeriden, sowohl für die Heliosphaeriden mit einfacher, ab für die Arachnosphaeriden mit mehrfach concentrisch zusammengesetzter Gitterschale. Unter jenen springt das Verhältniss bei *Heliosphaera echinoides* und *elegant*, und besonders bei *H. actinota*, sofort in die Augen (Taf. IX, Fig. 4, 5, 3); unter diesen ist es bei *Diplosphaera gracilis* noch dadurch besonders hervorgehoben, dass die 20 sehr langen und starken, dreikantigen Hauptstacheln mit 3 Reihen aufwärts gekrümmter Kieselwimpern geziert sind (Taf. X, Fig. 1).

Besonders instructiv für das Verständniss des Müller'schen Stellungsgesetzes sind die demselben unterworfenen sphäroiden Gitterschalen aus der Reihe der Entolithien, welche sämmtlich der Ommetidenfamilie angehören. Auch hier gilt dasselbe wieder für alle Unterabtheilungen oder Tribus der Familie, für die Dorataspiden mit einer einfachen Gitterkugel, für die Haliommatiden mit 2 und für die Actinommatiden mit 3 oder mehreren (*Cromyomma*) concentrischen, in einander geschachtelten und durch radiale Stäbe verbundenen Gitterkugeln. In der letztgenannten Subfamilie finden wir 20 symmetrisch vertheilte Hauptstacheln z.B. bei *Actinomma Trinacrium*, unter den Haliommatiden bei *Haliomma tabulatum*, *Aspidomma hystrix*; für die erste Unterfamilie endlich, die Dorataspiden, scheint das Gesetz ebenso ausnahmslos, wie für die Acanthostauriden zu gelten. Wenigstens haben alle bis jetzt beobachteten Dorataspiden, sowohl die der Gattung *Dorataspis*, als die dem Genus *Haliommatidium* angehörigen, gleicherweise 20 symmetrisch vertheilte Stacheln, welche ebenso, wie bei den Acanthostauriden, im Centrum des Körpers mit keilförmig zugespitzten Enden in einander gestemmt sind. Die Gattung *Dorataspis*, welche Müller's „*Acanthometrae cataphractae*“ umfaßt, bildet den Uebergang von *Acanthometra* zu *Haliommatidium* und dadurch zu *Haliomma*, indem sie mit letzterer zwar durch den Besitz einer äusseren Gitterschale (Rindenschale) und gelber Zellen ausserhalb der Centralkapsel übereinstimmt, von allen andern Ommatiden sich aber dadurch entfernt und dagegen den Acanthometren nähert, dass das Skelet nicht aus einem Guss besteht, sondern aus 20 einzelnen Stacheln mit Querfortsätzen zusammengesetzt ist. Diese Querfortsätze sind nur in der ersten Jugend einfach, und dann ist *Dorataspis* nur durch die extracapsularen gelben Zellen von *Xiphacantha* zu unterscheiden. (Vergl. Taf. XXI, Fig. 7 die junge *Dorataspis polyancistra*.) Während aber bei *Xiphacantha* die Querfortsätze zeitlebens einfach und unverbunden bleiben, geben sie bei *Dorataspis* im weiteren Wachsthum in mehrere Aeste aus einander, welche häufig ein gegittertes Schild um jeden Stachel bilden, immer aber unter einander zur Bildung einer einfachen sphäroiden Gitterschale zusammentreten. Diese ist insofern unvollständig, als die zu den verschiedenen Stacheln als Querfortsätze gehörigen Gittertheile nie völlig mit einander verschmelzen, sondern zeitlebens durch persistirende Nähte getrennt bleiben; dadurch unterscheidet sich die Gattung von dem nahverwandten *Haliommatidium*, bei welchem zwar ebenfalls die 20 Stacheln im Centrum blos durch Anlagerung der keilförmigen Basen verbunden sind, bei dem aber die Nähte der Schale obliteriren, so dass die zu den einzelnen Stacheln gehörigen Bezirke nicht getrennt sichtbar bleiben (Taf. XXII, Fig. 10 - 13). *Haliommatidium* bildet mithin den Uebergang von *Dorataspis* zu *Haliomma*, indem das Skelet in der Jugend, wie bei ersterer, aus einzelnen Stücken besteht, im Alter, wie bei letzterem, zu einem ungegliederten Ganzen verwachsen ist. Dies Beispiel beweist am deutlichsten, dass man die Bildung des Skelets aus einem Stück, oder die Zusammensetzung aus mehreren Theilen, nicht als Eintheilungsprincip bei den Radiolarien brauchen darf.

Bei mehreren Arten von *Dorataspis*, vielleicht bei allen, sind die Stacheln der beiden Hauptaxen dadurch besonders ausgezeichnet, dass ihre Querfortsätze in anderer Weise, als die der übrigen Stacheln, an der Bildung, der Gitterschale sich betheiligen. Eine solche besondere Auszeichnung der Hauptstacheln wurde von allen *Dorataspis* -Arten am deutlichsten bei *D. bipennis* beobachtet (Taf. XXI, Fig. 1, 2). Jeder Stachel dieser Art ist vierkantig und entsendet aus 2 entgegengesetzten Kanten

2 horizontale Querfortsätze, deren jeder sich in 2 spreitzende Aeste spaltet. Diese 4 Aeste legen sich mit ihren Spitzen an die der benachbarten Stacheln an, um so, durch Nähte verbunden, die Gitterschale zu bilden. Von der Theilnahme an dieser Schalenbildung sind jedoch die beiden Stacheln der longitudinalen oder verticalen Hauptaxe ausgeschlossen; sie stehen frei, ohne Verbindung, in der Mitte eines grossen, von 6 Stacheln mit 12 Fortsatzästen umgebenen, mit 6 Nähten versehenen Gitterloches. Zwischen diesen beiden grössten Gitterlöchern, deren Mittelpunkte also den beiden Polen der einen Aequatorialaxe entsprechen, liegen nun 3 Gürtel von 18 Gitterlöchern, zwei äussere, gleiche, kleinere Gürtel von je 6 dreinähtigen Löchern und ein mittlerer grösserer Gürtel von 6 viernähtigen Löchern. Eine durch die Mitte des letzteren Gürtels gelegte Ebene fällt mit der Meridianebene zusammen, welche man durch die stachellose Hauptaxe und die transversale oder horizontale Hauptaxe legen kann¹⁾). Eine ähnliche Gesetzmässigkeit in der verschiedenen Theilnahme der Stacheln an der Schalenbildung findet sich auch bei andern Arten der Gattung *Dorataspis*, lässt sich aber wegen der grösseren Dicke der Stacheln und der complicirteren Bildung des Gitters bei weitem schwieriger, und mit den bisherigen Hilfsmitteln nur sehr undeutlich, erkennen und in ihre Einzelheiten hinein verfolgen. *Dorataspis bipennis* ist bis jetzt die einzige Art, bei der ich dies Verhältniss mit voller Schärfe, habe feststellen können.

Eine ähnliche Abgrenzung der Schale in Felder oder Tafeln, entsprechend ihrer ursprünglichen Zusammensetzung aus den gegitterten Querfortsätzen der symmetrisch vertheilten Stacheln, findet sich auch bei mehreren Arten von *Haliomma* und *Haliommatidium*; nur dass diese Anordnung und die Abgrenzung der einzelnen Bezirke später dadurch verwischt wird, dass die Nähte der an einander stossenden Tafeln nachher völlig verwachsen. Doch bleibt bei einigen wenigen ausgezeichneten Arten beider Gattungen diese Zusammensetzung auch nach der völligen Obliteration der Nähte dadurch allezeit sichtbar, dass die Gitterlöcher in den verschiedenen Feldern der Schale nach einer gewissen gesetzmässigen Anordnung verschieden an einander gereiht sind. Die beiden Arten, bei denen sich in dieser Beziehung ein bestimmtes Verhältniss in ganz homologer Weise verfolgen lässt, sind *Haliomma tabulatum* (Müller, Abhandl., p. 37, Tat. V, Fig. 5 -8) und *Haliommatidium Muellerei* (Taf. X-XII, Fig. 10-12). Beide Arten stimmen schon darin überein, dass ihre Schale nicht, wie bei den meisten andern Arten der beiden Gattungen sphärisch, sondern ellipsoid ist, und dass sie sich zu diesen also ebenso, wie *Amphilonche* zu *Acanthometra* verhalten. Wie bei *Amphilonche*, werden wir auch hier die deutlich ausgesprochene längere Axe als longitudinale oder verticale Hauptaxe bezeichnen. Ferner ist in der Art der Gitterbildung bei beiden Arten ganz derselbe Plan zu Grunde gelegt. Die Gittertafeln, aus denen die Schale zusammenwächst, sind rhombisch; in der Mitte jedes Rhombus steht ein Stachel. Die Tafeln entstehen in der Art aus den Stacheln, dass von einem Punkte der letzteren 4 Querfortsätze abgehen, die sich unter rechten Winkeln kreuzen. Von den Querfortsätzen gehen ebenfalls unter rechten Winkeln zahlreiche kleine Balken ab, die sich wieder unter einander durch senkrecht darauf stehende, also den Querfortsätzen parallele, Leisten verbinden. So entstehen rhombische Tafeln mit rechteckigen Gitterlöchern, und zwar laufen die, die Löcher umschliessenden, rechtwinklig gekreuzten Balken den Diagonalen des Rhombus parallel, welche eben nichts weiter sind, als die ursprünglichen Querfortsätze des Stachels. Da nun die Diagonalen der benachbarten Stacheln nur in gewissen Stachelgruppen direct in einander übergehen, in andern dagegen unter schiefen Winkeln auf einander treffen, so werden hierdurch die zu den einzelnen Stacheln gehörigen Bezirke deutlich abgegrenzt. Wo z. B., wie im stachellosen Pol, 4 Felder in Kreuzform zusammentreffen, da laufen sämtliche Längs- und Querbalken des Gitters parallel oder stehen auf einander senkrecht. Wo dagegen in einem Punkte nur 3 Tafeln auf einander treffen, da laufen auch ihre Parallelsysteme unter schiefen Winkeln gegen einander, wie in dem Punkte, wo die Tafel eines Tropenstachels mit der ei-

¹⁾ Ueber das weitere Detail dieser eigenthümlichen Schalenbildung und die verschiedene Theilnahme der Stacheln an derselben ist die Beschreibung der Art selbst zu vergleichen. S. u.

nen Ecke sich in den offenen Winkel zwischen 2 Tafeln zweier benachbarter Polarstacheln einschleibt. Wie sehr diese Differenzen in den Liniensystemen der rhombischen Tafeln die Uebersicht der Stachelordnung erleichtern, und das Müller'sche Gesetz selbst klarer als bei den Acanthometren erläutern, hat bereits Müller selbst bei Beschreibung seines *Haliomma tabulatum* auseinandergesetzt. Seine Fig. 6 auf Taf. V stellt dasselbe in der Ansicht auf die stachellose Hauptaxe dar, so daß man also die Aequatorialebene vor sich ausgebreitet hat. Bei dieser Stellung „übersieht man auf der Schale ein Kreuz von 4 Feldern, welche mit einer ihrer Ecken in der Mitte (dem stachellosen Pol) zusammenstossen. Auf diesen 4 (polaren) Feldern haben die Balkenlinien parallel mit den Diagonalen überall eine gleiche Richtung. Zwischen den Armen des Kreuzes sind (intermediäre oder tropische) Felder, deren Parallelen gegen jene schief gerichtet sind. So ist die ganze Schale regelmässig in 20 rhomboidale Felder getheilt. Ebenso 20 Stacheln, ganz symmetrisch gestellt, auf den Feldern. Bei der Ansicht auf das vorhin bezeichnete Kreuz, erblickt, man näher der Mitte 4 (polare) Stacheln. einen vorn, einen hinten, einen rechts, einen links, auf den Feldern des Kreuzsterns. Entsprechend diesen 4 Richtungen steht am vordern und hintern Ende der Schale und am rechten und linken Ende derselben wieder ein (äquatorialer) Stachel; 4 andere nicht peripherische (tropische) sieht man innerhalb der Winkel zwischen den Armen des Sterns; auf der untern Seite wiederholen sich die 4 der Mitte näheren (polaren) und die 4 andern (tropischen), in den Winkeln des Sterns, also im Ganzen genau 20. Ich halte mich so lange bei der Stellung dieser Stacheln auf, weil sie im gegenwärtigen Fall wegen der Beziehung zu der Eintheilung der Oberfläche genau bestimmt werden kann, und als Modell dienen kann für die andern Arten von *Haliomma* und die Acanthometren mit 20 Stacheln. Das *Haliomma tabulatum* ist so symmetrisch, dass man an einer solchen Sphäre mit so gestellten Stacheln vorn und hinten, rechts und links und ein davon abweichendes oben und unten unterscheiden kann, oder vielmehr, sobald eine der Axen eine Bezeichnung erhält, so sind die andern sogleich bestimmt“. Ganz dasselbe, wie von *Haliomma tabulatum*, gilt von *Haliommatidium Muelleri*¹⁾, dessen Abbildung (Taf. XXII, Fig. 10-12) sich nach dieser Auseinandersetzung von selbst erläutert.

Gebäusartig abgeschlossene Skelete: Polycystinen-Schalen.

Nach dieser, durch die Erläuterung des Müller'schen Stellungsgesetzes bedingten Abschweifung, und nach der Betrachtung derjenigen Radiolarien, deren Skelet nur aus einzelnen zerstreuten Kieselstücken (Colliden, Sphaerozoen) oder bloß aus radialen, im Centrum vereinigten Stacheln besteht (Acanthometriden), haben wir die lange Reihe derjenigen Formen zu untersuchen, bei denen das Skelet eine mehr oder weniger geschlossene und allermeist von feinen Gitterlöchern durchbrochene Kieselschale bildet und die Centralkapsel ganz oder theilweise einschliesst. Diese beschalteten oder gepanzerten Radiolarien, welche bei weitem die grössere Hälfte der ganzen Abtheilung ausmachen, entsprechen im Grossen und Ganzen der Klasse der Polycystinen von Ehrenberg. Jedoch kann man diese *Radiolaria cataphracta*, wie man die Polycystina auch nennen könnte, nicht als eine besondere Gruppe zusammenfassen und den beiden andern Gruppen der Colliden (Thalassicollen) und Acanthometriden, welche eines eigentlichen Schalengehäuses entbehren, als gleichwerthige dritte Abtheilung, gegenüberstellen. Denn mit beiden ist dieselbe durch vielfache Uebergangsglieder verbunden und diese vermittelnden Zwischenformen zeigen nach beiden Seiten hin geringere Differenzen, als innerhalb des Polycystinenkreises selbst vorkommen. Der letztere ist mithin in eine grössere Zahl von natürlichen Familien zu zerfallen, welche unter sich ebenso weit, oder weiter, als von den

¹⁾ Diese Uebereinstimmung in der Zusammensetzung des ellipsoiden Panzers aus rhombischen Tafeln mit rechteckigen Maschen ist um so auffälliger, als beide Formen nicht nur durch Form und Länge der Stacheln sehr wesentlich spezifisch, sondern auch durch den Bau des centralen Markskelets generisch verschieden sind.

Thalassicollen und Acanthometren entfernt sind. Wir werden unten, beim Versuch einer Classification der ganzen Abtheilung, sehen, dass man die Polycystinen zunächst nach dem Verhältniss ihres Skelets zum Weichkörper in 2 grosse Gruppen zerfallen kann, in *Ectolithia*, bei denen die Centralkapsel vollkommen geschlossen ganz innerhalb der Schale liegt (an welche sich die Thalassicollen und Sphaerozoen anschliessen) und in *Entolithia*, bei denen die Centralkapsel von radialen, in der Mitte des Körpers oder rings um die Mitte vereinigten Skelettheilen durchbohrt wird (wohin auch die Acanthometren gehören). Bei den Entolithien werden wir die in der Centralkapsel eingeschlossene Skeletpartie den Marktheil, die ausserhalb der Kapsel liegende den Rindentheil des Skelets nennen. Wir sehen von diesem Verhältniss hier zunächst ab, und betrachten die gesammte Formenreihe der beschalteten Radiolarien lediglich nach der Gestaltung des Skelets, wobei wir von den einfachsten zu den am meisten zusammengesetzten aufsteigen.

Homogene solide Schalen.

Als eine ganz eigenthümliche Form, die isolirt ausserhalb der Reihe der übrigen Radiolarien steht, haben wir zunächst den merkwürdigen *Diploconus fascies* hervorzuheben (Taf. XX, Fig. 7, 8). Während alle übrigen gepanzerten Radiolarien ein von Löchern oder Spalten gitterförmig durchbrochenes Kieselgehäuse besitzen, besteht dasselbe bei dieser einzigen Gattung aus einem homogenen soliden Kieselpanzer, welcher von keinerlei Löchern durchbrochen, sondern nur an beiden Polen seiner Axe durch eine weite Mündung geöffnet ist. Die Form dieses Panzers gleicht den Gläsern einer Sanduhr: 2 an den Spitzen abgestutzte und hier verwachsene dünnwandige Hohlkegel von Kieselerde, deren verlängerte Axen zusammenfallen. Statt der Kegelgrundflächen finden sich an den beiden Polen dieser gemeinschaftlichen Axe 2 weite kreisförmige Mündungen mit scharf gezähntem Rande, aus denen die Pseudopodien ausstrahlen, abgehend von der in dem hohlen kieseligen Doppelkegel eingeschlossenen bisquitförmigen Centralkapsel. In der Axe verläuft ein sehr starker vierkantiger Stachel, welcher, beiderseits zugespitzt, aus den Mittelpunkten der beiden offenen Kegelgrundflächen mit seinen scharfen Spitzen ein Stück hervortritt. Im Centrum des Gehäuses, an der Verwachsungsstelle der beiden hohlen Kieselkegel steht dieser lange Axenstachel mit 10 kurzen cylindrischen Stachelstümpfen in Verbindung, welche nur wenig in radialer Richtung vortreten und von denen die 2 mittleren senkrecht auf dem Axenstachel stehen, während zwischen diesem und jenen beiden oben und unten jederseits 4 Stümpfe vortreten, ganz symmetrisch auf beiden Seiten des Doppelkegels vertheilt. Diese regelmässige Vertheilung der Fortsätze, die ganz dem Müller'schen Stellungsgesetz der Acanthometrastacheln entspricht, verleiht dem ganzen Gebilde Aehnlichkeit mit einer *Amphilonche*, insbesondere *A. heteracantha* (Taf. XVI, Fig. 7). Will man das Skelet auf den ihm jedenfalls am nächsten stehenden Acanthometriden-Typus reduciren, so kann man den centralen langen Axenstachel den beiden Stacheln der longitudinalen Hauptaxe, die beiden darauf senkrechten kurzen Querstümpfe den beiden Stacheln der transversalen Hauptaxe und die beiderseits der letzteren oben und unten zu 4 divergirend vortretenden Stümpfe den 8 Polarstacheln, die die beiden stachellosen Pole umgeben, parallelisiren. An der Stelle der mangelnden Tropenstacheln würde oben und unten der kieselige Kegelmantel entwickelt sein. Man könnte also *Diploconus* als eine *Amphilonche* auffassen, deren centrale Stachelenden, wie bei den Astrolithiden, verschmolzen sind, und deren Tropenstacheln zu gebogenen Kieselmembranen flügelartig verbreitert und mit den Rändern in ihrer ganzen Länge zu je Vieren in der Art verwachsen sind, dass je 2 oberhalb und je 2 unterhalb der (äquatorialen !) Axe des longitudinalen Hauptstachels vorstehende Kieselblätter mit einander einen Hohlkegel bilden, in dessen Axe der longitudinale Hauptstachel verläuft. Diese Reduction dürfte um so erlaubter erscheinen, als auch die bisquitförmige Centralkapsel sich ganz wie bei *Amphilonche* zu verhalten und die gelben Zellen nicht ausserhalb, sondern innerhalb derselben zu liegen scheinen. Diejenige Bildung, welche bei *Diploconus* zunächst am meisten auffällt, und ihn am weitesten von den übrigen be-

schalten Radiolarien entfernt, die alle netzförmig durchbrochene Kieselgehäuse besitzen, ist die solide, von keinerlei Löchern durchbohrte Kieselschale. Indessen erscheint diese weniger ab etwas ganz Besonderes, wenn man sich erinnert, dass auch unter den Polythalamien, deren Kalkschalen auch zum allergrössten Theile von Löchern durchbrochen sind, nicht nur einzelne Arten (*Cornuspira planorbis*) und Gattungen (*Peneroplis*, *Coscinospira*), sondern auch eine ganze Familie (die Milioliden) aller Poren entbehren und sich durch eine vollkommene homogene und solide Kalkschale auszeichnen.

Gitterförmig durchbrochene Schalen.

Die Reihe der mit gitterförmig durchbrochenen Kieselschalen versehenen Polycystinen, zu denen die grosse Mehrzahl der Radiolarien gehört, beginnt mit der kleinen Familie der Acanthodesmiden, als den einfachsten Formen, bei welchen noch kein eigentliches, regelmässig geformtes Gittergehäuse vorhanden ist, sondern entweder nur ein einziger, einfacher, ringförmiger Kieselbalken eine isolirte Netzmasche bildet, oder mehrere verschiedene Kieselbalken zu einem sehr einfachen, meist unbestimmt geformten Gerüste oder Geländer verbunden sind, an das sich der Weichkörper oft mehr anlehnt, als dass er davon umschlossen wäre. Die einfachste Form bildet der von Müller bei Nizza entdeckte *Lithocircus annularis*, bei welchem die kugelige Centralkapsel von einem einfachen, mit ein paar peripherischen Zacken besetzten, äquatorialen Kieselring umgeben ist. Bei dem nächststehenden *Zygostephanus* (Taf. XII, Fig. 2) sind 2 solche gleiche, einfache, mit Stacheln besetzte Kieselringe in der Weise zusammengelöthet, dass ihre beiden Ebenen sich gegenseitig halbiren und senkrecht auf einander stehen. Ebenso einfach ist das Skelet der von Claparède und Lachmann bei Bergen beobachteten *Plagiacantha arachnoides*, bei welcher 3 von einem gemeinsamen Punkt ausgehende und in je 3 Aeste gespaltene Stacheln ein einseitiges Wandgerüst oder eine Art von Geländer bilden, an welches sich die kugelige Kapsel mit einer Seite anlehnt. Zuweilen sind die 3 Stacheln und ihre 3 Aeste durch einzelne bogige Anastomosen verbunden, somit der erste Anfang eines Gitters, und der Uebergang zu *Acanthodesmia* gegeben. Bei dieser Gattung besteht das Gerüst aus einem sehr lockeren Geflecht von wenigen, ungleichen, gebogenen, in verschiedenen Ebenen gelegenen Kieselbändern, von denen einige Dornen ausgeben, mit wenigen weiten Lücken oder Löchern dazwischen. Diese Lücken, aus denen die von der eingeschlossenen Kapsel ausgehenden Pseudopodien hervortreten, sind die erste Andeutung der regelmässigen Maschen, welche bei den echten Polycystinen das durchlöcherete Gitter bilden. Endlich schliesst sich an diese kleine Gruppe höchstwahrscheinlich noch die Gattung *Dictyocha* an, mit den sehr zahlreichen fossilen und lebenden Arten, welche von Ehrenberg entdeckt worden sind. Bei einigen *Dictyochen* ist das Kieselgerüst so einfach, dass man sie gradezu zu *Lithocircus* stellen kann, so namentlich bei den Arten, welche Ehrenberg später als *Mesocena* von seiner *Dictyocha* abgezweigt hat, bei *D. elliptica* wo ein einfacher elliptischer, mit 4 kurzen Dornen gezielter Reif, und bei *D. triangula*, wo ein sphärisches Dreieck, mit bogenförmig nach aussen gewölbten Seiten, an den Ecken in einen kurzen Dorn auslaufend, vorhanden ist. Bei andern ist der einfache elliptische, aussen mit wenigen Dornen besetzte Kieselring durch einen Querbalken oder Steg halbirt, so bei *D. Pons*, wo der mittlere Steg einfach, und bei *D. tripyla*, wo er an einem Ende in 2 kurze Schenkel gespalten ist¹⁾. Indem sich dieser Steg nun in mehrere Aeste spaltet, und indem das dadurch entstehende Gerüst sich über die Ebene des peripherischen Ringes erhebt, entstehen die verschiedenartig gestalteten, aber immer noch relativ einfachen, kleinen Gittergerüste der eigentlichen *Dictyocha* im engeren Sinne, welche den ersten Anfang einer Schalenbildung repräsentiren. Meistens sitzt auf einem basalen Kieselring ein kleines Hütchen auf, mit sehr wenigen Maschen und Balken, häufig mit einigen Dornen besetzt. In dieser Hütchenform ist schon der erste Uebergang zu dem gegitterten, an einem Ende mit einer Mündung

¹⁾ Diese 4 Arten sind nebst vielen andern von Ehrenberg in der Mikrogeologie abgebildet: *Dictyocha elliptica* aus dem Plattenmergel von Zante, Taf. XX, I, Fig. 44; *D. triangula*, aus dem weissen Kalkmergel von Caltanisetta in Sicilien, Taf. XXII, Fig. 41; *D. Pons* und *D. tripyla* beide aus dem Mergel und Polirschiefer von Oran in Algier, Taf. XXI, Fig. 40, 41.

gitterten, an einem Ende mit einer Mündung versehenen Panzer der Cyrtiden gegeben, indem eine untere Mündung des Gehäuses (die einfache Oeffnung des Ringes) einem oberen übergitterten Gewölbe gegenüber steht. Es ist also bereits eine bestimmte ausgesprochene Axe mit 2 verschiedenen gebildeten Polen gegeben, so dass diese echten *Dictyocha* vielleicht mit mehr Recht an die Spitze der Cyrtidenfamilie zu stellen sein werden.

Die vollkommenen Gitterschalen der eigentlichen Polycystinen im engeren Sinne, welche stets zu einem mehr oder weniger geschlossenen netzförmigen Gehäuse ausgebildet und meistens in eine Anzahl Kammern oder Fächer abgetheilt sind, in deren Gestaltung und Verzierung die grösste Mannichfaltigkeit entwickelt ist, lassen sich trotz der weitesten Divergenzen in der äusseren Conformation doch ziemlich leicht auf 4 verschiedene Grundformen oder Typen reduciren, von denen eine, die Sphäroidschale, in einer Reihe von Familien sich wiederfindet, welche im übrigen Körperbau mehrfach von einander abweichen, während die 3 übrigen Grundformen eben so vielen grossen natürlichen Familien entsprechen. Der Charakter dieser 4 Typen lässt sich in folgender Weise kurz zusammenfassen: 1) Sphäroidschalen: Gittergehäuse kugelig oder der Kugelform nahe stehend (sphäroid oder ellipsoid) oder bilateral comprimirt (biconvex oder linsenförmig) entweder einfach, oder aus 2-4-8 concentrischen, in einander geschachtelten und durch Radialstäbe verbundenen Schalen zusammengesetzt. Eine bestimmte Längsaxe des Gehäuses fehlt entweder (bei den rein sphärischen Schalen) oder ist vorhanden (bei den in einer Axenrichtung verlängerten oder verkürzten Schalen); dann sind aber die durch dieselbe bestimmten beiden Polhälften (Hemisphären) der Schale vollkommen gleich. Solche Sphäroidpanzer besitzen die Familien der Collosphaeriden, Ethmosphaeriden, Aulosphaeriden, Coelodendriden, Cladococciden und Ommatiden; ferner finden sie sich als Centraltheile des Skelets in den beiden Tribus der Spongospaeriden (unter den Sponguriden) und der Coccodisciden (unter den Disciden). 2) Cyrtoidschalen: Gittergehäuse äusserst vielgestaltig, immer aber mit einer bestimmten (idealen) mittleren Längsaxe, welcher zwei ganz verschieden gebildete, niemals vollkommen gleiche Polhälften der Schale entsprechen, ein oberer (Apical-) Pol mit kupelförmig gewölbtem Gehäusgipfel und ein unterer (Basal-) Pol mit einer einfachen oder übergitterten besonderen Mündung. In seinen einfachsten, sphäroiden Formen schliesst sich dieser Cyrtoidpanzer den Sphäroidschalen an; allermeistens aber ist derselbe in der Richtung der Längsaxe verlängert oder verkürzt und gegen den Basalpol entweder erweitert oder verengt, so dass die Grundform konisch, cylindrisch oder spindelförmig gestaltet wird. Die Cyrtoidschale bildet niemals in der Mitte der Centralkapsel ein Markskelet, sondern umgiebt dieselbe von aussen als ein einfaches Gittergehäuse, welches entweder gleichmässig rundum gewölbt, oder durch eine oder mehrere longitudinale oder transversale ringförmige Einschnürungen in eine Anzahl unvollständig getrennter Kammern abgetheilt ist. Die Anzahl dieser Stricturen - ob eine oder zwei oder mehrere - und das Verhältniss derselben zur Längsaxe - ob parallel der Längsaxe oder senkrecht auf derselben, oder ob an demselben Gehäuse ein Theil der Stricturen senkrecht auf der Längsaxe, ein anderer derselben parallel, - bestimmen die Unterabtheilungen der umfangreichen Cyrtidenfamilie, welcher diese Cyrtoidschale ausschliesslich zukommt. 3) Discoidschalen: Gittergehäuse eine ganz flache oder ein wenig biconvexe, kreisrunde oder mit verschiedenen Fortsätzen versehene Scheibe mit sehr verkürzter mittlerer Längsaxe mit gleichgebildeten Polarhälften; die beiden ebenen oder wenig vorgewölbten Flachseiten der Scheibe werden durch 2 parallele oder ein wenig gegen einander concav gewölbte Gitterplatten gebildet und zwischen diesen beiden porösen Deckplatten verlaufen eine Anzahl concentrischer Kreisbalken oder die Windungen eines wie eine Uhrfeder in einer Ebene aufgerollten Spiralbalkens; diese cyclischen oder spiralen Balken umkreisen eine einfache centrale Kammer oder eine centrale doppelte oder dreifache Sphäroidschale und werden geschnitten durch eine Anzahl unterbrochener oder durchgehender Radialbalken, welche von der letzteren ausstrahlen. so dass der ganze Binnenraum des Gittergehäuses zwischen den beiden porösen Deckplatten in eine Anzahl mehr oder weniger regelmässiger cyclisch oder spiral geordneter Kammern zerfällt. Diese complicirte Kammerscheibe stellt die Discidenfamilie, welcher dieser Skeletbau allein zukommt, in Bezug auf regelmäßige

Gliederung der Skelettabtheilungen an die Spitze aller beschalteten Radiolarien. 4) Spongoid-schalen: Gittergehäuse sehr vielgestaltig, eine flache Scheibe, wie bei den Disciden, oder ein kugelig Körper, wie bei den Sphäroiden, immer aber ganz oder theilweis von schwammiger Structur, aus unregelmässig gehäuften ungleichen Kammern oder Fächern mit meist sehr dünnen vielästigen und allenthalben anastomosirenden Zwischenbalken zusammengesetzt. Eine bestimmte Längsaxe des Gehäuses fehlt entweder oder ist vorhanden, verlängert oder verkürzt, mit gleichen oder ungleichen Polarhälften. Dieser Schwammpanzer findet sich allein in der Familie der Sponguriden, welche man in mehrere Abtheilungen trennen kann, je nachdem das kieselige Schwammwerk allein das Skelet bildet, oder im Centrum des Körpers durch 2 oder 3 concentrische Sphäroidschalen oder durch cyclische Kammerreihen (aber ohne die einschliessenden porösen Deckplatten!) verdrängt wird.

Sphäroidschalen.

Die Sphäroidschalen zeichnen sich dadurch vor den übrigen 3 Abtheilungen, welche natürlichen Familiengruppen entsprechen, aus, dass sie in sehr ähnlicher Form bei mehreren, sonst sehr verschiedenen Familien, die im Bau ihrer Weichtheile und besonders in deren Verhältniss zum Skelet sich weit von einander entfernen, vorkommen. Es gilt dies sowohl von den einfachen, als von den concentrischen in einander geschachtelten Kugeln, zeigt sich aber am deutlichsten bei dem Typus der Abtheilung, der einfachen kugeligen oder sphäroiden Gitterschale¹⁾. Eine einfache Gitterkugel findet sich bei *Collosphaera* und *Siphonospaera* unter den Polyzoen, bei *Ethmosphaera*, *Cyrtidosphaera*, *Heliosphaera*, welche die Tribus der Heliosphaeriden in der Familie der Ethmosphaeriden bilden, und bei den Aulosphaeriden (lauter *Ectolithia*); ferner bei den Dorataspiden (*Dorataspis* und *Haliommatidium*) unter den Ommatiden, bei den Cladococciden und Coelodendriden (letztere drei Familien *Entolithia*). Eine gleiche einfache Gitterkugel findet sich endlich bei Ehrenberg's nur durch die Skelete bekannten Gattungen *Cenosphaera* und *Acanthospaera*, bei denen sich aus diesem Grunde, so lange man nicht die Weichtheile kennt, nie wird sagen lassen, ob dieselben zu den monozoen oder polyzoen Radiolarien, und wenn ersteres, ob sie zu den Entolithien oder Ectolithien, und zu welcher Familie derselben sie gehören. Dem Skelet nach könnte *Acanthospaera*, eine mit radialen Stacheln besetzte Gitterkugel, ebenso gut eine Heliosphaeride als eine Cladococcide oder Collosphaeride sein. Die Form der einfachen Sphäroidschale ist bei den meisten damit versehenen Arten eine ganz ebenmässige Kugel von geometrisch scharf ausgebildetem Umfange. Nur bei wenigen weicht sie etwas von der reinen Sphärengestalt ab. Bei *Cyrtidosphaera* ist die eine Axe ein wenig verlängert, jedoch nur so wenig, dass der kürzeste zum längsten Durchmesser sich höchstens = 11 : 12 verhält. Stärker ellipsoid verlängert ist der Panzer von *Dorataspis solidissima*, wo der kürzeste Durchmesser sich zum längsten = 5 : 6, und von *Haliommatidium Muellerei*, wo er sich = 2 : 3 verhält. Ganz abweichend von der in der Regel bei den Panzern der Radiolarien herrschenden mathematischen Formbeständigkeit verhält sich *Collosphaera Huxleyi*, indem bei dieser Art die regelmässige Kugelform die Ausnahme, die Schale vielmehr gewöhnlich ganz unregelmässige rundlich polygonal und von verschiedenen Seiten comprimirt ist (Taf. XXXIV, Fig. 1-9). Meist sieht sie aus, als ob die Wände der Kugel beulenartig eingedrückt wären. Zuweilen ist sie ganz polygonal oder selbst in blindsackartige Ausbuchtungen oder Fortsätze vorgestülpt. Nicht selten sieht man auch bisquitartig eingeschnürte Formen, welche wie verschiedene Stadien der Theilung aussehen. Dagegen wich der Umfang bei allen von *Collosphaera spinosa* gesehenen Schalen nur wenig oder gar nicht von der Kugelgestalt ab. Ebenso regelmässig erscheint *Cenosphaera*, die wahrscheinlich auch zu den Polyzoen gehört. Auch das Netzgewebe der Gitterbildung selbst ist bei den meisten einfachen Sphäroidschalen sehr regelmässig. Unregelmässig rundliche Maschen von sehr verschiedenem Umfang zeichnen wieder die Schale von *Collosphaera* aus. Eben solche finden sich bei *Rhaphidococcus simplex*, und an der ä-

¹⁾ Taf. IX; Taf. X, Fig. 4, 5; Taf. XI, Fig. 1, 2; Taf. XIII; Taf. XIV; Taf. XXI; Taf. XXII, Fig. 1-12.
Haeckel, Radiolarien.

sserst zarten centralen Kieselschale von *Coelodendrum*. Auch die, zum Theil sehr weiten Maschen der Netzschale bei den verschiedenen *Dorataspis*-Arten haben einen unregelmässig rundlichen oder abgerundet polygonalen Umfang. Häufiger sind regelmässig kreisrunde und unter einander gleiche Löcher, so bei den meisten Arten von *Cladococcus* (nur *C. cervicornis* ausgenommen, wo sie fünf- bis sechseckig sind) und bei *Rhaphidococcus acufer*; dann bei *Ethmosphaera siphonophora*. Bei dieser eigenthümlichen Gattung sind die kreisrunden Gitteröffnungen nichts anderes, als die äusseren Mündungen zahlreicher, kurz abgestutzter, nach aussen verengter, mit der Axe radial gestellter Trichter oder Hohlkegel, welche dicht an einander gedrängt allein die Schale zusammensetzen. Diese Schalenform nähert sich der von Huxley in der Südsee gefundenen *Collosphaera (Siphonosphaera) tubulosa*, bei der die Oeffnungen der Kieselkugel sich an den abgestutzten Enden mehrerer kurzer, cylindrischer, in radialer Richtung von der Schale ausgehender Röhrchen befinden. Unregelmässige polygonale Maschen setzen das Gitter von *Cyrtidosphaera* in der Art zusammen, dass rundliche Gruppen von kleineren Löchern durch breite netzförmige Züge von grösseren Maschen getrennt werden. Ungleiche quadratische und rechteckige Maschen finden sich bei *Haliommatidium Muellerei*, während sie bei *H. tetragonopum* ziemlich gleich quadratisch sind. Ganz mathematisch regelmässige polygonale Netzmaschen sind unter den einfachen Sphäroidschalen häufig. Regulär gleichseitig dreieckig sind sie bei *Aulosphaera*, sechseckig bei *Heliosphaera*. Gewöhnlich ist die Architectur bei allen Arten dieser Gattungen so ebenmässig, dass eine Masche genau der anderen gleicht. Doch kommen bisweilen individuelle Abweichungen und Unregelmässigkeiten vor.

Concentrische Gitterkugeln¹⁾, zusammengesetzt aus 2 oder mehreren (bis 8) in einander geschachtelten Kugelnetzen, die alle denselben Mittelpunkt haben und durch radiale Stäbe verbunden sind, finden sich in der Subfamilie der Arachnosphaeriden unter den Ethmosphaeriden, und in den beiden Tribus der Haliommatiden und Actinommatiden unter den Ommatiden, ferner als centraler Skelettheil bei den Coccodisciden und bei den Spongospaeriden. Bei der zur Reihe der Ectolithia gehörigen Arachnosphaeriden liegen sämmtliche Gitterschalen ausserhalb der Centralkapsel; bei allen übrigen genannten Unterfamilien, die sämmtlich in die Reihe der Entolithia gehören, sind die innerste oder die beiden innersten oder sämmtliche concentrische Gitterkugeln von der Centralkapsel eingeschlossen, und es liegt entweder nur eine oder gar keine ausserhalb derselben. Die in der Kapsel eingeschlossenen Gitterschalen bezeichnen wir ein für allemal als „Markschalen“, die ausserhalb der Kapsel gelegenen und sie umgehenden als „Rindenschalen“²⁾. Die Verbindung der Rinden- und Markschalen wird stets durch mehrere radiale Stäbe hergestellt, welche gewöhnlich von der innersten Markschale ununterbrochen ausgehen, die Centralkapsel durchbohren und sich meist ausserhalb der Rindenschale in Stacheln verlängern. Ehrenberg und nach ihm Müller nennen die im Innern anderer Kugelnetze eingeschlossenen Gitterschalen, wie die Markschalen der Haliommen, Spongospaeriden etc. „Kern, Nucleus“; wir vermeiden diesen Ausdruck, der durch seine allzuausgedehnte Anwendung in der neuesten Zeit eine bestimmte Bedeutung fast ganz eingebüsst hat. Wo wir uns des Ausdrucks „Kern“ bedienen, geschieht es nur in histologischem Sinne, für den Zellenkern. Da die Formen der Rinden- und Markschalen häufig sehr von einander abweichen, betrachten wir beide gesondert.

Die Rindenschalen sind entweder einfach oder selbst wieder aus mehreren concentrischen zusammengesetzt. Letzteres ist bis jetzt nur bei Ectolithien bekannt, bei *Diplosphaera*, wo 2, und bei *Arachnosphaera*, wo mehrere (4-6) Gitterkugeln in einander geschachtelt sind. Die innerste Rindenschale besteht bei beiden Gattungen aus regelmässig sechseckigen Maschen, ähnlich wie bei *Heliosphaera*, und ist immer verschieden von der äusseren Gitterschale gewebt. Die äussere Netzschale von *Diplosphaera* ist aus sehr grossen, regelmässigen, rechteckigen Maschen, mit äusserst feinen, ela-

¹⁾ Taf. X, Fig. 1-3; Taf. XI, Fig. 3,4; Taf. XXIII, Fig. 2-6; Taf. XXIV; Taf. XXV; Taf. XXVI, Fig. 2, 3, 5, 6; Taf. XXVIII, Fig. 11, 12.

²⁾ Die einfachen Gitterkugeln sind auch grösstentheils wegen ihrer extracapsularen Lage den Rindenschalen zuzurechnen. Nur die der Cladococciden und Coelodendriden sind Markschalen.

stischen Fäden dazwischen, zusammengesetzt; die (3 - 5) äusseren Kugelgitter von *Arachnosphaera* sind unter einander gleichartig gewebt und haben unregelmässige Polygonale Maschen. Die einfachen Rindenschalen der Haliommatiden und Actinommatiden sind meist ebenfalls, wie die eben genannten, rein sphärisch. Doch sind sie bei einigen *Haliomma* -Arten in einer Richtung etwas ellipsoid verlängert, wie bei *H. tabulatum*. Bei andern sind sie flach, linsenförmig von 2 Seiten comprimirt, an dem scharfen Linsenrand durch mehrere radiale, besonders geformte Stacheln ausgezeichnet. Dies ist der Fall bei der Gattung *Heliodiscus*, welche sich in der Form den Discoidschalen nähert. Sehr eigenthümlich ist die von Müller entdeckte *Tetrapyle octacantha* gestaltet, eine ellipsoide, von 2 entgegengesetzten Seiten, dem längeren Durchmesser parallel, stark comprimirt Rindenschale. An jeder dieser Seiten sind 2 sehr grosse, regelmässige, rundliche Oeffnungen oder Spalten in der Gitterschale, welche durch eine schmale Brücke verbunden sind. Stellt man sich die ellipsoide Schale als Erdglobus vor, die längere Axe als stachellose Axe vertical gestellt, so bildet die Brücke einen um den Aequator gelegten Gitterring und, auf jeder Hemisphäre stehen sich, jederseits des Ringes, 2 Spalten gegenüber. Die beiden Pole sind von einem Gitterkappchen bedeckt, dessen Netzwerk sich über jeder Spalte in Gestalt eines horizontalen (der Aequatorialebene fast parallelen) Daches verlängert und vorspringt. Wo die Dächer abgehen, tritt an jeder Seite des Spaltrandes ein starker radialer Stachel nach aussen. Sehr abweichend von den gewöhnlichen Ommatiden-Formen verhält sich auch die neue Gattung *Didymocyrtis*, wo die ellipsoide Rindenschale in der durch den kürzesten Durchmesser gelegten halbirenden Mittelebene mittelst einer starken Einschnürung bisquitförmig in 2 querelliptische gleiche Hälften getheilt ist. Sie ahmt also unter den Entolithien die Form der Zygocyrtiden (Ehrenberg's Spyridinen) nach, welche wie aus zwei Schalen zusammengewachsen aussehen. Die letzteren haben aber kein Markskelet, während *Didymocyrtis* eine gleiche zweifache Markschale wie *Actinomma* besitzt, 2 innere concentrische Gitterkugeln, welche mit der ringförmigen Einschnürung durch Radialbalken verbunden sind (Taf. XXII, Fig. 14 - 16). Eine ganz ähnliche, die Spyridinen nachahmende Form, aber durch einfache Markschale verschieden, scheint in der Tribus der Haliommatiden Ehrenberg's neue Gattung *Ommatospyris* zu wiederholen, und an diese scheint sich zunächst *Ommatocampe* (ebenfalls mit einfacher, mittlerer Markschale) anzuschliessen, wo die ringförmige Einschnürung sich an jeder querelliptischen Hälfte des Bisquits nochmals wiederholt, so dass 4, durch 3 quere Einschnürungen getrennte Glieder neben einander liegen, unter der mittleren Strictur die Markschale. Das kieselige Netzwerk selbst besteht bei den einfachen Rindenschalen meist aus viel kleineren Maschen und gröberem Balken, als bei den zusammengesetzten. Bei vielen sind die Maschen unregelmässig und ungleich; rundlich bei *Tetrapyle*, *Didymocyrtis*, vielen Arten von *Haliomma* (*H. erinaceus*, etc.) und *Actinomma* (*A. drymodes*, *A. asteracanthion* etc.); polygonal bei *Haliomma spinulosum*, *H. capillaceum*. Regelmässig kreisrund und gleich sind sie bei den meisten Arten von *Heliodiscus*, ferner bei *Haliomma echinaster* und *H. castanea*. Bei *Haliomma tabulatum* und *H. echinaster* sind die Balken zwischen den runden Maschen in der Mitte mit einem erhabenen Kiel versehen; die zusammengestossenen Kiele vereinigen sich zu einem vortretenden Netze, welches die Maschen bei ersterem mit viereckigen, bei letzterem mit sechseckigen Rahmen, wie Facetten umgiebt. Die Balken sind meist breit, selten haardünn (*Haliomma capillaceum*).

Die Markschalen der Ommatiden sind entweder einfach, wie in der Tribus der Haliommatiden, oder doppelt, aus 2 concentrischen zusammengesetzt, wie in der Tribus der Actinommatiden. Ehrenberg's aus tiefem Seegrund gehobenes *Haliomma quadruplex* scheint sogar eine dreifache Markschale zu besitzen und muss deshalb mindestens eine besondere Gattung bilden, die wir wegen der wie Zwiebelschalen in einander geschachtelten Gehäuse *Cromyomma* nennen wollen. Doch wird hier erst die Beobachtung des lebenden Thiers zu entscheiden haben, wie viele von den 4 in einander geschachtelten Gitterkugeln in der Centrakapsel eingeschlossen sind. An der doppelten Markschale, welche sich bei *Actinomma* und *Didymocyrtis* findet, hat die innere gewöhnlich halb so grossen

Durchmesser, halb so grosse Maschen und Balken, als die äussere. Häufig verhält sie sich darin zur letzteren, wie diese zur Rindenschale. Die Markschaln der Ommatiden sind fast immer kugelig, auch bei den linsenförmigen *Heliodyscus* und bei *Didymocyrtis*. In der Form ihrer Maschen und Balken entsprechen sie meist der Rindenschale; so sind die Löcher der Markschale von *Haliomma capilla-ceum* und *H. erinaceus* polygonal, von *Actinomma drymodes* und *A. inerme* kreisrund. Eine Ausnahme bildet z. B. *Haliomma echinaster*, wo die Rindenschale reguläre kreisrunde, dagegen die Markschale anregelmässige polygonale Maschen (wie bei *H. erinaceus*) besitzt, ferner *H. tabulatum*, wo die Markschale runde Maschen ohne die viereckige Facettenumfassung der Rindenschale besitzt. Die radialen Stäbe, welche die in einander geschachtelten concentrischen Gitterkugeln verbinden, sind zwischen den Markschaln viel dünner, als ihre directe Fortsetzung zwischen Mark- und Rindenschale. Nach aussen gehen sie meist in radiale Stacheln über. Die fast allen Sphäroidschaln zukommenden radialen Stacheln werden wir am Schluss der Skelettbetrachtung mit den Stacheln der übrigen Radiolarien zusammen in's Auge fassen.

Die Markschaln der Coccodisciden und Spongospaeriden, welche sogleich bei Schilderung des Discoid- und Spongoid-Skelets näher werden erläutert werden, unterscheiden sich an sich nicht wesentlich von denen der Ommatiden. Sie bilden bei jenen beiden Familien blos den Centraltheil des Skelets, welches ausserdem, in seinem äusseren Theile, ganz verschieden gebaut ist. Gewöhnlich sind nur 2 Gitterkugeln in einander geschachtelt, die sich dann vollkommen, wie die der Aetinommatiden verhalten, so bei *Rhizosphaera*, *Spongospaera*, *Dictyosoma* unter den Spongospaeriden, bei *Lithocyclia* und wahrscheinlich mehreren anderen unter den Coccodisciden. Seltener sind diese beiden noch von einer dritten Markschale umschlossen, welche dann der entsprechenden von *Cromyomma* an die Seite zu stellen wäre, so bei *Coccodiscus* und *Spongodictyum*. Die einzelnen Schaln verhalten sich dann bezüglich der nach innen stetig abnehmenden Grösse der Gitterlöcher und Breite der Zwischenbalken ganz, wie bei den Ommatiden. Bei vielen Coccodisciden scheint die sphäroide Form der äussersten Markschale linsenförmig abgeplattet zu sein, mit verkürzter Längsaxe.

Cyrtoidschaln.

Die Cyrtoidschaln¹⁾ kommen einer sehr grossen und an verschiedenartig verzierten und gebauten Formen äusserst reichen, von allen übrigen wohl geschiedenen natürlichen Gruppe von Radiolarien zu, welche wir in der Familie der Cyrtiden zusammengefasst haben. Diese enthält Ehrenberg's *Polycystina solitaria* und *Spyridina*, welche letztere er zusammen mit den Calodictyen, Haliommatinen und Lithocyclidinen den ersteren als *Polycystina composita* gegenübergestellt hatte. Dass diese Trennung der Gitterthierchen in einfache und zusammengesetzte, welche sich auf die verschiedene Beschaffenheit des Skelets gründet, der Natur nicht entspricht, wird unten, bei Besprechung der systematischen Eintheilung, nachgewiesen werden. Die Formenmannichfaltigkeit in dieser Abtheilung ist übrigens so ausserordentlich gross und betrifft dabei wesentlich so sehr die äussere Verzierung und architektonische Ausschmückung der Schaln, ohne viele wichtige Abänderungen in den Grundformen derselben zu bedingen, dass wir hier nicht auf die unendliche Mannichfaltigkeit, die in den Gattungen oder gar in den Arten zu Tage tritt, eingehen können, sondern nur die in derselben vorkommenden wesentlichen Grundverschiedenheiten der Totalconformation hervorheben werden. Wir sind hierzu um so mehr veranlasst, als die grosse Mehrzahl grade dieser Abtheilung der Vorwelt anzugehören scheint, gegen welche diejenigen der Jetztwelt nur ein verschwindend kleines Contingent liefern. Ehrenberg zählte schon in seiner 1847 gegebenen tabellarischen Uebersicht der Polycystinen (hauptsächlich von Barbados) mehr als doppelt soviel Solitaria, als Composita, nämlich von ersteren 193, von letzteren nur 89 Arten, und unter diesen wieder 36 Spyridinen, so dass also in jener Uebersicht 229 Cyrtiden 53 andern Polycystinen gegenüberstehen, mithin die Zahl der letztern um mehr als das Vierfache übertreffen. Gegen diese Masse fossiler Cyrtiden die nachher noch sehr ver-

¹⁾; das geflochtene Körbchen, die Fischreuse, der Vogelbauer.

mehrt wurde, treten die bis jetzt bekannten lebenden Cyrtiden sehr zurück, da bisher nur 2 Spyridinen und 23 zu Ehrenberg's solitären Polycystinen gehörige Arten mit dem Weichkörper beobachtet wurden.

Der wesentlichste Charakter der nur den Cyrtiden zukommenden Cyrtoidschale besteht darin, dass an dem aus einem einfachen Gitternetz gebildeten Gehäuse, welches die in seinem Binnenraum schwebende Centralkapsel einschliesst, ohne in deren Innerem ein Markskelet zu bilden, stets eine mittlere ideale Längsaxe zu unterscheiden ist, deren beide Endpole ganz verschieden gebildet sind, indem der erste oder obere Pol, den man Scheitel- oder Apical-Pol nennen könnte, mehr oder weniger kuppelförmig gewölbt oder zugespitzt, immer aber von Gitterwerk geschlossen ist, während der zweite oder untere Pol, der auch Basel- oder Mündungs-Pol heissen könnte, durch eine besondere grössere Oeffnung oder Mündung ausgezeichnet ist, die entweder einfach, oder durch einzelne Balken in mehrere, immer aber durch Grösse oder Form von dem übrigen Gitterwerk verschiedene Löcher getheilt ist. Durch diese Ausbildung einer mittleren Längsaxe wird die sphäroide Grundform der einfachen Gitterschale, welche nur noch in den Gattungen *Pylosphaera* und *Cyrtocalpis* angedeutet ist, in eine cylindrische oder länglich walzliche ausgezogen, aus der dann durch Verengerung eines oder beider Pole kegel- oder spindelförmige Gitterschalen hervorgehen. Die grosse Mehrzahl der Cyrtoidschalen wird durch eine oder mehrere parallele oder auch zum Theil senkrecht auf einander stehende ringförmige Einschnürungen oder Stricturen in unvollständig getrennte Glieder oder Kammern abgetheilt, welche sich den Kammern der Nodosariden unter den Polythalamien parallelisiren lassen. Diese schon von Ehrenberg und Müller erkannte Analogie wird unten näher besprochen werden. Hier sei nur erwähnt, dass sehr häufig die einzelnen Schalenglieder nicht blos durch die äussere Einschnürung, sondern auch durch einen Kieselring, der mit der Einschnürung durch kleine Radialbalken verbunden ist, getrennt werden. Dieser Ring stellt also eine Art unvollständiger Scheidewand zwischen den benachbarten Gliedern her, durch welche deren Communication verengt wird, ein am Rande durch eine Löcherreihe durchbrochenes Septum, dessen mittlere grosse Communicationsöffnung (Diaphragma) sich dem Siphon der Nodosariden vergleichen lässt. Ein vollständiges gegittertes Septum habe ich nur bei einer einzigen Gattung, *Arachnocorys*, erkannt; doch kommt wahrscheinlich ein ähnliches auch vielen andern Formen zu und namentlich solchen, wo auch die Mündung wieder gegittert ist.

Die Zahl und Anordnung der Schalenglieder habe ich zur Zerfällung der umfangreichen Cyrtidenfamilie in 5 Subfamilien oder Tribus benutzt, Diese sind: 1) die Monocyrtiden, mit einem einzigen ungetheilten Gliede ohne Einschnürung. 2) die Zygyrtiden (Ehrenberg's Spyridinen) mit 2 Gliedern, welche durch eine ringförmige Längsstrictur, in deren Ebene die Längsaxe liegt, getrennt sind. 3) die Dicyrtiden, mit 2 Gliedern, welche durch eine ringförmige Querstrictur, auf deren Ebene die Längsaxe senkrecht steht, geschieden werden. 4) die Stichocyrtiden, mit mehr als 2, mindestens 3 Gliedern, welche in einer Reihe hinter einander liegen und durch 2 oder mehrere parallele Querstricturen, auf deren Ebenen die Längsaxe senkrecht steht, getrennt werden. 5) die Polycyrtiden, mit mehr als 2, mindestens 3 Gliedern, welche sowohl durch Längs- als durch Querstricturen geschieden werden, so dass also die Längsaxe auf einem Theile der Stricturen-Ebenen senkrecht steht, dem anderen Theile der Stricturen-Ebenen dagegen parallel läuft oder in eine derselben hineinfällt. Bei allen diesen 5 Unterfamilien sind constant die beiden Pole der Längsaxe des Gehäuses verschieden und ist der untere oder Basal-Pol stets durch die besondere Mündung ausgezeichnet, welche entweder als eine einfache, weite Oeffnung erscheint, oder durch ein Gitter geschlossen, dann aber immer durch die grösseren und unregelmässigeren oder sonst abweichend gebildeten Netzmaschen von der übrigen Gitterwand verschieden ist. Zwei, an beiden Polen der Längsaxe einander gegenüberliegende Mündungen, wie sie Ehrenberg seinen Eucyrtidinen zuschreibt, habe ich bei keiner beobachteten Art gesehen; höchst wahrscheinlich beruht die Annahme einer besonderen Mündung an dem oberen oder Apical-Pol der fossilen Eucyrtidinen auf einer Täuschung, wie weiterhin gezeigt werden wird.

Am wenigsten Mannichfaltigkeit unter den Cyrtoidschalen bieten die Monocyrtiden (Taf. IV, Fig. 7-10; Taf. V, Fig. 1-11). Durch die Gattung *Pylosphaera*, eine einfache Gitterkugel, welche aber an einer Seite von einer grossen, regelmässigen, einfachen Mündung¹⁾ durchbrochen ist, stehen sie mit den Sphäroidschalen in Verbindung. Auch *Haliphormis* schliesst sich an diese an, eine einfache, oft nicht ganz regelmässige sphäroide Gitterschale, mit einer unregelmässigen, Übergitterten Mündung. Mehr in die Länge gezogen und nach beiden Enden verschmälert ist die Schale von *Cyrtocalpis* und *Carpocanium*, wo die Mündung einfach und nicht vergittert ist, bei ersterer mit glattem, bei letzterer mit gezähntem Rande. Gezähnt ist auch der Mündungsrand bei der glockenförmigen *Halicalyptra* mit weiter Mündung. Kegelförmig (grade oder hornförmig gekrümmt) ist die Schale von *Cornutella*. An letztere schliesst sich das zeltförmige *Litharachnium* mit ausgeschweiftem, von radialen Rippen durchzogenem Kegelmantel an. Vielleicht gehört hierher auch die noch nicht lebend beobachtete *Spirillina*, eine spiralig in einer Ebene aufgerollte Kieselröhre mit einfacher Endmündung ohne Scheidewände im Innern, welche die kalkschalige *Cornuspira* von den Polythalamien wiederholt. Mehr Formenreichtum findet sich bei den Zygyocytiden, den Spyridinen Ehrenberg's, die er in so zahlreichen Arten fossil fand, während lebend erst zwei Repräsentanten (*Dictyospyris messanensis* und *Petalospyris arachnoides*, Taf. XII, Fig. 7) beobachtet wurden. Die Cyrtoidschalen dieser Subfamilie sind durch eine mittlere Längseinschnürung, welche in eine durch die Längsaxe gelegte Mittelebene fällt, so in zwei gleiche Hälften getheilt, dass sie wie eine in Theilung begriffene Monocyrtide oder wie ein aus 2 gleichen Sphäroidschalen zusammengewachsenes Zwillingindividuum aussehen. Einer ähnlichen, aber mündungslosen Bildung haben wir schon bei den Sphäroidschalen als *Didymocyrtis* und *Ommatospyris* Erwähnung gethan. Bei diesen liegt inmitten der Einschnürung eine durch Radialstäbe mit ihr verbundene kugelige Markschale, welche den Zygyocytiden fehlt. Die Mündung der letzteren ist theils Übergittert, wie bei *Dictyospyris*, theils einfach, wie bei *Petalospyris*, wo sie von einem Kranze stachelartiger Anhänge umgeben ist. Die Mündung, welche stets an einem Endpole der mittleren Längsaxe liegt, ist beiden Schalenhälften gemeinsam. Die Schalenoberfläche ist bei *Ceratospys* mit einfachen, bei *Cladospys* mit verästelten Dornfortsätzen bedeckt.

Die Dicyrtiden besitzen eine durch eine mittlere Quereinschnürung in 2 ungleiche Glieder getheilte Cyrtoidschale (Taf. V, Fig. 12 -19; Taf. VI). Die mittlere Längsaxe steht senkrecht auf dem Mittelpunkt einer durch diese Einschnürung gelegten Ebene. Die Einschnürung ist bald nur sehr flach, so dass die beiden Glieder kaum abgesetzt sind, wie bei *Eucecryphalus*, welcher den Übergang zu den Monocyrtiden bildet, bald tiefer, wie bei *Lithomelissa*. Bei *Arachnocorys* geht sie durch, indem beide Glieder durch eine vollständige gegitterte Scheidewand getrennt werden. Das erste (obere, geschlossene) Glied ist meistens sehr klein, selten so gross wie das zweite oder gar noch grösser, immer aber durch Gestalt von diesem verschieden. Meistens ist das obere Glied einfach rundlich, kopfförmig. Gewöhnlich trägt es einen, selten mehrere, starke, meist nicht excentrische Stacheln. Selten fehlen diese ganz, wie bei *Dictyocephalus*. Mehrere finden sich bei *Lophophaena*. Das zweite (untere) Glied, an dessen der Einschnürung entgegengesetztem Ende die einfache oder Übergitterte Mündung liegt, hat sehr verschiedene Formen. Fast scheibenförmig abgeflacht ist es bei *Lamprodiscus*. Bei *Clathrocanium* besteht es aus nackten Radialrippen, welche nur am Ende, rings um die weite Mündung, durch Gitterwerk verbunden sind. Meist ist es mehr oder weniger kegelförmig, so namentlich sehr ausgesprochen bei *Eucecryphalus* und *Arachnocorys*. Dann verlaufen oft in dem Kegelmantel radiale Rippen, welche an dem Mündungsrande als Endstacheln vorspringen, wie bei *Arachnocorys* und *Dictyophymus*. Bei ersterer stehen auf diesen Stachelrippen noch Nebenstacheln. Durch einen besonders zierlichen Stachelkranz am Mündungsrande sind *Eucecryphalus* und *Anthocyrtis* ausgezeichnet. Bei *Lychnocanium* und *Lithopera* ist der Mündungsrand Übergittert; bei ersterem ist derselbe verengert und mit starken füsschenförmigen Fortsätzen versehen. Durch seitliche Stachelfortsätze ist

¹⁾ „apertura simplici coarctata regulari.“ Monatsber. 1858 p. 12.

Lithomelissa ausgezeichnet. Bei dieser Gattung, wie auch bei *Anthocyrtis*, *Lophophaena*, und *Dictyocephalus* ist das zweite Glied glockenförmig oder tonnenförmig.

Die Stichocyrtiden zeigen unter allen Cyrtidschalen die grösste Mannichfaltigkeit. Die einfache Quereinschnürung der Dicyrtiden wiederholt sich hier mehrmals, so dass mehrere, in einer graden Reihe hintereinanderliegende, durch unvollständige Septa getrennte, Glieder oder Kammern entstehen. Meist sind nur 3-4-5, seltener 8-10 Glieder vorhanden. Diese vielkammerigen Schalen sind es, die sowohl in der Gestalt, als in der Wachstumsweise (vorschreitender Gliederbildung in einer Längsaxe) besondere Analogie mit den Polythalamien und besonders mit den Nodosariden darbieten. Doch sind nur in den seltensten Fällen mehrere (niemals alle) Glieder ganz gleich, vielmehr meistens alle sowohl an Grösse als Form verschieden (Taf. IV, Fig. 11; Taf. VII; Taf. VIII). Die Mündung liegt immer am Ende des letzten Gliedes und ist gewöhnlich einfach, seltener übertert, letzteres bei *Lithocorythium*, *Rhopalocanium*, *Lithornithium*. Im Allgemeinen lassen sich unter den Stichocyrtiden 2 Formenreihen unterscheiden, solche mit kegelförmiger und solche mit spindelförmiger (walzlicher) Grundgestalt. Bei ersteren endet das letzte Schalenglied gewöhnlich mit erweiterter Mündung; bei letzteren verengt sich die Schale meistens wieder gegen das Ende. Hier sind gewöhnlich die mittleren Glieder die grössten und umfangreichsten, während bei den andern mit konischer Grundform das Endglied meist alle andern an Umfang übertrifft. Das erste Glied ist gewöhnlich bei den Stichocyrtiden, ebenso wie bei den Dicyrtiden, sehr klein, einfach rundlich, köpfchenförmig, und auch durch kleinere Gitterlöcher vor den andern ausgezeichnet. Auch trägt es, *Lithocampe* ausgenommen, meist, wie bei jenen, einen, selten mehrere, grade oder schief aufgesetzte einfache Stacheln. Bei *Thyrsocyrtis* ist dieser Stachel mit kleinen Dörnchen besetzt. Sehr häufig finden sich auch stachelige oder flügelartige Anhänge an andern Gliedern. Dieselben fehlen bei *Lithocampe*, *Lithocorythium*, *Eucyrtidium*, *Thyrsocyrtis*. Seitliche Anhänge finden sich am zweiten Gliede bei *Lithornithium*, *Pterocanium*, *Pterocodon*, wo sie einfach, und bei *Dictyoceras*, wo sie gitterförmig durchbrochen sind; am dritten Gliede finden sich gegitterte Anhänge bei *Rhopalocanium*. Füsschenförmige Endanhänge, als Fortsetzungen des letzten Gliedes, besitzen *Podocyrtis* und *Pterocodon*, wo sie einfach, und *Dictyopodium*, wo sie gitterförmig durchbrochen sind. Gewöhnlich sind die erwähnten Anhänge, welche meist eine ansehnliche Grösse, oft mehr als die Hälfte der Schalenlänge erreichen, in Dreizahl vorhanden und stehen symmetrisch in 3 gleichweit von einander entfernten verticalen Meridianebenen der Schale von einander ab. Seltener zeichnet sich dieselbe durch völlige Unsymmetrie aus, wie bei *Dictyoceras*. Eine sehr eigenthümliche Anomalie findet sich auch bei *Lithocampe anomala*, wo das zweite Glied nach 3 verschiedenen Richtungen hin ungleichartig bauchig vorgetrieben ist. Es finden sich also in dieser Abtheilung auch ganz unsymmetrische Formen, während die Mehrzahl reguläre radiale Symmetrie, meist nach dreizähligen Typus, zeigt, so dass jede Schale in 3 gleiche Drittheile theilbar erscheint. Daneben finden sich auch einzelne rein bilateral symmetrische, die nur in zwei gleiche Hälften sich theilen lassen, wie z. B. *Eucyrtidium cranoïdes*. Die anomalste und ganz irreguläre Form ist das sehr abweichende *Dictyoceras*, wo nicht nur die 3 vom zweiten Glied abgehenden netzförmigen Flügel ganz ungleich sind, sondern auch die Schale selbst nach allen Richtungen hin durchaus ungleichartig ausgedehnt und ohne Spur von Symmetrie aufgebaut erscheint (Taf. VIII, Fig. 1-5).

Die Polycyrtiden, die fünfte und letzte Tribus der grossen Cyrtidenfamilie, vereinigen in ihrem Schalenbau die Eigenthümlichkeiten der Zygocyrtiden und Dicyrtiden oder Stichocyrtiden, indem die Stricturen des Gehäuses dessen Binnenraum sowohl der Länge als der Quere nach in Glieder oder Kammern abtheilen, welche demnach theils über, theils neben einander liegen. Es müssen sich immer mehr als 2, mindestens 3 Kammern finden, wie bei den Stichocyrtiden, die aber nie, wie bei den letzteren, alle in einer Reihe hinter einander liegen, sondern stets theilweis, wie, bei den Zygocyrtiden neben einander stehen, in gleicher Höhe von der Spitze der Schale entfernt. Man kann diese Formen aus den Dicyrtiden oder Stichocyrtiden dadurch sich entstanden denken, dass eine oder mehrere von den hinter einander in eine Längsreihe geordneten Kammern durch secundäre Längsstricturen, welche

auf den primären Querstricturen senkrecht stehen, in Nebenkammern abgetheilt werden. So scheint auch Ehrenberg diese Formen aufgefasst zu haben, welcher sie nicht von seinen übrigen solitären Polycystinen als besondere Abtheilung trennt, und die betreffenden gekammerten „Articuli“ als „lobati“ oder „sublobati“ bezeichnet. Doch haben diese Längsstricturen nicht weniger Werth für die Abtheilung der Schale in Kammern, als die gleich bedeutenden Längsstricturen der Zygocyrtiden, und die Polycyrtiden müssen desshalb als besondere, eigenthümliche Unterabtheilung der Cyrtiden neben den andern Tribus einen Platz erhalten. Offenbar ist in dem typischen Bau dieser Abtheilung die grösste Möglichkeit der mannichfaltigsten Formenentwicklung, durch die Combination der longitudinalen und transversalen Gliederung, gegeben; doch scheint diese weite Möglichkeit der verschiedenartigsten Kammerbildung in der Natur nur in sehr engen Grenzen benutzt und ausgeführt zu sein. Die Subfamilie der Polycyrtiden, offenbar die höchst entwickelte und complicirteste der ganzen langen Cyrtidenreihe, ist nicht, wie man nach dem Typus ihres Bauplanes erwarten sollte, die an Gattungen und Arten reichste, sondern umgekehrt die ärmste von allen 5 Unterfamilien. Es sind bis jetzt nur 4 Gattungen bekannt, und erst zwei Arten wurden mit dem Weichkörper beobachtet; eine sechskammerige *Botryocampe* (Taf. XII, Fig. 10), bei welcher die beiden unteren Glieder einfach, das erste (oberste) durch 3 Längsstricturen in 4 ungleiche Nebenglieder abgetheilt ist, und eine dreikammerige *Spyridobotrys* (Taf. XII, Fig. 8, 9), bei welcher das erste Glied einfach, das zweite durch eine einfache Längsstrictur in 2 neben einander liegende gleiche Kammern zerfallen ist. Bei *Lithobotrys* ist umgekehrt, wie bei *Spyridobotrys*, das erste (oberste) Glied der mit einer einfachen Querstrictur versehenen Schale durch eine oder mehrere Längsstricturen in mehrere, neben einander liegende Kammern abgetheilt, dagegen das unterste (basale) Glied einfach. Bei *Botryocampe* und *Botryocyrtis* finden sich mehrere Querstricturen und an der Spitze des Gehäuses mehrere Längsstricturen, durch welche das erste Glied in mehrere Kammern abgetheilt wird, die oft unsymmetrisch in Form einer kurzen Spirale oder Traube zusammengelagert sind. Bei *Botryocyrtis* ist der Basalpol der Schale, das Ende der untersten Abtheilung, mit einer einfachen, weit offenen Mündung versehen, während dieselbe bei den 3 ersten Gattungen übergittert ist. Auch diese wenigen Polycyrtiden-Formen sind in ihrer eigenthümlichen Zusammensetzung, z. B. in Bezug auf die ganz freie, oder durch unvollkommene innere Scheidewände mehr oder weniger verengte Communication der neben und über einander gepackten Kammern, ferner in Bezug auf die Anordnung der Kammern im Verhältniss zur Längsaxe etc. noch sehr wenig bekannt. Eine genauere Untersuchung, grade dieser Formen ist um so wünschenswerther, als sich bei der ausserordentlich vielfältigen Möglichkeit der reichsten Formentwicklung, die durch die im Bauplan derselben liegende Combination quer und längs neben einander gestellter Kammern gegeben ist, erwarten lässt, dass grade hier sehr verschiedenartig und complicirt gekammerte Schalen sich finden werden, die vielleicht, ebenso wie die Stichocyrtiden mit den Nodosariden, mit anderen Polythalamien bestimmte interessante Homologieen bieten werden.

Discoidschalen.

Die Discoidschalen gehören, ebenso wie die Cyrtoidgehäuse, einer sehr umfangreichen und natürlichen Abtheilung von Polycystinen an, der Familie der Disciden, welche sich in ganz gleicher Weise, wie die letzteren den Nodosariden, so einer andern Abtheilung der kalkschaligen Polythalamien parallelisiren lassen, nämlich den Soritiden oder den cyclischen Polythalamien. Auch diese Analogie ist bereits von Ehrenberg und Müller angedeutet und wird unten bis in das feinere Detail hinein nachgewiesen werden. Sie lässt sich auch hier so weit verfolgen, dass man, wenn man von der chemischen Verschiedenheit des Schalenmaterials und von dem Fehlen der Centralkapsel bei den Polythalamien absieht, versucht sein könnte, die Grenze zwischen den Polythalamien und Radiolarien hier für aufgehoben zu erklären und einen continuirlichen Uebergang zwischen beiden Ordnungen herzustellen. Die Kieselgehäuse der Disciden sind ohne Ausnahme ganz flache oder etwas biconvexe Scheiben, meist von kreisförmigem Umriss, deren Oberfläche durch 2 glatte, von zahlreichen kleinen

Löchern durchbohrte Deckplatten (Gitterblätter) gebildet wird. Sind die beiden Platten eben, so laufen sie parallel, sind sie convex nach aussen vorgewölbt, so schliessen sie zusammen einen biconvexen Linsenraum ein. Zwischen diesen beiden porösen Platten verlaufen nun, in einer und derselben mittleren Durchschnittsebene der Scheibe, und denselben Mittelpunkt umkreisend, entweder mehrere concentrische Kreisbalken oder die Windungen einer wie eine Uhrfeder aufgerollten Spirale, und diese einzelnen, in immer weiteren Curven von innen nach aussen auf einander folgenden Ringbalken oder Spiralwindungen sind alle unter einander mittelst sehr zahlreicher entweder unterbrochener oder durchgehender Radialbalken verbunden. Dadurch zerfällt jeder cyclische oder spirale Ring in eine Anzahl kleiner Kammern, welche sowohl unter einander, als mit der Aussenwelt (durch die Poren der Deckplatten) communiciren (Taf. XXVIII, Fig. 11, 12; Taf. XXIX; Taf. XXX). Johannes Müller vergleicht dieselben mit vollem Recht den Kammern der cyclischen Polythalamien (Soritiden), von denen sie sich nur dadurch unterscheiden, dass bei den letzteren die Wände der Kammern viel mehr ausgebildet, die Communicationsöffnungen derselben viel kleiner und meist auch spärlicher und regelmässiger angeordnet sind, während bei den homologen Disciden die Communicationslöcher der Kammern überwiegend auf Kosten der Wände ausgebildet sind, so dass diese letzteren grossentheils auf schmalere oder breitere Stäbe reducirt erscheinen, welche nur die Kanten der unvollkommen ausgebildeten Kammern repräsentiren und ihren Umfang bezeichnen. Hier überwiegt in den meisten Fällen der Flächenraum der Oeffnungen der Kammern denjenigen ihrer Umgrenzungswände, während dort, bei den Soritiden, das umgekehrte der Fall ist. Will man sich das beiderseitige Verhältniss an einem anschaulichen Bilde klar machen, so kann man die Kammern der Disciden mit den Stubenräumen eines noch im ersten Bau begriffenen Hauses vergleichen, wo eben erst der Umfang der einzelnen Zimmer durch Errichtung der Eckpfeiler, der Deckenbalken und der Stützbalken der Zwischenwände bestimmt ist, wo aber statt der einschliessenden Decken und Wände mit Thüren und Fenstern grosse weite Lücken vorhanden sind. Dagegen gleichen die Kammern der Soritiden vollendeten und ausgebauten Zimmern mit ausgedehnten Wänden, wo jene weiten Lücken auf die Thüren und Fenster reducirt sind, welche die Communication der an einander stossenden Zimmer unter einander und mit der Aussenwelt gestatten. Die viel mehr geschlossenen Kammern der cyclischen Polythalamien sind in dieser Beziehung offenbar weiter entwickelt, vollkommener construiert, und vollendeter ausgebaut, als die viel luftigeren und leichteren Kammern der discoiden Radiolarien. Insbesondere scheinen die verschiedenen Communicationsöffnungen bei den ersteren im Ganzen regelmässiger und sorgfältiger vertheilt und ausgeführt zu sein. Indess ist diese Differenz zum grossen Theil offenbar nur von der verschiedenen Beschaffenheit des Baumaterials abhängig, wie sie auch ganz ähnliche Verschiedenheiten in der Construction der sonst ganz homologen Cyrtiden und Nodosariden bedingt hat. Die Kieselröhre der Radiolorengehäuse leistet offenbar durch ihre physikalische Beschaffenheit den schädlichen Einwirkungen mechanischer Beleidigungen und anderen äusseren Einflüssen ungleich mehr Widerstand, ist ungleich härter und fester, dabei doch elastischer und weniger spröde, als der kohlen-saure Kalk der Polythalamien. Daher mussten die aus letzterem gebildeten Wände ungleich dicker, massiver, plumper sein, als die viel resistenteren Kieselwände, die aus diesem Grunde weit dünner und zierlicher ausgefallen sind. Dieses Verhältniss wird ebenso klar, wenn man die Cyrtiden mit den Nodosariden, als wenn man die Disciden mit den Soritiden vergleicht.

Was nun die nähere Beschaffenheit der Kammern der discoiden Radiolarien betrifft, so bieten sich auch hier wieder in Bezug auf Grösse, Gestalt, Regelmässigkeit, Communication etc. die mannichfaltigsten Verhältnisse dar, die unten in der speciellen Beschreibung in ihrem Detail berücksichtigt werden. Die Grundform der Kammern nähert sich dem Würfel, doch sind sie allgemein nach innen enger, nach aussen weiter, entsprechend der Couvergenz der seitlichen radialen Begrenzungsbalken nach innen. Im Allgemeinen kann man an jeder Kammer, wenn man die horizontale Lage der flachen Scheiben als bestimmend annimmt, ein inneres Loch in der dem Centrum. ein äusseres Loch

in der der Peripherie zugewandten Kammerwand unterscheiden; durch ersteres communicirt sie mit der anstossenden Kammer des nächst inneren, durch letzteres mit der entsprechenden des nächst äusseren Kreises. Ferner finden sich an jeder Kammer 2 seitliche Löcher in den beiden gegenüberstehenden (gegen die Peripherie etwas radial divergirenden) Seitenwänden, durch welche die Kammer mit den beiden benachbarten einschliessenden Kammern desselben Kreises in Verbindung steht. Endlich ist die obere Decke und der untere parallele Boden jeder Kammer von einem, oder häufig mehreren Löchern, Poren der Deckplatten, durchbohrt, durch welche die Kammer mit der Aussenwelt communicirt, und durch welche die Pseudopodien austreten. Wie in dieser Weise die Sarkode des im Innern der gekammerten Scheibe eingeschlossenen Thierkörpers ihre Strahlen durch alle Löcher der Deckplatten entsendet, so treten dieselben auch seitlich, aus den peripherischen Löchern der Kammern des äussersten Ringes, in Menge aus. Die Abgrenzung der Centralkapsel, welche zwischen den Deckplatten bis in die äussersten Kammerringe zu reichen scheint, ist bei den Disciden darum schwer zu erkennen, weil sie von einem sehr dicken und undurchsichtigen, flockigen Mutterboden überlagert ist. Die Zahl der Poren der Deckplatten entspricht übrigens keineswegs derjenigen der Kammern, indem vielmehr die Löcher der ersteren meistens ganz ohne Rücksicht auf die letzteren angebracht erscheinen und meistens mehrere (2-3) Löcher in jeder Deckplatte auf je eine Kammer kommen; nicht selten fällt ein solches Plattenloch sogar auf die Scheidewand zwischen 2 benachbarten Kammern eines Ringes oder zwischen 2 Ringen. Das genauere Verhältniss der Vertheilung der Löcher in den Ringbalken sowohl als in den Radialbalken ist bis jetzt fast so gut wie unbekannt, da es äusserst schwer hält, die scheibenförmigen Schalen auf den schmalen Rand zu stellen, und selbst wenn dieses gelingt, die sichere Erkenntniss äusserst schwierig und ein überzeugendes Bild kaum zu gewinnen ist. Es scheint, dass in der Regel mehrere Löcher in dem einer einzelnen Kammer entsprechenden Theil sowohl jeder radialen als jeder cyclischen Scheidewand existiren. Jedoch schienen mir sehr häufig sowohl die letzteren als die ersteren Septa sich eher wie die unvollkommenen Glieder-Septa der Cyrtiden zu verhalten; es sah nämlich oft aus, als ob zwischen den beiden Deckplatten sowohl die radialen als die cyclischen Balken frei in der Mittelebene verliefen und durch eine Anzahl verticaler Stäbchen (unterbrochene Septa-Hälften) sowohl mit der oberen als der unteren Platte verbunden wären; dann würden also zwei und nicht eine Reihe von Löchern in jedem Septum verlaufen. Endlich ist zu bemerken, dass auch Disciden zu existiren scheinen, welche gleichsam aus 2 oder mehreren auf einander geschichteten und mit ihren Flächen unter einander verwachsenen Discoidschalen zusammengesetzt sind, so dass also mehrere Stockwerke von concentrischen Kammerringen über einander liegen und zwischen den beiden porösen Deckplatten eine oder mehrere gleiche poröse und parallele Platten sich wiederholen, welche also durchgehende horizontale Septa bilden. Wenn nur 2 solche Stockwerke über einander liegen, welche also 2 verwachsenen, einfachen Discoidschalen entsprechen würden, so verhalten sich diese zu den einfachen Disciden, wie *Amphisorus* zu *Sorites* unter den cyclischen Polythalamien. Sowohl wenn 2, als wenn mehrere Schichten über einander liegen, scheinen die Kammern aller Stockwerke durch horizontale Oeffnungen (die Löcher der zwischen die beiden Deckplatten eingeschobenen parallelen und porösen Schaltplatten) unter einander offen zu communiciren. Ich habe vielfach Bilder, die mich zur Annahme dieses Structurverhältnisses nöthigen, sowohl bei mehreren Formen von *Trematodiscus* und *Stylodictya* gesehen, welche ich lebend in Messina fing, aber nicht bis zu genügender Sicherheit ergründen konnte, als auch namentlich bei mehreren Coccidisciden, bei verschiedenen Formen von *Lithocyelia* und *Stylocyelia*, welche ich nur an einem Präparate fossiler Polycystinen von Barbados verfolgen konnte, wieder zu erkennen geglaubt, bin aber an der speciellen Verfolgung desselben durch Mangel an Material verhindert gewesen. Uebrigens würde hier die genauere Erforschung, noch mehr als bei den übrigen Disciden, auf ausserordentliche Schwierigkeiten stossen und man müsste jedenfalls erst besondere Methoden auffinden, um hier tiefer einzudringen. Die Untersuchungsmethoden, die bei den cyclischen Polythalamien mit grossem Erfolg angewandt sind, würden hier bei den Disciden unbrauchbar sein, sowohl wegen der sehr geringen Grösse der Discoidschalen, als wegen der ganz verschiedenen physikalischen Beschaffenheit des

Baumaterials und der ungleich leichteren und luftigeren Bauart der Kammern, welche z. B. ein Anschleifen der Schalen, wie man es bei des kalkschaligen Soritiden trefflich zur Erkenntniss der Schalenstructur benutzen kann, nicht im entferntesten erlauben.

Wie die regelmässig gekammerte Zusammensetzung die Discoidschalen scharf charakterisirt und die Disciden als natürliche Familie von den übrigen Radiolarien abgrenzt, so gilt dies auch von der dem Bau entsprechenden Art ihres Wachsthum. Alle Discoidschalen wachsen nur am Rande, in der ganzen Peripherie gleichmässig, fort, während die Schalenflächen unverändert bleiben. Die eigenthümliche Art und die speciellen Modificationen dieses marginalen oder peripherischen Wachsthum werden unten näher beschrieben werden.

Die hauptsächlichen Grundverschiedenheiten im Bau der Discoidschalen bei den verschiedenen Gattungen betreffen theils die Beschaffenheit der Centralkammer, welche entweder einfach oder von 1 oder 2 concentrischen gegitterten Kugeln oder abgeplatteten Sphaeroiden umschlossen und mit diesen durch Radialstäbe verbunden ist, theils die Umlaufweise der cyclischen, gekrümmten Balken, welche entweder in vollständig geschlossenen Kreisen einander umgeben oder eine fortlaufende Spirale bilden. Ich zerfalle nach diesem Verhältniss die Familie der Disciden wieder in 3 Tribus oder Unterfamilien. die Discospiriden mit spiralem und die Trematodisciden und Coccodisciden mit ringförmig geschlossenem Umlauf der cyclischen Balken oder Septa. Die Discospiriden und Trematodisciden haben eine einfache Centralkammer, von den übrigen nicht verschieden, während bei den Coccodisciden die Centralkammer von einer oder mehreren concentrischen Gitterschalen umgeben ist. Was zunächst das letztere Verhältniss anbelangt, so bilden die Coccodisciden dadurch den Uebergang von den übrigen Disciden zu den Ommatiden und insbesondere zu der Gattung *Heliodiscus* unter den Haliommatiden. Denkt man sich an einer fertigen, geschlossenen, biconvex linsenförmigen *Heliodiscus*-Schale den Kranz der in der mittleren Durchschnittsebene gelegenen, horizontalen, peripherischen Stacheln auf dünne Radialstäbe reducirt und diese durch Reihen concentrischer Ringbalken geschnitten, ferner die Rindenschale in Form zweier paralleler, flacher, gegitterter Kreisscheiben ringsum ausgebreitet, welche die so gebildeten cyclischen Kommerreihen zwischen sich einschliessen, so hat man eine *Lithocyelia*, die als die einfachste Form dieser Tribus betrachtet werden kann. Die einfache Markschale des *Heliodiscus* entspricht vollkommen der einfachen Centralkammer von *Lithocyelia* und diese ist hier wie dort durch allseitig radial abstehende Balken mit der zweiten allseitig umschliessenden sphäroiden oder linsenförmig abgeplatteten Gitterschale verbunden. Bei *Coccodiscus* complicirt sich das Verhältniss, indem diese umschliessende Gitterschale wieder von einer dritten concentrischen Kugel oder biconvexen Linsenschale allseitig umgeben und mit ihr durch Verlängerungen der inneren Radialbalken verbunden ist. *Coccodiscus* würde einer Actinommatide mit linsenförmig abgeflachter Schale entsprechen, welche aber in dieser Tribus der Ommatiden bis jetzt noch nicht bekannt ist. Wie bei den übrigen, bisher fast nur fossil gefundenen Gattungen der Coccodisciden die eingeschachtelten Markschalen sich verhalten, ist noch wenig bekannt; auch scheint die genauere Erforschung der Structur hier besondere Schwierigkeiten zu bieten. Immer aber unterscheiden sie sich deutlich und wesentlich dadurch von den beiden andern Tribus der Disciden, dass die centrale Kammer niemals direct von den Deckplatten begrenzt wird und niemals von einem Ringe von Kammern unmittelbar umgeben wird, sondern stets durch allseitig ausstrahlende Radialbalken mit einer zweiten viel grösseren Kammer verbunden ist, welche die erstere, nach Art der Markschalen bei den Ommatiden, als eine linsenförmig comprimirt oder sphäroide concentrische Gitterschale von allen Seiten umgiebt. Erst die Peripherie dieser zweiten Kammer (oder, wenn, wie bei *Coccodiscus*, diese nochmals in eine dritte äussere concentrische Gitterschale eingeschachtelt ist, die Peripherie dieser äussersten Schale) wird rings unmittelbar von den Kommerringen umgürtet, welche sich im Uebrigen wie bei den Trematodisciden verhalten. Bei diesen letztern sowohl, wie bei den Discospiriden, ist die centrale Kammer nicht von den übrigen verschieden, wird ebenso, wie diese, oben und

unten unmittelbar von den beiden Deckplatten geschlossen und ist ringsum an der cylindrischen Peripherie von einem aus mehreren gleichen Kammern zusammengesetzten Ringe umgeben, welcher bei den Trematodisciden von dem ersten concentrischen Ringbalken, bei den Discospiriden von der ersten Windung des Spiralbalkens nach aussen abgegränzt wird. Die Zahl der concentrischen Ringbalken bei den Trematodisciden und der Windungen des Spiralbalkens bei den Discospiriden beträgt in der Regel zwischen 4 und 8, und steigt selten auf 12-20. Entweder sind die Ringe gleichweit von einander entfernt, demnach die Radialsepta sämmtlicher Kammern gleich breit, oder die inneren, die Centralkammer zunächst umschliessenden Ringe sind näher an einander gerückt, als die äusseren, deren Zwischenräume mit wachsendem Abstände oft successive nach aussen an Breite zunehmen, und dann sind die Kammern der äusseren Ringe breiter, als die der inneren. Auch sonst können die Dimensionen der inneren und äusseren Kammern verschieden sein. Man kann die 3 Raumdimensionen der Kammern in der Art feststellen, dass man die Discoidschale horizontal mit der Fläche aufliegend voraussetzt, und dann als Höhe der Kammern den Abstand der beiden Deckplatten (der oberen und unteren Kammerwand), als Breite die Entfernung je zweier Ringbalken oder Spiralwindungen (der inneren und äusseren Kammerwand), und als Länge den Abstand der beiden Radialbalken (bei den Discospiriden der vorderen und hinteren Kammerwand) ein für allemal bezeichnet. Dann werden also alle Kammern einer Discoidschale bei gleichem Abstände sämmtlicher cyclischer Balken oder Spiralwindungen gleich breit und bei durchweg gleichem Abstände der beiden parallelen, ebenen Deckplatten gleich hoch sein. Convergiere dagegen die beiden, nach oben und unten convex vorgewölbten Deckplatten, die einen biconvexen Linsenraum einschliessen, gegen die Peripherie, so sind die Kammern der inneren Ringe höher, als die der äusseren. Dies scheint insbesondere bei vielen Coccodisciden der Fall zu sein. Bei *Perichlamydidium* verhalten sich die beiden Deckplatten insofern sehr eigenthümlich, als sie im peripherischen Wachstum den dazwischen eingeschlossenen cyclischen und radialen Balken bedeutend vorseilen und daher den Kreisrand der Scheibe rings weit überragen. Am meisten Verschiedenheiten in der Bildung der einzelnen Kammern bedingen die Radialbalken, indem diese entweder ununterbrochen von der Centralkammer oder von der äussersten Markschale bis zum äussersten Ringe durchgehen, wie dies namentlich bei den Coccodisciden öfter der Fall zu sein scheint, oder aber, was das gewöhnlichere ist, durch die cyclisch oder spiral umlaufenden Balken unterbrochen werden. Selten scheinen alle Radialbalken vom ersten bis zum letzten durchzugehen, wie dies bei *Coccodiscus* der Fall ist, und dann sind die Kammern in allen Ringen an Zahl gleich und die Kammern jedes einzelnen Ringes länger, als die des nächst vorhergehenden inneren, kürzer als die des nächst folgenden äusseren Ringes. Gewöhnlich sind die Kammern aller Ringe aber ziemlich gleich lang und dann ist die Kammerzahl in allen Ringen verschieden, indem jeder folgende Ring einige Kammern mehr hat, als der vorhergehende innere. Diese Vermehrung geschieht, wenn die Radialbalken durchgehen, durch Interposition neuer Radien und diese eingeschalteten Radialsepta sind um so zahlreicher, je kürzer die Kammern überhaupt und je grösser die Peripherie der Ringe ist. Gewöhnlich gehen aber nur einzelne, häufig auch gar keine Radialsepta durch, und dann sind die vorderen und hinteren Kammerwände ohne jede Beziehung zu den entsprechenden Wänden der nächst inneren und nächst äusseren Kammern. Aber auch dann lässt sich oft eine sehr regelmässige Zunahme der Kammern in jedem Ringe von innen nach aussen wahrnehmen.

Die verschiedenen Gattungen der Disciden bieten besonders insofern specielles Interesse, als sie sich in ganz homologer Weise mit ihren verschiedenen Stacheln und Anhängen in den 3 coordinirten Tribus derselben wiederholen. Die einfachste Grundform, den Typus der Familie, bildet eine einfache, kreisrunde Scheibe ohne alle Anhänge, wie sie in denjenigen 3 Gattungen erscheint, nach welchen wir die 3 Unterfamilien benannt haben. Dann treten einfache radiale Stacheln in Form feiner, langer Kieselborsten auf, alle in der horizontalen Mittelebene der Scheibe ausstrahlend, so bei *Stylodyclia* unter den Coccodisciden, *Stylodictya* unter den Trematodisciden, *Stylospira* unter den Discospiriden. In der letztgenannten Tribus sind bisher noch keine Formen mit solchen gekammerten Strahlenfortsätzen bekannt, wie sie von der Mittelscheibe bei *Astromma* unter den Coccodisciden, bei

Rhopalastrum unter den Trematodisciden ausgehen. Es sind dies breite, flache., radiale Schenkel oder Arme, welche ganz den Bau der Mittelscheibe theilen, ganz auf dieselbe Weise in Kammern abgetheilt sind, und welche man sich einfach dadurch entstanden denken kann, dass man aus einem sehr grossen, mit sehr vielen Ringen versehenen *Coccodiscus* oder *Trematodiscus* mehrere mächtige Segmente bis zu der Mitte oder dem innern Drittheil des Scheibenradius herausschneidet, so den nur der innere Theil der Scheibe unversehrt bleibt, während vom äusseren nur die, gewöhnlich nach aussen keulenförmig verdeckten, radialen Streifen zwischen den Segmenten übrig bleiben. Meist sind deren 3 oder 4 vorhanden, sehr regelmässig vertheilt, und wenn ihrer 3 sind, gewöhnlich 2 paarige einem unpaaren gegenüberstehend. Am Grunde der Schenkel entwickelt sich bisweilen rings um den ausgeschnittenen Theil der Mittelscheibe ein sehr feines, schwammiges Kieselnetzwerk, in dem man oft, mindestens im inneren Theile eine sehr regelmässige Anordnung der durch die feinen Kieselfäden umgrenzten Fächer wahrnehmen kann, ähnlich Kammerreihen, die der tiefen Ausbuchtung zwischen je 2 Schenkeln parallel laufen. Ein solcher dichter Mantel von feinem Kieselschwammwerk entwickelt sich zwischen den Schenkelbasen vorn *Hymeniastrum* unter den Coccodisciden und von *Histiastrum* unter den Trematodisciden. Bei der dem letzteren sehr nahe stehenden *Euchitonia* hüllt dieser Mantel die Schenkel in ihrer ganzen Länge ein. Diese verschiedenartigen Anhänge an der Mittelscheibe wiederholen sich so in ganz homologer Weise nicht nur bei den einzelnen Tribus der Disciden, sondern auch bei den Spongocycliden und Spongodisciden, welche aber sonst im Bau der Scheibe sich von den Disciden entfernen und vielmehr mit den Spongosphæriden in der Familie der Sponguriden zusammengefasst werden müssen, mit denen sie den spongoiden Bau der Kieselschale theilen. Der letztere ist übrigens bereits bei den Disciden durch das feine, aussen wenigstens unregelmässig schwammige Kieselwerk zwischen den Schenkelbasen von *Hymeniastrum*, *Histiastrum* etc. angedeutet.

An die Schilderung der Discoidschalen schliessen wir anhangsweise die Beschreibung eines sehr eigenthümlichen Radiolar an, welches durch seine complicirte Gehäusbildung sich voll allen übrigen entfernt, zunächst aber noch an die Disciden und insbesondere die Discospiriden anreihen lässt. Es ist dies die Gattung *Lithelius*, welche als Typus einer besonderen Familie hervorzuheben ist. Man macht sich am leichtesten eine anschauliche Vorstellung von dem sehr schwierig zu enträthselnden Bau dieses merkwürdigen Kieselgehäuses, wenn man eine Anzahl Individuen von *Discospira helicoides* (etwa 10-15) so neben einander stellt und mit ihren breiten Scheibenflächen verwachsen lässt, dass sie wie Münzen einer Geldrolle über einander geschichtet sind. Dann denke man sich diese Scheibensäule so zugeschnitten, dass ihr Umfang ellipsoid oder kugelig wird und endlich dies gekammerte Sphäroid mit einer von sehr unregelmässigen Oeffnungen durchbrochenen Kieseldeckplatte überzogen, aus welcher die Pseudopodien des im Inneren eingeschlossenen Weichkörpers hervorstahlen. Ist die Gesamtform ellipsoid, also in der Richtung einer Axe verlängert, so muss diese die Mittelebene der mittelsten Discospira-Scheibe halbiren und in ihr verlaufen. Das ganze Gehäuse besteht also aus einem Aggregat von sehr regelmässig geordneten parallelen Spiralscheiben gleicher Kammern. Die einzelnen Spiralscheiben laufen in parallelen Ebenen um eine gemeinsame Axe herum, welche senkrecht auf dem Mittelpunkt dieser Ebenen steht und senkrecht auf der längsten Axe des ganzen Ellipsoids. Sämmtliche Kammern communiciren mit einander, die einer jeden einzelnen Spiralscheibe durch Communicationsöffnungen, die ganz denen der Discospiriden entsprechen, die der benachbarten Scheiben durch die verschmolzenen Löcher der verwachsen gedachten Deckplatten. Die mittelste Spiralscheibe enthält die zahlreichsten Windungen des Spiralscheibenbalkens und mithin die meisten Kammern; die Zahl derselben nimmt ab noch den beiden Polen der gemeinsamen Axe. um welche alle Spiralen aufgewickelt sind (Taf. XXVII, Fig. 6 - 9). Wie man sieht ist der ganze Bau dieses künstlichen vielkammerigen Kieselgehäuses durchaus analog demjenigen der kalkschaligen *Alveolina* (*Borelis*) unter den Polythalamien, welche sich ganz ebenso zu den Nautiloiden unter denselben verhält (zu *Nonionina* z. B.), wie *Lithelius* zu *Discospira* unter den Radiolarien. Auch hier ist wieder die vollkommenste Analogie zwischen beiden Reihen in der ganzen Anlage des Gebäudes, wie im Verhält-

niss und Ausbau der einzelnen Kammern unverkennbar, und die Hauptunterschiede sind wieder durch die oben erwähnten Differenzen des Baumaterials bedingt. Auch hier wieder stellt aber die sehr geringe Grösse der Schale, verbunden mit ziemlich bedeutender Undurchsichtigkeit, der Erforschung der feinsten Zusammensetzung viel bedeutendere Schwierigkeiten entgegen, als bei den grösseren und derberen Polythalamien; nach vielen vergeblichen Versuchen gelang es mir, diese nur dadurch zu überwinden, dass ich die Schale nach einander in mehreren, das Licht sehr verschiedenartig brechenden Flüssigkeiten von den verschiedensten Seiten beobachtete und durch theilweise Zertrümmerung einen Einblick in das künstliche Labyrinth des innern Baues gewann. Fossile Formen dieser Abtheilung sind noch nicht bekannt. Die beiden einzigen Arten der Gattung, die ich bei Messina auffand, sind mit zahlreichen, einfach griffelförmigen, radialen Stacheln bewaffnet, welche zwischen den ungleichen Löchern der Oberfläche allenthalben ausstrahlen. Sie sind nur von Kammerlänge bei dem kugeligen *Lithelius alveolina*, von der Länge des ganzen Gehäusdurchmessers bei dem ellipsoiden *Lithelius spiralis*. Bei ersterem sind die Kammern, wenigstens die äusseren um mehr als das dreifache grösser, als bei letzterem, bei dem dafür die Zahl der Kammern um mehr als das zehnfache grösser ist.

Spongoidschalen.

Die Spongoidschalen oder die schwammigen Kieselgehäuse finden sich bei 3 verschiedenen Radiolarienabtheilungen vor, welche man wieder füglich als Unterfamilien oder als Tribus in einer Familie vereinigen kann, die wir die Sponguriden nennen wollen (Taf. M, Fig. 11-15; Taf. XXV; Taf. XXVI; Taf. XXVII, Fig. 1-5; Taf. XXVIII, Fig. 1-10). Diese 3 Gruppen sind die Spongosphæriden, die Spongocycliden, die Spongodisciden, von denen die ersteren zu den Ommatiden und zu den Coccodisciden, die zweiten zu den Trematodisciden hinüberführen, während die dritte Abtheilung als der eigentliche Typus der Familie betrachtet werden kann, indem hier der Charakter des kieseligen Schwammskelets am reinsten und einfachsten hervortritt. Dieser besteht wesentlich darin, dass eine sehr grosse Anzahl Kammern, durch feine Kieselbalken umschrieben und geschieden, zu einem dicht schwammigen Gerüst verbunden sind, welches den ganzen Binnenraum der Centralkapsel durchzieht und dieselbe ringsum zugleich schützend umgiebt. Wollte man auch für diesen Schalentypus ein Analogon unter den Polythalamien suchen, so würde es in der Familie der Acervuliniden oder Soroideen zu finden sein, welche aus der Gattung *Acervulina* besteht, einem formlosen oder verschieden gestalteten Haufen von ungleichen und unregelmässig zusammengehäuften Kammern verschiedener Grösse und Form¹⁾. Diese würde insbesondere unserer Gattung *Spongurus* oder *Spongodiscus* entsprechen. Doch sind die durch das verschiedene Baumaterial beider Ordnungen bedingten Unterschiede hier noch grösser und auffallender, als bei den Cyrtiden und Nodosariden, oder bei den Disciden und Soritiden. Die Scheidewände der Kammern sind allermeist auf äusserst feine Balken reducirt, welche nur den Kanten der Kammern entsprechen und ihre Form und Grösse umschreiben, die Kammern selbst sind nur bei den Spongosphæriden von ansehnlicher Grösse, sonst meist äusserst klein und eng, und meist von sehr unregelmässiger Gestalt. Man kann diese Lücken oder Fächer des kieseligen Schwammwerks bei vielen Sponguriden kaum mehr als Kammern bezeichnen.

Diejenige Sponguriden-Gattung, welche sich an die bisher erläuterten Formen zunächst anschliesst, ist *Rhizosphaera* (Taf. XXV), welche der Gattung *Actinomma* so nahe steht, dass man sie, wenn der Besitz schwammiger vielkammeriger Skelettheile sie nicht zu den Spongoidschaligen stellte, unbedingt an diese Ommatiden-Gattung anschliessen würde. Wie bei *Actinomma* finden sich auch bei *Rhizosphaera* in der Mitte der kugeligen Centralkapsel 2 in einander geschachtelte und durch Radialstäbe verbundene concentrische Gitterkugeln. Aber statt durch eine gegitterte Rindenschale sind hier die extracapsularen Verlängerungen der Radialstäbe durch ein feines Kieselgespinnst verbunden,

¹⁾ Vergl. M. Schultze, Polythalamien, p. 67, Taf. VI, Fig. 12-15.

welches aus sehr zahlreichen und dünnen, in verschiedenen Ebenen sich kreuzenden und verbindenden Fadenbalken zusammengewebt ist. Während dasselbe bei *Rhizosphaera* lediglich ausserhalb der Kapsel entwickelt ist und nur die Spitzen der Radialstacheln in Gestalt einer schwammigen Rindenschale verbindet, entwickelt sich dies vielfächerige Netzwerk bei der nächst stehenden Gattung *Spongosphaeren* von der äusseren Oberfläche der eingeschlossenen Markschale aus, durchzieht den Binnenraum der Centralkapsel nach allen Seiten und entwickelt sich auch über deren Oberfläche zwischen den radialen Stacheln zu einer schwammigen Rindenschale von bedeutender Mächtigkeit (Taf. XII, Fig. 11-13). Von dieser Gattung, bei der also das schwammige sphäroide Kieselgespinnst ohne freien Zwischenraum von der äusseren Markschale unmittelbar ausgeht, unterscheidet sich *Dictyoplegma* nur dadurch, dass die radialen Stacheln fehlen. Bei den genannten 3 Gattungen sind in der Mitte der Centralkapsel 2 concentrische, einfache Gitterkugeln in einander geschachtelt und durch radiale Stäbe verbunden. Von diesen unterscheidet sich das sonst mit *Dictyoplegma* übereinstimmende *Spongodictyum* dadurch, dass noch eine dritte, ebenfalls in der Centralkapsel eingeschlossene, den beiden inneren concentrische und ebenfalls mit der äusseren derselben durch Radien verbundene Gitterkugel vorhanden ist, welche der dritten Markschale von *Cromyomma* (Ehrenberg's *Haliomma quadruplex*) entsprechen würde. (Taf. XXVI, Fig. 4-6). Hier entwickelt sich das schwammige Fachwerk erst von der Oberfläche dieser äussersten der 3 Markschalen. *Spongodictyum* verhält sich mithin zu *Dictyoplegma*, wie unter den Disciden *Coccodiscus* zu *Lithocyclia*.

Mit diesen 4 Gattungen ist die Tribus der Spongosphaeriden bis jetzt erschöpft. Der Besitz von 2 oder 3 concentrischen, durch Radien verbundenen Gitterkugeln, welche in Form und Grösse sich wesentlich von den übrigen Kammern unterscheiden, den Mittelpunkt des Skelets und der Weichtheile bilden und den Markschalen der Ommatiden ganz analog sind, unterscheidet die Subfamilie der Spongosphaeriden in ganz gleicher Weise von den Spongocycliden und Spongodisciden, wie er die Tribus der Coccodisciden vor den Trematodisciden und Discospiriden auszeichnet. Eine fernere Eigenthümlichkeit dieser Sponguriden-Abtheilung besteht in der allseitig gleichmässigen Entwicklung des Schwammwerks, so dass der äussere Umfang des Ganzen kugelig oder wenigstens der Kugelform sehr genähert wird; dagegen entwickelt sich das Kieselgespinnst bei allen übrigen Sponguriden, den einzigen *Spongurus* ausgenommen, der cylindrisch gestreckt ist, flächenhaft in Gestalt einer platten Scheibe, im Umriss ganz gleich den verschiedenen Discidenformen. Endlich zeichnen sich die ganz unregelmässig auf einander gehäuften Kammern der Spongosphaeriden durch sehr bedeutende Grösse vor den vielmal kleineren, meist sehr winzigen Kammern der beiden andern Subfamilien aus. Dem entsprechend sind auch jene Thiere selbst vielmal grösser, als die letzteren, und einige, wie namentlich *Spongodictyum trigonizon*, *Spongosphaera streptacantha*, gehören zu den grössten monozoen Radiolarien mit ausgebildetem Kieselskelet, insbesondere unter den Entolithien.

Bei den beiden Tribus der Spongocycliden und Spongodisciden sind die centrale Kammer und die sie zunächst umgebenden Kammern nicht von den übrigen verschieden; die Kammern sind allgemein äusserst eng und klein und oft nicht breiter, als die sie trennenden Balken und Septa, z. B. bei *Spongurus*; mit einziger Ausnahme dieser letzteren Gattung sind alle breite, flache Scheiben. Der wesentliche Unterschied der beiden Subfamilien besteht darin, dass bei den Spongocycliden (Taf. XXVIII, Fig. 1 - 10) die Kammern, wenigstens im mittleren Theile (gewöhnlich dem mittleren Drittheile oder der inneren Hälfte) der Schwammshale regelmässig in concentrischen Kreisen an einander gereiht sind, während sie bei den Spongodisciden (Taf. XII, Fig. 14, 15; Taf. XXVII, Fig. 1 - 5) ohne alle Ordnung durch und über einander gehäuft sind. Letztere entsprechen also im engeren Sinne den Acervulinen unter den Polythalamien und stellen den Typus der Spongoidegehäuse in seiner reinsten Form dar. Die regelmässige Anordnung der concentrischen Kammerringe in der Mitte der Schwammshale der Spongocycliden nähert diese Unterfamilie den Discoidschaligen und insbesondere den Trematodisciden, von denen sie sich aber in allen Fällen durch den völligen Mangel der beiden Deckplatten unterscheiden. Die Kammern aller Sponguriden sind ohne Spur einer solchen Aussenwand und öffnen sich vielmehr an der ganzen Oberfläche des Gehäuses ebenso frei, sind hier ebenso un-

vollkommen geschlossen, wie im Inneren der Schwammscheibe. Doch ist es von Interesse, dass auch bei einigen Disciden ein Theil des Skelete die nämliche schwammige, an der Oberfläche wenigstens theilweise nicht durch Deckplatten abgeschlossene Textur zeigt; das sind nämlich die secundären äusseren Schwammbildungen im Umfang der Mittelscheibe und zwischen den Basen der Schenkel, welche sich zwischen diesen, wie eine Schwimmhaut zwischen den Zehen ausspannen, bei *Histiastrum* unter den Trematodisciden und bei *Hymeniastrum* unter den Coccodisciden. Bei der ersteren zunächst stehenden *Euchitonia* überwuchert dieses lockere Rindengespinnt fast den ganzen Umfang der regelmässig gekammerten Scheibe. Ein weiterer Unterschied der Spongocycliden und der Trematodisciden, abgesehen von den Deckplatten der letzteren, besteht darin, dass bei diesen, wenigstens bei den bis jetzt bekannten Arten die in concentrische Ringe geordneten Kammern in einer einzigen Ebene liegen, während dieselben bei jenen stets in mehreren Stockwerken über einander liegen, wie es allerdings auch bei einigen (fossilen) Coccodisciden der Fall zu sein scheint. Bei keiner einzigen Sponguride sind die Kammern nur in einer Ebene neben einander gelagert, sondern ohne Ausnahme sind deren mehrere Etagen auf einander gebaut. Die äusseren, der Scheibenperipherie nächst gelegenen Kammern sind bei den Spongocycliden ebenso regellos auf einander gehäuft, wie alle Kammern der Spongodisciden.

Was nun die äussere Form des Schwammgehäuses bei den Sponguriden angeht, so finden sich hier zum Theil interessante Homologieen zwischen den Spongoidschalen ihrer einzelnen Genera und zwischen den Discoidschalen der Disciden-Gattungen. Besonders gilt dies für die verschiedenen Modificationen in den Anhängen des centralen Schwammkörpers, als dessen Grundform wir bei den Spongospaeriden eine Kugel, wie sie in *Dictyoplegma* und *Spongodictyum* mehr oder weniger regelmässig auftritt, bei den beiden andern Tribus eine flache oder linsenförmige Scheibe mit parallelen oder ein wenig convex vorgewölbten Seitenflächen erkannt haben. Diese einfache Scheibe ist meistens kreisrund bei *Spongodiscus*, dagegen bei *Spongocyelia* entweder kreisrund oder elliptisch oder rechteckig oder trapezoid. Als einzige Ausnahme ist bereits *Spongurus* (den Spongodisciden zugehörig) erwähnt, mit seiner langgestreckten, in der Mitte und an beiden Enden ein wenig kolbig angeschwollenen Cylinderform. Dieser aus homogenem, sehr feinem Schwammwerk bestehende Cylinder ist ringsum mit langen, ganz einfachen radialen Stacheln besetzt, die nach allen Seiten abstehen. Gleiche einfach nadelförmige oder borstliche Stacheln oder Griffel, als die einfachste Form der Anhänge an der Mittelscheibe, finden sich auch bei der Spongodisciden-Gattung *Spongotrochus* und bei der Spongocycliden-Gattung *Stylospongia*, welche *Stylocyelia*, *Stylodictya* und *Stylospira* unter den Disciden entsprechen. Während aber bei allen letztgenannten Gattungen die Stacheln in der Mittelebene der Scheibe ausstrahlen, stehen sie bei *Spongotrochus* in einer Ringzone jederseits auf der Scheibenfläche, etwas innerhalb des Randes oder auf der ganzen Fläche zerstreut, in verschiedenen Meridian-Ebenen um die Cylinderaxe der kurzcyllindrischen Scheibe gruppirt. Unter den Spongospaeriden könnte, als diesem Typus entsprechend, *Spongospaera* genannt werden, wo die einfachen radialen Stacheln allerdings viel stärker und mit gezähnten Kanten versehen sind. Noch treffender ist die Homologie hinsichtlich der spongoid gebauten Anhänge oder Fortsätze des Schwammskelets, welche man sich ebenso wie bei den Discoidschalen dadurch entstanden denken kann, dass eine Anzahl radialer Segmente aus dem äusseren Theile der Scheibe herausgeschnitten werden, so dass an dem unversehrten Centraltheil der Scheibe nur einzelne lange Schenkel oder Arme stehen bleiben, wie sie bei *Astromma* unter den Coccodisciden, bei *Rhopalastrum* unter den Trematodisciden vorkommen. Ganz analoge finden sich unter den Spongodisciden, bei *Rhopalodictyum*, unter den Spongocycliden bei *Spongasteriscus*. Bei der ersteren zunächst stehenden *Dictyocoryne* scheinen sie sogar in ganz gleicher Weise wie bei *Hymeniastrum* und *Histiastrum* an ihrer Basis durch ein verschieden gebautes, lockeres schwammiges Kieselgeflecht verbunden zu sein. Die merkwürdige Homologie, welche sich in Bezug auf diese verschiedene Formation der Anhänge in den 3 Subfamilien der Disciden einerseits, der Sponguriden andererseits durchgeführt findet, wird am besten durch folgende Tabelle übersichtlich werden:

Radiolarien mit Discoid- und mit Spongoid-Schalen.	Typus der Tribus: Eine einfache Kugel oder Scheibe ohne radiale Anhänge.	Radiale Anhänge, einfach griffelförmig oder nadelförmig.	Radiale Anhänge vom Bau der Mittelscheibe.	Radiale Anhänge vom Bau der Mittelscheibe, durch heterogenes Schwammwerk am Grunde verbunden.
Coccodiscida	<i>Lithocyelia</i>	<i>Stylocyelia</i>	<i>Astromma</i>	<i>Hymeniastrum</i>
Spongospaerida	<i>Dictyoplegma</i>	<i>Spongospaera</i>		
Trematodiscida	<i>Trematodiscus</i>	<i>Stylodictya</i>	<i>Rhopalastrum</i>	<i>Histiastrum</i>
Spongocyclida	<i>Spongocyelia</i>	<i>Stylospongia</i>	<i>Spongasteriscus</i>	
Discospirida	<i>Discospira</i>	<i>Stylospira</i>		
Spongodiscida	<i>Spongodiscus</i>	<i>Spongotrochus</i>	<i>Rhopalodictyum</i>	<i>Dictyocoryne</i> .

Anhänge des Skelets. Stacheln.

Anschliessend an die vorhergehende Betrachtung der verschiedenartigen Anhänge an den Discoid- und Spongoidschalen, mit denen wir die Reihen der verschiedenen Gitterschalen abgeschlossen haben, erscheint es passend, einen vergleichenden Blick auf die Gestaltung der verschiedenartigen Anhänge zu werfen, welche überhaupt an den Kieselgehäusen der Radiolarien in grosser Mannichfaltigkeit vorkommen und für die Unterscheidung der Gattungen und Arten von der grössten Bedeutung sind. Im Zusammenhange damit werden wir auch der verschiedenen Stachelformen der Acanthometriden gedenken, deren jeder Gitterschale entbehrendes und allein aus Stacheln zusammengesetztes Skelet wir in seiner Grundform, bereits oben betrachtet haben. Haare, Borsten, Dornen, Stacheln und ähnliche Anhänge, endlich auch gitterförmig durchbrochene Fortsätze, Hörner, Arme, Schenkel finden sich bei den Radiolarien so weit verbreitet, dass nur wenige Gattungen und Arten derselben ganz entbehren, nämlich unter den Cyrtiden *Cyrtocalpis*, *Dictyospyris*, *Dictyocephalus*, *Lithocampe*; ferner *Collosphaera Huxleyi*, *Heliosphaera inermis*, *Actinomma inerme*; endlich die Gattungen *Dictyoplegma*, *Spongodictyum*., *Spongodiscus*, *Spongocyelia*, *Trematodiscus*, *Discospira*, *Lithocyelia*. Fast alle anderen Radiolarien sind durch den Besitz stachelartiger Anhänge ausgezeichnet, welche sich theils in fast allen Familien wiederholen, theils in bestimmten Familien charakteristische Eigenthümlichkeiten zeigen. Die Radiolarien verhalten sich also hierin umgekehrt wie die Polythalamien, an deren Kalkschale stachelartige Fortsätze nur selten und ausnahmsweise vorkommen¹⁾. Familien, deren Skelet allein aus Stacheln besteht, wie die Acanthometriden, kommen unter den Polythalamien gar nicht vor. Bei vielen Radiolarien bilden die langen und starken Stacheln den Haupttheil des Skelets, gegen den die kleine Gitterschale ganz zurücktritt, wie bei den Cladococciden und Coelodendriden. Auch sonst übertrifft deren Länge den Durchmesser der Gitterschale oft bedeutend, wie z. B. bei *Haliommatidium Muelleri*, *Spongospaera streptacantha*. Bei der letztgenannten, wo die Stacheln über. 1^{mm} lang werden, und bei einigen andern Arten sind die Stacheln auch sehr stark und dick, während sie andererseits auch äusserst, fein und dünn vorkommen, wie z. B. bei *Heliosphaera tenuissima*. Am meisten entwickelt sind sie gewöhnlich an den Kanten und Vorsprüngen der Gitterschale, wie bei den Disciden und Spongodisciden im Umfang der Scheibe, und bei den mit einer besonderm Mündung versehenen Cyrtiden am Rande dieser Mündung, bald sind sie in grosser Menge über die ganze Gitterschale zerstreut, bald in bestimmter Anzahl und Ordnung vertheilt. Besonders häufig finden sich so 20, nach, dem Müller'schen Stellungsgesetz, wie bei den Acanthometriden, vertheilte Stacheln, bei den

¹⁾ Unter den wenigen Polythalamien, die durch den Besitz radialer stachelartiger Anhänge an de Schale ausgezeichnet sind, mögen hier *Robulina calcar*, *Robulina echinata*, *Polystomella regina*, *Potystomella Josephina*, *Rosalina imperatoria* und insbesondere *Siderolina calcitrapoides* hervorgehoben werden.

Ethmosphaeriden und Ommatiden, wie wir bereits oben erwähnt haben. Auf der sphäroiden Gitterschale der Ommatiden findet sich öfters auch eine geringere Anzahl radialer Stacheln in bestimmten Abständen ganz regulär angeordnet, entsprechend bestimmten Durchmesser oder Haupttaxen des kugeligen Gehäuses. So ist bei *Haliomma dixiphos* und anderen Arten der Gattung, welche Ehrenberg desshalb als *Stylosphaera* abtrennte, eine Axe der Schale durch 2 gegenüberstehende Stacheln ausgezeichnet. Bei *Haliomma hexagonum* und verwandten Arten finden sich 4 radiale Stacheln., welche paarweise 2 auf einander senkrechten Schalenaxen entsprechen. Ferner besitzen *Actinomma asteracanthion*, *A. drymodes* und *Haliomma hexacanthum* 6 symmetrisch vertheilte starke Hauptstacheln, welche in 3 auf einander senkrechten Schalendurchmessern (Haupttaxen) liegen (Taf. XXIII, Fig. 5, 6). Bei *Haliomma echinaster* steigt die Zahl der in gleichen Abständen symmetrisch ausstrahlenden Hauptstacheln auf 9, welche in 9 verschiedenen Durchmesser liegen. *Tetrapyle octacantha* ist ausgezeichnet durch 8 lange Dornen, welche symmetrisch zu je 4 von den Spaltenrändern der beiden Schalenseiten ausstrahlen. Von dem Rande der linsenförmigen Schale von *Heliodiscus phacodiscus* strahlen 12 gleich weit von einander abstehende starke Stacheln aus. Die stachelartigen Anhänge sind theils an einer und derselben Radiolarienschale gleich oder ganz ähnlich; theils findet sich, wie bei den meisten eben genannten Arten, ein auffallender Unterschied in Grösse, Zahl, Form und Vertheilung zwischen zweierlei verschiedenen Stacheln, und dann bezeichnet man die grösseren und stärkeren, deren Form meist besonders ausgeprägte deren Zahl fast immer geringer und deren Vertheilung meist ganz regelmässig und (häufig nach Müller's Stellungsgesetz) bestimmt ist, als Hauptstacheln, die kleineren und schwächeren, deren Gestalt meist einfacher, deren Zahl fast immer viel grösser, und die häufig unregelmässig über die ganze Gitterschale zerstreut sind, als Nebenstacheln. Zweierlei in dieser Art verschiedene Stacheln finden sich bei vielen Cyrtiden, Ethmosphaeriden und Ommatiden.

Die einfachste Form der Anhänge bilden kurze stielrunde, einfach nadelförmige Stacheln, welche gewöhnlich mit etwas stärkerer Basis aus den Kieselbalken zwischen den Gitterlöchern entspringen. Mit solchen kurzen Borsten ist die ganze Oberfläche mancher Radiolioriengehäuse bedeckt., wie z. B. bei *Dictyopodium trilobum*, *Haliomma capillaceum*, *Spongotrochus brevispinus*, und meist stehen sie in radialer Richtung von derselben ab, seltener schief gegen sie geneigt, wie niedergedrückt, z. B. bei *Haliomma erinaceus*. Bald sind es äusserst feine und zarte Kieselhärchen, wie bei *Heliosphaera tenuissima*, bald stärkere, an der Basis zuweilen zwiebelartig verdickte Dornen, wie bei *Haliomma castanea*. Verlängern sich diese ganz einfachen Kieselhaare bedeutend, so entstehen daraus die langen Haarstacheln oder Griffel, welche ebenfalls stielrund sind, aber oft den Schalendurchmesser an Länge übertreffen. Solche „Styli“ strahlen aus vom Umfange der Scheibe, in deren Mittelebene sie liegen. bei *Stylocyclia*, *Stylodictya*, *Stylospira*, *Stylospongia*; bei *Spongotrochus* und *Spongurus* stehen sie in verschiedenen Ebenen ab, bei *Lithelius* strahlen sie vom ganzen Umfang der sphäroiden Schale nach allen Seiten aus; ebenso erscheinen sie bei *Rhaphidococcus acifer*, bei mehreren Arten von *Heliosphaera* und als Nebenstacheln bei *Heliodiscus phacodiscus*, *Actinomma asteracanthion* und Anderen. Bei den letztgenannten 4 Gattungen erscheinen diese langen Griffelhaare steif, grade und spröde, bei den erstgenannten Discoid- und Spongoid-Schalen dagegen mehr oder minder verbogen, oft fast wellig, biegsam und elastisch. Meistens laufen sie allmählig verschmälert in eine haarfeine Spitze aus, selten sind sie gleich breit von der Basis bis zur Spitze, wie bei *Haliommatidium Muelleri*. Hierher gehören auch die einfachsten Formen unter den Acanthometriden-Stacheln, *Acanthochiasma Krohnii*, *Acanthometra elliptica*, *A. fusca*. An diese letztern schliessen sich dann die anderen Acanthometriden mit stärkeren cylindrischen, stielrunden Stacheln an, welche sich hauptsächlich durch die verschiedene Bildung der Basis und Spitze unterscheiden, wie *Acanthometra brevispina*, *Amphilonche belonoides* (die beiden Hauptstacheln), *Astrolithium bifidum* und *A. cruciatum*. Lange, rundliche Stacheln, welche in der Mitte spindelförmig angeschwollen und nach beiden spitzen Enden verschmälert sind, finden sich bei *Acanthochiasma fusiforme*. Stärkere kegelförmige Stacheln, die aus breiter Basis allmählig in eine scharfe Spitze auslaufen, kommen unter den Acanthometriden bei *Acanthometra sicula* vor, ferner als 18 Nebenstacheln bei *Amphilonche belonoides*, *A. elongata*, *A.*

heteracantha; gleiche starke konische Stacheln besitzen einige Cyrtiden, die Gattung *Aulosphaera*, und viele Ommatiden, z. B. *Dorataspis polyancistra*, *D. costata*, *D. loricata*. Auch die Randstacheln von *Heliodiscus*, welche in der Mittelebene vom Rande der linsenförmigen Schale ausstrahlen, sind kegelförmig.

Viel häufiger als die abgerundeten, sind unter den grösseren Formen die kantigen Stacheln. gewöhnlich mit 3 oder 4 scharfen oder stumpfen, oft flügel förmig verbreiterten Kanten vergehen, zwischen denen die Seiten des Stachels entweder flach oder mehr oder weniger rinnenartig vertieft oder ausgehöhlt sind. Zweikantig oder zweischneidig sind die stark comprimierten Stacheln von *Acanthometra compressa*, *Amphilonche complanata*, *Astrolithium dicopum*. 3 Kanten, welchen 3 mehr oder weniger ausgehöhlte Seitenflächen entsprechen, finden sich niemals unter den Acanthometriden, dagegen bei vielen Cyrtiden, Ethmosphaeriden, Cladococciden, Ommatiden und Spongosphæriden, so bei *Rhaphidococcus simplex*, bei den meisten Arten von *Cladococcus*, bei *Diplosphaera*, *Arachnosphaera*, *Rhizosphaera*, bei *Actinomma (trinacrium, asteracanthion, drymodes)* und bei *Spongospaera streptacantha* und *S. helioides*. Bei den letztgenannten drei Arten und bei *Rhizosphaera* sind die 3 Kanten spiralg um die Axe des Stachels gewunden, am ausgezeichnetsten bei den ausserordentlich grossen, über 1^{mm} langen Stacheln von *Spongospaera streptacantha*, wo jede Kante in mehreren Umgängen um die Spindel herumläuft. Hier sind auch die 3 Stachelkanten regelmässig und scharf gezähnt, was auch von den dreikantigen Stacheln von *Arachnosphaera* und von *Cladococcus dentatus* gilt. Bei ersteren gehen die Zähne, ebenso wie die unregelmässigen Zacken der dreikantigen Stachelspitzen von *Rhizosphaera* in verzweigte Fortsätze über, die das Gitternetz der Schale bilden. Die Spitze der dreikantigen Stacheln ist gewöhnlich einfach.

Vierkantige Stacheln sind bei den eben genannten Familien viel seltener, um so häufiger aber bei den Acanthometriden, wo sie in der grössten Mannichfaltigkeit vorkommen (Taf. XVIII). Unter den Ommatiden finden sich vierkantige Stacheln nur bei *Haliomma echinaster*, wo sie in Neunzahl symmetrisch vertheilt sind, ferner bei *Haliommatidium tetragonopum* und *Dorataspis bipennis*; unter den Ethmosphaeriden, Cladococciden, Disciden und Sponguriden finden sich deren gar nicht. Die vierkantigen Stacheln der Acanthometriden sind bald pyramidal gegen die Spitze verdünnt, wie bei *Acanthometra cuspidata*, bald gleich breit, wie bei *A. Claparedei*, bald gegen die Basis verschmälert, wie bei *A. fragilis*. Bei einigen sind die Stacheln nur im äusseren Theile vierkantig, wie die 4 Hauptstacheln von *Acanthostaurus hastatus*, bei anderen nur im inneren Theile, wie die beiden Hauptstacheln von *Amphilonche elongata*; bei sehr vielen läuft die Basis des sonst verschieden geformten Stachels in ein vierflügeliges Blätterkreuz aus. Die Seitenflächen der vierkantigen Stacheln sind bald ganz eben, der Stachel also vierseitig prismatisch (*Amphilonche tenuis*) oder pyramidal, bald mehr oder weniger ausgehöhlt, bei vielen so tief, dass die 4 Kanten als scharfe, hohe Flügel oder dünne Blätter vorspringen. Die 4 Kanten sind meistens glatt, seltener gezähnt oder gesägt, wie bei *Acanthometra Muelleri*, *A. fragilis*, *Amphilonche denticulata*, *Litholophus rhipidium*. Die Spitze der vierkantigen Stacheln läuft gewöhnlich in 2 kurze, von einander entfernte Zähne aus, indem nur 2 gegenüberstehende Kanten sich bis in die Spitze fortsetzen, während die beiden anderen alternirenden Kanten sich unterhalb derselben verlieren oder in 2 divergirende Schenkel spalten, welche jederseits mit den beiden auslaufenden Kantenspitzen sich vereinigen, so dass das Stachelende in der Mitte zwischen den beiden kurzen Spitzen meisselförmig zugeschärft oder fast halbmondförmig ausgeschnitten erscheint. Bisweilen geht die Spaltung der Spitze sehr tief, so dass der Stachel in 2 lange, oft divergirende Zähne ausläuft, wie bei *Acanthometra Muelleri*, *A. brevispina*, *Amphilonche tenuis*, *A. tetraptera*, *A. ovata*, *Astrolithium bifidum* und besonders bei *Acanthometra furcala*, wo der Stachel ganz die Form einer zweizinkigen Gabel hat¹⁾. Noch weiter geht die Spaltung bei *Acanthometra dichotoma*

¹⁾ Die verschiedenen Formen dieser zweizähligen Stachelspitzen der Acanthometriden, welche bald parallel abstehen, bald mehr oder weniger convergiren oder divergiren, sind für deren Systematik von grosser Wichtigkeit, und erinnern an die ganz ähnlichen ebenfalls sehr polymorphen zweizähligen Schnäbel der Früchte der verschiedenen Arten von *Carex*.

und *Acanthostaurus forceps* (Taf. XIX, Fig. 3,4), wo jeder Stachel aus 2 gleichen parallel laufenden Hälften besteht, welche nur in der Mitte durch eine schmale Brücke und an der Basis durch das vierkantige Anlagerungsstück verbunden sind. Viel seltener sind solche zweitheilige Stachelspitzen bei den Ommatiden, wo sie bis jetzt nur bei *Haliomma longispinum* und *Doraspis diodon* beobachtet sind. Die Stacheln enden hier vielmehr gewöhnlich einfach konisch zugespitzt.

Verzweigte Stacheln sind im Ganzen bei den Radiolarien nicht häufig. In der einfachsten Form erscheinen die Aestchen als Verlängerungen der Zähne oder Widerhaken der Stacheln, so an den zierlichen Nebenstacheln von *Doraspis polyancistra* und *D. costata*, und an den starken dreikantigen Stacheln von *Diplosphaera gracilis*, wo die Zähne der Kanten sich in zierliche, aufwärts gebogene Kieselwimpern verlängern. Ebenso kann man die einfachen Stacheln des *Cladococcus spinifer*, die in Ebenen liegen, welche den 3 Kanten der Stacheln entsprechen, als verlängerte Zähne dieser Kanten ansehen. Von den Stachelästen der letzten Art unterscheiden sich diejenigen von *Cladococcus bifurcus* und *viminalis* nur dadurch, dass sie länger und bei ersterem theilweis gabelspaltig, bei letzterem mit einigen Seitenzweigen versehen sind und gebogen von den 3 Stachelkanten abstehen. Taf. XIII, Fig. 7 - 10.

Durch regelmässige doppelt wiederholte Gabelspaltung ausgezeichnet sind die Nebenstacheln von *Actinomma drymodes*, welche über der ganzen Schale einen dichten sehr zierlichen Wald zwischen den 6 starken, dreikantigen Hauptstacheln bilden. Taf. XXIV, Fig. 9. Bei den hirschgeweihförmigen Stacheln von *Cladococcus cervicornis* wiederholt sich die Gabelspaltung bis zum Sechsfachen, so dass jeder Stachel in 64 gebogene Spitzen ausläuft. Taf. XIV, Fig. 4-6. Noch viel weiter geht die Gabeltheilung und die Verzweigung bei *Coelodendrum ramosissimum* und *C. gracillimum*, wo jeder der sehr starken hohlen Stacheln zu einem weitverzweigten Baume mit vielen tausend unter einander vielfach anastomosirenden hohlen Aesten wird, und wo schliesslich die Gesammtoberfläche des im Umriss kugeligen Skelets von den offenen radialen Stachelspitzen der enggedrängten peripherischen Zweige dieser Stacheln gebildet wird. Taf. XIII, Fig. 1-4.

An die Aeste der Stacheln bei den *Cladococcus*-Arten und die ähnlichen Bildungen der Ommatiden lassen sich die Fortsätze anschliessen, welche in den Gattungen *Xiphacantha* und *Lithoptera* unter den Acanthometriden vorkommen und den Uebergang zur Polycystinen-Schale herstellen. Bei *Xiphacantha* gehen 4 einfache oder mit verschiedenen Zähnen besetzte Querfortsätze von den 4 Kanten, der Stacheln in der Mitte ab. Taf. XVII, Fig. 3, 4. Bei *Lithoptera* laufen alle oder bloss die 4 Hauptstacheln an der Spitze in breite gegitterte Flügel aus, die nahezu in einer Ebene liegen; es gehen nämlich von 2 gegenüberstehenden Kanten jeder Stachelspitze mehrere Querfortsätze aus, welche sich jederseits der letzteren durch parallele Längsleisten verbinden. So entsteht am Ende jedes Stachels ein flaches Gitter mit viereckigen Maschen. Taf. XX, Fig. 1. In gleicher Weise wachsen bei den Ommatiden aus den anfangs einfachen Stacheln später Querfortsätze hervor, welche sich unter einander zu der geschlossenen Gitterschale verbinden.

2. Der Weichkörper.

Der Weichkörper der Radiolarien lässt sich, wie wir bereits oben in der einleitenden Betrachtung, des Radiolarien-Organismus im Allgemeinen sahen, als die Summe aller Weichtheile desselben, immer scharf von dem Skelet, welches den allermeisten zukommt, trennen. Ein kontinuierlicher Uebergang eines Skelettheils in die Weichtheile oder auch nur ein innigerer Zusammenhang zwischen beiden ist nirgends wahrnehmbar. Der Weichkörper selbst lässt sich ebenso natürlich wieder in zwei Theile zerlegen, in die Centralkapsel, die in morphologischer Hinsicht wichtiger, und in den extracapsularen Weichkörper, der in physiologischer Beziehung interessanter ist. Auch diese beiden Theile sind nur locker verbunden und entsprechen zwei natürlichen anatomischen Einheiten. Das Natürliche dieser Trennung fällt sofort in die Augen, wenn man eines der grössten monozoen Radiolarien, namentlich *Thalassicolla nucleata* oder *Th. pelagica*, die einer grösseren anatomischen Behandlung fast allein zugänglich sind, zu zergliedern oder mit Nadeln zu zerzupfen sucht. Bei allen derartigen Versuchen mit Messer, Pincette und Nadel wird man mit leichter Mühe die kugelige Cen-

tralkapsel glatt und unversehrt aus der umschliessenden, in sich fest zusammenhängenden Gallerthülle herauschälen, während eine weitere Trennung in natürliche Bestandtheile ohne Zerstörung nicht gelingt. Diesem lockeren Zusammenhange der beiderlei Weichtheile entspricht auch ihre verschiedenartige Zusammensetzung und Bedeutung. Wir betrachten zunächst den inneren, eingeschlossenen Theil, die Centralkapsel und dann den äusseren umhüllenden, den extracapsularen Weichkörper.

2 A. Die Centralkapsel.

Die Centralkapsel steht zwar, soweit unsere jetzigen Kenntnisse reichen, an physiologischer Bedeutung dem extracapsularen Weichkörper, der hauptsächlich die Sarkode enthält, bei weitem nach, ist jedoch in morphologischer und systematischer Hinsicht zunächst von höherem Interesse. Wir treffen in der Centralkapsel einen besonders eingerichteten Körpertheil mit eigenthümlicher histologischer Differenzirung, während sonst allenthalben die Sarkode allein mit ihren unmittelbaren Einschlüssen den Rhizopoden-Organismus constituirt. Die Centralkapsel ist daher auch für die Ordnung der Radiolarien durchaus charakteristisch, da sie allen Gliedern derselben ohne Ausnahme zukommt, während sie ebenso allgemein allen andern Rhizopoden fehlt. Dieser morphologische Differenzialcharakter ist um so mehr hervorzuheben, als alle anderen Charaktere, die man früher zur Scheidung der Radiolarien von den übrigen Rhizopoden angewandt hat, sich unzureichend erwiesen haben.

Die Centralkapsel springt bei den meisten Radiolarien ohne Weiteres so deutlich als der besonders histologisch differenzirte Centraltheil des Weichkörpers in die Augen, dass sie bereits den früheren Beobachtern lebender Radiolarien auffallen musste. Huxley hielt sie bei den Thalassicollen und Sphaerozoen für eine Zelle und bezeichnet sie auch so. Müller nennt dieselbe entweder nur schlechtweg: „Thierkörper, thierische Masse“ oder genauer: „Blase des Körpers, weiche Kapsel,“ am deutlichsten: „häutige Kapsel, von der die Fäden ausgehen; weiche Kapsel, welche Körner und Pigment einschließt“. Bei den Polyzoen nennt er sie „Nest“ oder „Zelle“. Er erkannte sie also wohl, wenigstens bei Vielen, als eine abgeschlossene membranöse Kapsel mit einem von der Pseudopodienmasse verschiedenen Inhalt; um so auffällender ist es, dass er ihre Bedeutung, als eines besonders differenzirten Körpertheils, der den Polythalamien fehlt, nirgends hervorhebt.

Das Volum der Centralkapsel übertrifft bei den meisten Radiolarien das der übrigen Weichtheile bedeutend. Nur bei den mit einem Alveolenmantel versehenen Colliden und bei den Polyzoen bleibt ihr Umfang weit hinter der umhüllenden Alveolenmasse zurück. Entsprechend der sehr geringen Grösse der meisten Radiolarien ist auch die Centralkapsel gewöhnlich nur unter sehr günstigen Verhältnissen als ein ganz feiner Punkt dem blossen Auge sichtbar. Selten aber erreicht sie die Grösse eines Nadelknopfes, einen Durchmesser von $\frac{1}{2}$ - 1^{mm} wie bei *Thalassicolla*, *Aulosphaera* und einigen andern der grössten Monozoen. Am allerumfangreichsten ist sie bei *Thalassolampe*, wo der Durchmesser 2^{mm} und bei *Physematium*, wo derselbe in maximo 5^{mm} erreicht. Sehr häufig bleibt sie dem unbewaffneten Auge völlig verborgen. Zu den kleinsten Centralkapseln gehören diejenigen der meisten Acanthodesmiden und Monocyrtiden, deren Durchmesser bisweilen unter $0,03^{\text{mm}}$ zurückbleibt. Die kleinste Centralkapsel von allen fand ich bei *Zygostephanus*, wo sie nur $0,025^{\text{mm}}$ Durchmesser hatte.

Die Form der Centralkapsel ist in sehr vielen Fällen rein kugelig, so namentlich bei allen Colliden, Ethmosphaeriden, Cladococciden, den meisten Acanthometriden, Ommatiden, Spongospaeriden und Polyzoen. Taf. I - III; Taf. IX - XI; Taf. XIV - XV; Taf. XXI - XXVI. Ellipsoid verlängert ist sie bei vielen Acanthometriden und Ommatiden, wo entsprechend eine Axe des Skelets verlängert ist, so bei manchen Arten von *Amphilonche* (*denticulata*, *ovata*, *complanata*, Taf. XVI, Fig. 24 3), *Haliomma* (*tabulatum*), *Haliommatidium* (*Muelleri*, Taf. XXII, Fig. 10), ferner bei einigen Cyrtiden (*Lithomelissa*, *Dictyophimus*, Taf. VI, Fig. 1, 2), bei *Lithelius spiralis* (Taf. XXVII, Fig. 6, 7). Das Ellipsoid wird bisweilen zu einer cylindrischen Walze ausgedehnt und ist denn oft in der Mitte und an beiden Enden kolbig angeschwollen, so bei *Amphilonche elongata*, *A. belonoides* und *A. heteracantha* (Taf. XVI, Fig. 6, 7) und bei *Spongurus cylindricus* (Taf. XXV14 Fig. 1). Bisquitförmig in der Mitte eingeschnürt, entsprechend der ringförmigen Schalenstrictur, erscheint die Kapsel bei *Diploco-*

nus (Taf. XX, Fig. 7), *Didymocyrtis* (Taf. XXII, Fig. 14), *Petalospyris* (Taf. XII, Fig. 7) und wahrscheinlich bei allen anderen *Zygocyrtiden*. Durch eine eigenthümliche vierseitig prismatische Form mit abgerundeten Kanten und einer mittleren queren Einschnürung ist die Centralkapsel von *Amphilonche anomala* ausgezeichnet (Taf. XVI, Fig. 8). Eine besondere und vielfach abweichende Gestalt gewinnt die Kapsel auch in der umfangreichen und polymorphen Familie der *Cyrtiden*, wo sie nur selten kugelig oder ellipsoid (*Lithomelissa*, *Dictyophimus*), meistens aber, der konischen Grundform der umschliessenden Schale entsprechend, kegelförmig zugeschnitten ist. Die Spitze dieser konischen Kapsel ist bei denjenigen, wo das erste Glied der Schale kopfförmig ist, ebenfalls als rundes Köpfchen abgesetzt und füllt dieses erste Glied mehr oder weniger vollständig aus, die folgenden Gliederungen der Schale bewirken keine Einschnürung der Kapsel, welche dieselben nur sehr locker ausfüllt und gewöhnlich nur bis zur Hälfte des zweiten oder dritten Gliedes herabreicht. Das untere, gegen die Mündung der Schale gerichtete Ende, die Basis der kegelförmigen Kapsel, ist selten ganz und abgerundet (*Litharachnium*, Taf. IV, Fig. 8), gewöhnlich aber in 3 - 4 Lappen gespalten, welche gewöhnlich gleich, seltener ungleich sind (*Eucecryphalus*). Die Spaltung ist entweder nur seicht, oder reicht sehr tief, oft fast bis zum Köpfchen hinauf (*Dictyopodium*). Dreilappig ist die Kapsel von *Carpocanium*, *Cyrtocalpis* (Taf. V, Fig. 1-3, 10, 11), und bei jenen Arten von *Eucyrtidium*, welche nach Müller eben deshalb zu *Lithocampe* gehören würden (Taf. VII, Fig. 8, 11). In 4 Lappen ist dagegen die Centralkapsel der übrigen, eigentlichen *Eucyrtidium*-Arten gespalten, ferner in den Gattungen *Eucecryphalus* (Taf. V, Fig. 12-19), *Arachnocorys* (Taf. VI, Fig. 9), *Podocyrtis*, *Dictyopodium* und *Dictyoceras* (Taf. VIII). Eine einfach kegelförmige Centralkapsel findet sich auch noch unter den *Acanthometriden*, bei *Litholophus* (Taf. XIX, Fig. 6). Sehr häufig ist die Centralkapsel zu einer flachen Scheibe von 2 Seiten comprimirt, so namentlich bei allen *Disciden*, *Spongocycliden* und *Spongodisciden*, nur *Spongurus* ausgenommen. Die Scheibe ist bei den typischen und vielen andern Gattungen dieser Familien kreisrund, so bei *Coccodiscus*, *Trematodiscus*, *Discospira*, *Stylodictya*, *Stylospira*, *Spongodiscus*, *Spongotrochus*, *Spongocyclia cycloides* etc. (Taf. XXVII-XXIX). Der Kreisrand der Scheibe ist entweder abgeschnitten oder abgerundet, so dass dieselbe entweder einen sehr kurzen Cylinder oder eine biconvexe Linse darstellt. Stark linsenförmig comprimirt ist auch die Centralkapsel von *Heliodiscus* (Taf. XVII, Fig. 5, 6). Da, wo bei den *Sponguriden* die schwammige Skeletscheibe polygonal ist, theilt auch die Kapsel diesen Umfang, wie bei den verschiedenen Arten von *Spongocyclia* (Taf. XXVIII, Fig. 3 - 6), so dass sie z. B. bei *Spongocyclia orthogona* rechteckig, bei *S. scyllaea* trapezoid erscheint. Ebenso erstreckt sich auch die Centralkapsel bei den mit sternförmig austrahlenden schwammigen oder gekammerten Fortsätzen versehenen *Disciden* und *Sponguriden* in diese hinein, so bei *Rhopalastrum* (Taf. XXIX, Fig. 6), *Euchitonia* (Taf. XXX) und *Spongasteriscus* (Taf. XXVIII, Fig. 8, 9).

Die Membran der Centralkapsel, die derbe Haut, welche deren Inhalt allseitig gegen die umhüllende Matrix der Pseudopodien abschliesst, verhindert die directe Communication des Kapsel-inhalts mit der Aussenwelt, wenigstens mittelst deutlich als solche erkennbarer grösserer Oeffnungen, und legt sich auch bei den *Entolithien*, wo sie von den in die Kapsel eintretenden radialen Skelettheilen durchbohrt wird, so innig an diese an, dass nirgends eine wahrnehmbare Lücke existirt. Bei den meisten *Radiolarien* erscheint sie zwar sehr dünn und gewöhnlich nur durch einen feinen einfachen Contour bezeichnet; doch besitzt sie fast immer eine bedeutende Resistenz und Elasticität, so dass sie bei mässigem Druck nicht leicht platzt. Auch chemisch ist sie wenig angreifbar, häufig fast wie Chitin, so dass sie weder von Säuren noch Alkalien rasch zerstört wird. In den meisten Fällen, wo sie nicht ohne Weiteres von selbst deutlich ist, kann man sie leicht sehr deutlich durch concentrirte Schwefelsäure zur Anschauung bringen, welche die umhüllende und häufig (z. B. bei *Cladococcus*) verdeckende Matrix der Pseudopodien zerstört, und, indem sie in das Innere der Kapsel eindringt, deren Pigmente zu einer diffusen, durchsichtigen Flüssigkeit löst, welche die prall gespannte Kapsel gleichmässig ausfällt. Als Beispiele, bei denen die Schwefelsäure auf diese Weise treffliche Dienste leistete, sind die rothen Arten von *Haliomma*, *Actinomma*, *Spongosphaera*, viele Arten von *Acantho-*

metra, *Dictyoceras*, *Eucyrtidium* und viele andere Cyrtiden zu nennen. Sehr klar und deutlich umschrieben ist die Kapsel gewöhnlich da, wo sie durchsichtig und farblos ist, so namentlich bei den Heliosphaeren und Sphaerozoen. In andern Fällen tritt sie grade durch das Pigment, welches sie erfüllt, sehr deutlich hervor. In einigen Fällen wird die Kapselmembran so dick, dass sie deutlich und scharf doppelt contourirt erscheint, so namentlich bei *Aulosphaera*, einigen Haliommen und zuweilen bei den Sphaerozoen und Collosphaeren. Am dicksten wird sie bei mehreren Thalassicolliden, so namentlich *Thalassicolla pelagica* und *Th. nucleata*, wo sie 0,003^{mm} dick, und auf dem Querschnitt (auf Falten) sehr dicht von feinen parallelen Strichen durchsetzt erscheint. Diese sind wahrscheinlich auf feine Porencanäle zu beziehen. Bei *Thalassicolla nucleata* hat die Kapselmembran ausserdem das Eigenthümliche, dass sie allenthalben sehr deutlich in unregelmässige polygonale Felder abgetheilt ist. Die Grenzen der sehr ungleichen Felder sind durch doppelte, feine, gradlinige Contouren abgegrenzt. Durch diese zellenförmige Zeichnung und durch die feinen Porencanäle erhält die derbe, dicke Membran die grösste Aehnlichkeit mit manchen Chitinmembranen der Gliederthiere, mit denen sie auch das gleiche, chemische und physikalische Verhalten, namentlich die Resistenz gegen Säuren und Alkalien, theilt. Taf. III, Fig. 4.

Der Inhalt der Centralkapsel ist theils ein constanter, welcher bei allen Radiolarien in derselben Weise wiederkehrt und niemals fehlt, theils ein variabler, welcher bei den einzelnen Arten vielfachen Modificationen unterliegt, und auch gänzlich fehlen kann. Zu dem ersteren, dem constanten Inhalt sind zu rechnen: a) kleine kugelige, wasserhelle Bläschen; b) eine, die Zwischenräume zwischen denselben ausfüllende, feinkörnige, schleimige Grundsubstanz, die intracapsulare Sarkode; c) Fett, entweder in kleinen Körnchen oder in grossen Kugeln. Variable, nicht bei allen Radiolarien vorkommende Inhaltselemente sind: d) Pigment, theils in Form von Zellen, theils von Körnern oder Bläschen; e) grosse, kugelige, wasserhelle Alveolenzellen; f) Centripetale Zellgruppen, regelmässig angeordnete Gruppen eigenthümlicher Zellen; g) Concretionen, theils Amylum-Körnern, theils Krystallen ähnlich; h) Krystalle, bald einzeln, bald in Drusen gehäuft; i) eine eigenthümliche, im Centrum der Kapsel gelegene, runde Blase, die Binnenblase.

a) Die kugeligen, wasserhellen Bläschen.

In der Centralkapsel aller Radiolarien ohne Ausnahme findet sich eine grosse Anzahl kleiner, runder, meistens kugelig, wasserheller Bläschen, welche bei vielen Arten die Hauptmasse des Inhalts bilden, und bei einigen denselben fast allein zusammensetzen. Nur bei den farblosen oder wenig gefärbten oder ziemlich durchsichtigen Centralkapseln, wie z. B. von *Thalassicolla pelagica*, *Thalassoplancta*, *Heliosphaera*, *Aulosphaera*, *Collozoum*, *Sphaerouzoum*, *Collosphaera* sind sie ohne weiteres sichtbar; meistens werden sie mehr oder weniger, bei der Mehrzahl der unversehrten Centralkapseln sogar völlig, durch das in der Centralkapsel allenthalben zwischen und rings um die Bläschen entwickelte Pigment oder durch die grösseren Mengen von Fett oder anderweitigen Kapselinhalt verdeckt, und man wird ihrer dann erst nach dem Zerdrücken oder Anstechen der Kapsel ansichtig. Auch dann hält es oft noch sehr schwer, sie in dem Gemenge des ausfliessenden Inhalts zu entdecken. Doch habe ich mich fast bei allen lebend beobachteten Radiolarien von ihrer Anwesenheit in der Centralkapsel, wenn auch bei Vielen erst nach langem und wiederholtem Suchen, überzeugt. Ihre Menge scheint übrigens sehr wechselnd zu sein. Während man bei den meisten der genannten farblosen Kapseln oft kaum die körnige Zwischensubstanz und die Fettkörnchen zwischen den dichtgedrängten Bläschen erblicken kann, wird ihre Quantität bei den lebhaft gefärbten Radiolarien offenbar sehr durch das massenhaft entwickelte Pigment beschränkt. Sehr auffallend ist ihre sehr constante Grösse, welche fast bei allen Radiolarien 0,008^{mm}, selten mehr (bis 0,01^{mm}) oder weniger (bis 0,005^{mm}) beträgt. Namentlich innerhalb derselben Art sind alle Bläschen völlig gleich. Ihre Form ist gewöhnlich rein

kugelig, da sie nie so dicht zusammengedrängt erscheinen, dass sie sich polygonal abplatteten. Selten sind sie ein wenig ellipsoid verlängert oder an beiden Enden spindelförmig zugespitzt. Indess ist zu bemerken, dass dann und wann alle Bläschen, welche in einzelnen Individuen von *Thalassicolla nucleata* und von *Sphaerzoum* gefunden wurden, gleichförmig die reine Spindelgestalt zeigten und an beiden Enden in eine feine Spitze ausliefen. Sie scheinen stets aus einer sehr zarten Membran und einem wasserklaren, vollkommen durchsichtigen Inhalt zu bestehen. Ausserdem enthält jedes Bläschen sehr häufig, vielleicht immer, ein wandständiges (seltener 2-3), kleines, dunkles, wie fettglänzendes Körnchen eingeschlossen, welches zuweilen stäbchenförmig verlängert erscheint und höchstens 0,001^{mm} Grösse erreicht. Doch ist es in vielen Fällen schwer zu entscheiden, ob das dunkle Körnchen wirklich innerhalb, oder nicht vielmehr aussen auf dem Bläschen aufliegt. Im Aussehen lässt es sich oft nicht von den freien Körnchen zwischen den Bläschen unterscheiden. Ob die Bläschen mit ihrem Körnchen eine kleine Zelle mit Zellkern darstellen, lässt sich jetzt noch nicht entscheiden. Einige, unten (in dem Abschnitt über die Fortpflanzung) anzuführende Thatsachen machen es sehr wahrscheinlich, dass sie in der That als Zellen, und zwar als zur Fortpflanzung dienende Keime junger Thiere (Eier oder Keimzellen?) anzusehen sind. Ihre auffallend constante Grösse spricht ebenfalls dafür, dass diese Elemente zelliger Natur sind, wie auch die häufigen bisquitförmig mehr oder weniger tief in 2 Hälften eingeschnürten Formen, welche sich auf Theilung beziehen lassen. Bei den Polyzoen scheint zuweilen jedes Bläschen, statt des mangelnden dunkeln Körnchens, ein krystalartiges Gebilde und ausserdem kleine Fetttropfchen einschliessen zu können (vgl. unten die Fortpflanzung). Wenn die Bläschen nicht rund, sondern spindelförmig waren, was, wie oben bemerkt, namentlich bei *Thalassicolla nucleata* und verschiedenen Sphaerzooen zuweilen vorkam, dann war die Zahl der Körnchen in den Bläschen meist vermehrt und jedes spindelförmige Bläschen enthielt an beiden spitzen Enden eine Anhäufung von je 3 - 6 kleinen dunkeln Körnchen. Aber auch bei runden Bläschen waren zuweilen, statt des gewöhnlichen einfachen oder doppelten Körnchens, deren mehrere., 6-8, selbst bis zu 10, sichtbar. Bei den Sphaerzooen und Thalassicollen wurde noch zeitweise eine besondere Neigung der Bläschen bemerkt, sich zu 5-10 in kleine Träubchen zu gruppieren, was vielleicht mit einer weiteren Entwicklung derselben zusammenhängt.

b) Die intracapsulare Sarkode.

Ebenso, wie die kugeligen, wasserhellen Bläschen, ist auch die feinkörnige Grundmasse zwischen denselben in allen Centralkapseln vorhanden, wengleich ebenfalls in so wechselnder Quantität, dass sie bei den einen ohne weiteres in die Augen fällt, während ihre Darstellung bei den andern sehr schwierig ist. Selten findet sie sich jedoch in beträchtlicherer Menge, wie namentlich immer in *Thalassicolla pelagica*, *Thalassolampe margarodes* und *Physematium Muelleri*, ferner bisweilen in *Thalassicolla nucleata* und *Aulosphaera*, und bei mehreren Formen von *Collozoum* und *Sphaerzoum*. Sehr deutlich wahrnehmbar ist sie auch bei *Heliosphaera*, und bei vielen Acanthometriden und Ommatiden. Aber selbst wo sie nicht direct als eine feinkörnige schleimige Masse isolirbar ist, muss man ihre Existenz zwischen den Bläschen supponiren, da dieselben immer locker, häufig durch grössere Lacken getrennt, an einander liegen und nie so dicht zusammen gepresst sind, dass sie polygonal abgeplattet erscheinen, wo man einzelne Flöckchen oder Klümpchen der Masse isolirt sieht, wie es oft zufällig beim Zerdrücken der Centralkapseln der genannten Arten geschieht, und wo man überhaupt grössere Stücke derselben auf diese Weise isoliren kann, wie es nur bei *Thalassicolla*, *Thalassolampe* und *Physematium* der Fall ist, da gleicht sie im physikalischen und chemischen Verhalten vollkommen der extracapsularen Sarkode des Mutterbodens. Auch, die in der zähen, feinkörnigen, mit Wasser nicht mischbaren Grundmasse zerstreuten, grösseren, ungleichen und unregelmässigen, rundlichen, dunkeln Körnchen, welche sich in Kali lösen, verhalten sich hier wie dort.

Es kann schon nach dieser völligen Uebereinstimmung in den physikalischen und chemischen Eigenschaften als höchst wahrscheinlich angenommen werden, dass diese zähschleimige und trübkörnige, mit Wasser nicht mischbare und stickstoffreiche Zwischensubstanz zwischen den Bläschen in der Kapsel identisch sei mit der Sarkode, welche nur durch die Kapselmembran von ihr getrennt ist, die Kapsel rings aussen umschliesst und den Mutterboden der allenthalben ausstrahlenden Pseudopodien bildet. Diese Annahme wird aber fast zur Gewissheit dadurch, dass diese intracapsulare Schleimmasse zwischen den Bläschen auch contractil und in ähnlicher Weise zu selbstständigen Bewegungen befähigt ist, wie die genuine extracapsulare Sarkode. Ich habe diese Thatsache wiederholt bei den 3 zuerst genannten Radiolarien, wo die Zwischensubstanz zwischen den kugeligen wasserhellen Bläschen und den übrigen Inhaltstheilen der Kapsel am massenhaftesten entwickelt ist, beobachten können. Bei *Thalassolampe* und bei *Physematium* erscheint dieselbe in Gestalt sehr breiter und starker, platter, feinkörniger Schleimstränge, welche zahlreiche Bläschen und länglich runde, fein granulierte Kerne einschliessen und durch vielfach verzweigte und anastomosirende Aeste ein zusammenhängendes Schleimnetz bilden, welches allenthalben zwischen den die Kapsel erfüllenden, grossen, hellen Blasen (Alveolenzellen) ausgespannt ist. Sticht man die Kapsel dieser grossen Monozoen vorsichtig an, so dass der Inhalt ohne zu bedeutende Quetschung ausfliesst, so gewahrt man nicht selten an breiteren Stücken der Schleimströme deutlich verschiedene amoebenartige Bewegungen, auch an feineren und längeren Strömen bisweilen ein Hervorstrecken und Wiedereinziehen feiner, verästelter und anastomosirender, pseudopodienartiger Fortsätze, ein wogendes Hin- und Rückströmen der schleimigen Substanz, durch welches die darin suspendirten Körnchen fortbewegt werden und welches durchaus den eigenthümlichen Strömungserscheinungen der extracapsularen Sarkode gleicht. Einigemal glaube ich sogar bei *Physematium* langsame Strömungen der Schleimbänder innerhalb der unverletzten Centralkapsel sehr lebenskräftiger Thiere wahrgenommen zu haben. Doch ist diese Beobachtung bei dem grossen Volum des Thieres, das keinen Gesamtüberblick bei starker Vergrösserung erlaubt, schwierig und nicht über allen Zweifel erhaben. Ausserhalb der zerstörten Kapsel habe ich sie aber öfter mit der grössten Bestimmtheit ziemlich lebhaft sich bewegen gesehen. Weniger lebhaft, träge, amoebenartige Bewegungen habe ich auch ein paarmal an dem feinkörnigen Schleime wahrgenommen, welcher aus der zerdrückten Centralkapsel von *Thalassicolla pelagica* ausgetreten war. Bei diesem durch Grösse und eigenthümliche Bildung sehr ausgezeichneten monozoen *Colliden* ist die intracapsulare feinkörnige Schleimmasse zwischen den wasserhellen Bläschen vielleicht am massenhaftesten unter allen Radiolarien vorhanden, indem die letzteren hier immer durch Zwischenräume getrennt sind, welche ihrem eigenen Durchmesser gleichkommen oder ihn noch übertreffen. Alle diese Zwischenräume sind von der zusammenhängenden, trüben, feinkörnigen Grundsubstanz erfüllt, in welche die Bläschen mit auffallender Regelmässigkeit eingebettet liegen (Taf. I, Fig. 2, 3). Auch diese Zwischensubstanz zeigte bisweilen an kleinen Stückchen amoebenartige Bewegungen, besonders aber die festere, trübere und grobkörnigere Schleimschicht, welche am meisten gegen das Centrum zu nach innen liegt, und als ein kugeliges Stromnetz die grabenartigen Vertiefungen zwischen den blindsackförmigen Ausstülpungen der centralen Binnenblase ausfüllt (Taf. I, Fig. 4, 5).

Diese Beobachtungen dürften wohl genügen, um darzuthun, dass bei den genannten Radiolarien die intracapsulare Schleimmasse zwischen den wasserhellen Bläschen und den andern Einschlüssen der Centralkapsel nicht nur in ihren chemischen und physikalischen Eigenschaften, sondern auch in ihren physiologischen Leistungen mit der ausserhalb die Centralkapsel umschliessenden und die Fäden ausstrahlenden Sarkode übereinstimmt, kurz, dass sie vollkommen identisch mit derselben ist. Gilt dies aber einmal für jene grössten Monozoen, wo die intracapsulare Schleimsubstanz am massenhaftesten entwickelt ist, so wird man dieselbe offenbar auch da, wo sie weniger reichlich vorhanden, oder, wie es meistens der Fall, wo sie kaum als besondere Zwischensubstanz isolirbar und nachweis-

bar ist, für Sarkode halten müssen und zu der Annahme berechtigt sein, dass bei allen Radiolarien ausser der extracapsularen Sarkode der Matrix und der Pseudopodien auch innerhalb der Kapsel eine gewisse, wenn auch nur sehr geringe Quantität Sarkode vorhanden ist, in welche die übrigen Formelemente des Kapselinhalts, wie Zellen in die Intercellularsubstanz, eingebettet sind. Dies zugegeben, ist es dann ferner höchst wahrscheinlich, dass die letztere mit der ersteren durch die Centralkapsel hindurch in mehr oder minder unmittelbarer Verbindung und Wechselwirkung stehe und da bieten sich denn zunächst zur Herstellung einer directen Communication die Porenkanäle, welche die Kapselwand in radialer Richtung durchbohren und welche höchst wahrscheinlich auch viel weiter verbreitet sind, als bei den wenigen Gattungen, wo wir bisher allein im Stande waren, dieselben wegen der besondern Dicke der Kapselwand nachzuweisen (*Thalassicolla pelagica* und *Th. nucleata*). Auch an isolirten Stücken der Kapselmembran vieler anderer Radiolarien, wo dieselbe viel zarter und dünner ist, bemerkt man häufig eine sehr dichte und feine, regelmässige Punktirung, welche man auf dergleichen Poren deuten darf. Jedenfalls sind diese Porenkanäle, welche eine directe Communication zwischen der innerhalb und der ausserhalb der Kapsel befindlichen Sarkode herstellen, äusserst eng und fein, so dass sie nur den Durchtritt des zähflüssigen Schleims, nicht aber auch der darin suspendirten Formelemente zulassen. Davon überzeugt man sich, wenn man zu der Kapsel eines lebhaft gefärbten Radiolars, z. B. eines rothen *Haliomma*, einer braunen *Acanthometra*, einen Tropfen concentrirter Schwefelsäure setzt. Diese dringt rasch in die Kapsel ein und löst das Pigment zu einer klaren, lebhaft gefärbten Flüssigkeit, welche die Kapsel prall anfüllt, aber auch nach längerem Verweilen nicht in die umgebende Flüssigkeit hinaustritt.

Sehr häufig nimmt man, während die Schwefelsäure eindringt und den Kapselinhalt durchsichtig macht, in diesem letzteren eine radiale Anordnung der darin suspendirten, in Schwefelsäure unlöslichen (Fett-?) Körnchen wahr, und eine gleiche, strahlige Streifung, entsprechend einer Anordnung der in der Kapsel befindlichen Körnchen in radiale Reihen, bemerkt man auch sehr deutlich ohne weiteres an der unveränderten Kapsel mancher durchsichtiger Radiolarien, wie z. B. der farblosen, durchsichtigen Heliosphaeren und Acanthometren (*A. pellucida*, *A. elastica* etc.). Auch diese radialen Linien und Körnchenreihen können als Beweis für die obige Behauptung dienen. Man bekommt dann nicht selten an lebenden Individuen aus den genannten Gattungen eine Ansicht, als ob die radialen Körnchenstreifen innerhalb der Kapsel sich ganz direct in die von der Kapsel ausstrahlenden Pseudopodien fortsetzten. Derartige Bilder scheint bereits Claparède bei den Acanthometren gesehen und in gleicher Weise gedeutet zu haben. Er wurde allerdings zu dieser Annahme hauptsächlich durch den Axencanal geführt, den er in den Acanthometren-Stacheln annahm, von dem wir aber oben gesehen haben, dass er in der That nicht existirt. Auch Müller, der bei den Thalassicollen und Polycystinen die Pseudopodien immer nur bis zu der „häutigen Kapsel der Weichtheile“ verfolgen konnte, schloss sich der Anschauung Claparède's an, dass „die äussere Haut bei den Acanthometren von den Tentakelfäden durchbohrt werde, und die Fäden unter dieser ihren Weg radial in die tiefere, gefärbte Masse fortsetzten.“ (Abhandl. p. 13.) „Man weiss jetzt noch nicht, ob sie hier zu einem einzigen, die zusammengefügteten Enden der Stacheln umlagernden Organ verbunden sind, oder etwa in besondern Ampullen endigen.“ (Abhandl. p. 14.) „Tiefer als die gelben und farblosen Zellen und Pigmentkörner erblickt man bei der *Acanthometra pellucida* den Raum zwischen den Stacheln bis zu ihrer Vereinigung von einer bellen Masse ausgefüllt, welche sich gegen die oberflächlichere Pigmentlage mit abgerundeten Erhabenheiten abzugrenzen scheint.“ (Abhandl. Taf. XI, Fig. 1.) Ich selbst glaubte mehreremal bei anderen Arten ein derartiges Centralorgan, das vielleicht als die Quelle der Fäden anzusehen wäre, erkannt zu haben, überzeugte mich aber bei genauerer Untersuchung, dass ich durch

andere Formelemente, namentlich im Centrum angehäuften, farblose, helle Zellen, bei den Acanthometren mit vierblättrigem rechtwinkligem Blätterkreuz auch oft durch den spiegelnden Reflex der dem Auge entgegenstehenden Blätterflächen, getäuscht worden war. Dagegen wäre es wohl die Frage, ob nicht die Binnenblase der grösseren Radiolarien als ein solches als Ausgangspunkt der strahlenden Fadenmasse zu betrachten sei, zumal auch ihre Wand bei einigen, wie bei *Thalasso-*

lampe bisweilen bei *Thalassicolla*, und insbesondere deutlich bei *Physematium*, von Porenkanälen durchsetzt ist. Doch scheint die allerdings fast noch ganz unbekannt schleimige Flüssigkeit, die die Binnenblase erfüllt, sich, mindestens in optischer Hinsicht, von der Sarkode in und ausser der Kapsel zu unterscheiden; sie erscheint in der Regel heller und weniger stark lichtbrechend.

Ein einziges Radiolar ist mir bekannt, welches, wenn seine Structur mit vollkommener Sicherheit erkannt wäre, diese Zweifel sofort lösen und den unmittelbaren Zusammenhang der Pseudopodien mit der intracapsularen Schleimmasse direct beweisen würde. Es ist dies das merkwürdige *Coelodendrum ramosissimum*, dessen vielverzweigte radiale Stacheln in ihrer ganzen Länge hohl und mit Sarkode erfüllt sind, und dieselbe in zahllosen Fäden aus ihren offenen letzten Zweigspitzen hervortreten lassen (Taf. XIII, Fig. 1 - 4). Wenn das innere Ende dieser Stacheln, wie ich vielfach zu beobachten glaubte, die Membran der in einem dunklen Pigmenthaufen verborgenen Centralkapsel wirklich durchbohrt und sich in deren Innerem in die beiden Pole einer durchbrochenen Kieselkugel (oder zweier Halbkugeln?) einpflanzt, so müssen natürlich die aus den Stacheln vortretenden Fäden aus dem Inneren der Kapsel stammen und die unmittelbare peripherische Ausstrahlung der in der Kapsel enthaltenen Sarkode darstellen. Leider fehlt mir aber grade in Betreff des wichtigsten Punktes, des Verhaltens der Centralkapsel, die wegen des umhüllenden Pigments meist sehr undeutlich ist, zu dem ebenfalls unklar gebliebenen, inneren Skelettheil die nöthige Sicherheit. Doch spricht Alles für die Richtigkeit der Vermuthung, dass die Pseudopodien wirklich die Membran der Centralkapsel durchbohren und in der Grundmasse von deren Inhalt sich auflösen, und dass mithin die Sarkode der Matrix sich direct in das Innere der Kapsel fortsetzt. Man kann daher vorläufig, wenn auch nicht mit voller Sicherheit, doch mit der grössten Wahrscheinlichkeit, die feinkörnige, schleimige Grundmasse zwischen den hellen Bläschen in der Centralkapsel als „intracapsulare Sarkode“ betrachten.

c) Das Fett.

Ein allgemeiner und, wie es scheint, sehr wichtiger Bestandtheil des Kapselinhalts der Radiolarien ist das Fett. Dasselbe kommt in sehr wechselnder Quantität vor. Seine Masse ist in der Regel um so bedeutender, je grösser das specifische Gewicht des Gesamtkörpers und insbesondere also das Volum der schweren, kieseligen Skelettheile ist. Es scheint mithin hauptsächlich als hydrostatistisches Element von Bedeutung zu sein, und die Function zu haben, dem durch das Kieselgerüst beschwerten Organismus das Flottiren auf der Wasseroberfläche durch Verminderung des specifischen Gewichts zu erleichtern. Doch ist dies Verhältniss nicht so constant, dass man allgemein sagen könnte, Fett und Kieselerde nähmen in gleichem Massenverhältniss zu und ab. Es giebt auch skeletlose Radiolarien, die grosse Fettkugeln führen, und solche mit schwerem Panzer, die nur mit kleinen Fettkörnchen durchsetzt sind. Das Fett ist gewöhnlich farblos und ebenso stark, wie bei den Wirbelthieren, lichtbrechend. Nur ausnahmsweise ist es lebhaft gefärbt; so ist die hellrothe Centralkapsel von *Euchitonia Virchowii* mit sehr schönen concentrischen Ringen und Bändern geziert, die aus dunkelrothen Oelkugeln zusammengesetzt sind. Orangerothe Oelkugeln fand ich einmal, in hellen Kugeln eingeschlossen, bei *Physematium Muelleri*. Nur bei diesem und bei *Thalassicolla* sah es häufig aus, als ob die Fettkugeln in helle Blasen oder Zellen eingeschlossen seien. Bei allen andern Radiolarien schienen sie frei in der Grundmasse zwischen den Bläschen zu liegen. Hinsichtlich der Grösse variiren sie von unmessbar feinen, fast molecularen Körnchen bis zu grossen kugeligen Tropfen von 0,01 - 0,05^{mm} Durchmesser. Die grössten Oelkugeln, wie sie zuweilen bei *Thalassicolla* vorkamen, erreichten 0,1^{mm} Durchmesser. Dazwischen giebt es alle Mittelstufen. Auch können bei demselben Individuum kleine Körnchen und grosse Kugeln zusammen vorkommen. Die grössten Fettkugeln sind gewöhnlich nur einzeln oder zu einigen wenigen vorhanden. Bei allen Polyzoen erfüllt in der Regel nur eine einzige

grosse Fettkugel (Oeltropfen) die Mitte einer jeden Centralkapsel. Seltener sind 2, 3 oder mehr, zuweilen sogar über 50 vorhanden und nur unter gewissen Umständen ist eine grössere von einer Anzahl kleinerer umgeben. (Vergl. unten „Fortpflanzung.“) Der Durchmesser der Fettkugel der Polyzoen beträgt gewöhnlich $\frac{1}{2}$ oder $\frac{1}{3}$ von dem der Kapsel selbst. Wenige grosse Oelkugeln finden sich auch in den meisten Cyrtiden, und zwar sind sie hier oft so auf die Lappen vertheilt, dass ihre Zahl der Zahl der Lappen gleich oder ein Multiplum davon ist. So hat z. B. *Cyrtocalpis* 3 oder 6, *Dictyoceras* oft 4 oder 8 Oelkugeln, meist in dem abgerundeten freien Ende der Lappen gelegen. Ebenso finden sich in jedem Lappen bei *Eucyrtidium* meist 1, 2 oder 3 grosse Fetttropfen. Oefter finden sich aber auch zahlreiche Oelkugeln, so bei *Dictyopodium*, *Eucecryphalus*. Eine grosse Anzahl voluminöser Oelkugeln liegt bei *Thalassicolla pelagica* der Innenwand der Kapsel an. Ebenso besitzen auch die meisten Radiolarien mit schwammigem oder gekammertem Kieselskelet eine grössere Anzahl ansehnlicher Oelkugeln, so besonders *Rhizosphaera*, *Stylodictya*, *Euchitonia* und viele andere. Häufig sind sie hier, entsprechend der regelmässigen Anordnung der Kammern, in zierliche concentrische Reihen gelagert, so bei *Euchitonia Virchowii*, *Stylodictya multispina* etc. Die Acanthometren verhalten sich verschieden. Einige wenige führen viele und grosse Fetttropfen, so *Amphilonche heteracantha* und *A. anomala*, *Astrolithium dicopum* und *A. bifidum*. Bei den meisten andern, wie bei der grossen Mehrzahl der übrigen Radiolarien, ist die Kapsel nur mit zahlreichen kleinen Fettkörnchen gefüllt, welche zwischen den Bläschen in der Grundmasse zerstreut sind, und welche sich durch ihre Löslichkeit in Aether von den übrigen, in der Grundmasse enthaltenen eiweissartigen (in Kali löslichen) dunkeln Körnchen unterscheiden.

d) Das intracapsulare Pigment.

Der weiche Körper der meisten Radiolarien zeigt, abgesehen von den ausserhalb der Centralkapsel liegenden gelben Zellen, welche nur den Acanthometriden fehlen, und welche wohl nicht als einfache Pigmentzellen anzusehen sind, eine mehr oder weniger charakteristische Färbung, welche gewöhnlich auf bunten, in der Centralkapsel abgelagerten Pigmentmassen beruht. Von den aussen auf die Kapsel abgelagerten Farbstoffhaufen, welche bei einigen wenigen Colliden und bei *Coelodendrum* vorkommen, wird unten die Rede sein. Die Färbung des Kapselinhalts ist gewöhnlich einfach, selten aus 2, fast nie aus noch mehr Farben zusammengesetzt. Häufig ist die Farbe sehr lebhaft und intensiv. Das verbreitetste Pigment ist Gelb, Roth und Braun. Völlig farblos ist z. B. die durchsichtige Kapsel von *Thalassicolla pelagica*, *Cyrtocalpis*, *Heliosphaera*, *Aulosphaera*, mehreren Arten von *Acanthometra* etc. Gelb gefärbt ist die Kapsel namentlich bei sehr vielen Acanthometren, und den nah verwandten Gattungen *Amphilonche*, *Acanthostaurus*, *Lithoptera*, mehreren *Dorataspis* etc. Eine orangerothe Kapsel findet sich nur selten, wie bei *Dictyoceras Virchowii* und *Spongotrochus brevispinus*. Intensiv scharlachroth ist die Kapsel bei vielen Ommatiden und Sponguriden, z. B. *Haliomma echinaster*, *Actinomma asteracanthion*, *A. drymodes*, *Tetrapyle*, *Dictyoplegma*, *Spongodictyum*, *Spongotrochus longispinus*, *Spongurus*, ferner bei *Lithelius* und bei vielen Cyrtiden, z. B. *Dictyopodium trilobum*, *Eucyrtidium anomalum* und andern. Bei vielen andern Cyrtiden ist sie purpurroth, violettroth oder auch mehr schmutzigoth oder bläulich gefärbt, z. B. bei *Eucecryphalus*, *Arachnocorys*, *Eucyrtidium galea*, *E. carinatum* etc. Unter den Colliden zeichnet sich *Thalassosphaera bifurca* durch purpurrothe Kapsel aus. Eine blaue Färbung besitzt die Kapsel von *Cyrtidosphaera reticulata*, und besonders intensiv, oft fast schwarzblau, von *Collozoum coeruleum*, häufig auch von *Collosphaera Huxleyi*. Eigenthümlich grünlichblau oder seegrün erscheint die Kapsel der meisten Arten von *Cladococcus* (*C. dentatus*, *spinifer*, *bifurcus*, *vimalis*) und von *Arachnosphaera oligacantha*. Olivengrün ist *Amphilonche anomala* gefärbt. Grasgrün ist nach J. Müller die Kapsel von *Lithoptera fenestrata*. Sehr häufig ist auch die braune Farbe, namentlich bei vielen Acanthometren. Schön zimmtbraun ist die Kapsel von *Arachnosphaera myriacantha*, *Litholophus*; kastanienbraun von *Hali-*

ommatidium Muelleri, *Astrolithium* und andern. Endlich ist die Kapsel bei mehreren Acanthometren schwärzlich und erscheint bei andern bei durchfallendem Lichte schwarz, bei auffallendem weiss. Eine Combination verschiedener Farben findet sich nur bei wenigen Radiolarien. So ist namentlich bei manchen Acanthometren das Centrum der Kapsel dunkler als die Peripherie gefärbt, so bei *Acanthometra Muelleri* der äussere Theil fast farblos, der innere purpurbraun; bei *A. elastica* der äussere ebenfalls farblos, der innere gelb. *Acanthostaurus purpurascens* und *A. forceps* sind im Centrum dunkel, in der Peripherie hell purpurroth gefärbt, und in der letzteren liegen gelbe Zellen. Bei allen Arten von *Spongocyclia* und bei *Spongasteriscus* ist der innere Theil der Kapsel scharlachroth, der äussere goldgelb gefärbt. Bei 2 Arten von *Euchitonia* ist die Mittelscheibe sammt den 3 Armen goldgelb; an den Enden der 3 Arme ist ein halbmondförmiger scharlachrother Fleck und um das Centrum ein rother Ring. Bei *Euchitonia Virchowii* ist die Kapsel hellroth und zwischen je 2 Ringen oder Ringstücken mit einem schönen Bande von dunkelrothen Oelkugeln verziert. Die Färbung der Centralkapsel ist übrigens nicht bei allen Radiolarien innerhalb der Species constant, sondern bei einigen Arten in verschiedenen Individuen verschieden, so z. B. bei mehreren Arten von *Haliomma*, *Rhizosphaera*, *Trematodiscus*, wo dieselbe bald weiss, bald roth ist.

Die Färbung der Centralkapsel haftet nie an der stets farblosen Grundmasse zwischen den Bläschen, an der intracapsularen Sarkode, und beruht nie auf einer besonderen färbenden Flüssigkeit, welche ausser der Grundmasse zwischen den Bläschen vertheilt ist. In den allermeisten Fällen, wahrscheinlich immer, haftet die Farbe an geformten Elementen, Körnchen, Bläschen, Oelkugeln oder wirklichen Pigmentzellen. Die Körnchen sind unmessbar fein, oder bis zu der Grösse der mittleren Fettkörner, formlos oder unregelmässig rundlich. Die Bläschen scheinen die gefärbte Flüssigkeit in einer Membran zu enthalten. Gefärbte Oelkugeln sind selten, wie bei *Euchitonia Virchowii*, *Physematium*. Am interessantesten sind die zelligen Farbstoffelemente, da unter diesen, namentlich unter den gelben, rothen und braunen Zellen bei den Acanthometren und Ommatiden Formen vorkommen, welche ganz das Ansehen von wirklichen Zellen haben, runde, meist kugelige oder etwas unregelmässige Bläschen von 0,005, 0,02-0,04^{mm} Durchmesser, mit einer deutlichen Membran, Kern und Kernkörperchen. Häufig sieht man darunter Theilungsformen, abgeschnürte Inhaltsportionen in einer Mutterzelle mit 2 Kernen, ganz wie bei den extracapsularen gelben Zellen. Dass sie aber nicht mit diesen identisch sind, beweist ihr verschiedenes Verhalten gegen chemische Reagentien. Die extracapsularen gelben Zellen der übrigen Radiolarien, welche bei keiner Acanthometride vorkommen, färbten sich durch Jod braun, und wenn man Schwefelsäure zusetzt, noch dunkler; durch Schwefelsäure allein wird ihre Farbe nur blasser, sehr hell gelblich oder etwas grünlich. Dagegen färben sich durch Schwefelsäure die intracapsularen gelben Zellen der Acanthometren, wie auch andere Pigmentzellen und Pigmentkörner derselben, intensiv spangrün und werden zu einer die ganze Kapsel prall erfüllenden spangrünen Flüssigkeit gelöst. Die verschieden gefärbten Pigmentzellen, in der Kapsel vieler Radiolarien sind übrigens durch so zahlreiche Zwischenformen mit gleichartig gefärbten Pigmenttheilchen, die blos den Werth von Körnern oder Bläschen haben, verbunden, dass es in vielen Fällen sehr schwer hält, die Grenze zu bestimmen, und von concreten Elementen zu sagen, ob man eine Zelle, ein Körnchen oder ein Bläschen vor sich hat.

e) Die intracapsularen Alveolenzellen.

Während die eben geschilderten Formbestandtheile weit in der Reihe der Radiolarien verbreitet sind, finden sich die hier und in den folgenden Abschnitten zu besprechenden Gewebelemente nur in der Kapsel einiger weniger Gattungen, insbesondere in der Familie der Colliden, Die eigenthümlichen Gebilde, welche ich Alveolenzellen nenne, kommen blos bei den beiden Colliden-Gattungen *Thalassolampe* und *Physematium* vor, und verleihen durch ihren sehr voluminösen Umfang der Centralkapsel derselben eine bedeutendere Grösse, als sich sonst irgendwo wiederfindet.

Der weite Raum zwischen den beiden kugeligen, concentrischen Kapseln, nämlich zwischen der Membran der Centralkapsel und der 8-10 mal kleineren Binnenblase, ist bei diesen Gattungen von einem lockeren oder dichteren Aggregat solcher Alveolenzellen ausgefüllt, zwischen denen ein vielmaschiges Schleimnetz, aus intracapsularen Sarkodesträngen gebildet, sich hinzieht (Taf. II, Fig. 4, 5; Taf. III, Fig. 7, 8). Es sind grosse, kugelige, wasserhelle Blasen, welche im Allgemeinen den extracapsularen Alveolen der Thalassicollen, Aulacanthen und Polyzoen sehr ähnlich sind, namentlich dasselbe Lichtbrechungsvermögen besitzen, so dass man ohne genauere Untersuchung versucht sein könnte, sie mit den letzteren gradezu zu identificiren. Sie unterscheiden sich von ihnen aber wesentlich durch den Besitz eines kernartigen Gebildes, welches man wohl vorläufig als Zellenkern ansehen, und demnach den Blasen selbst die Bedeutung einer Zelle beilegen darf.

Die Alveolenzellen in der Centralkapsel von *Thalassolampe margarodes* und *Physematium Muelleri* liegen in der Regel lockerer beisammen, weniger dicht gedrängt, als die ähnlichen extracapsularen Alveolen der Thalassicollen und Polyzoen; daher erscheinen die letzteren häufig, besonders in den inneren Schichten, mehr oder weniger polygonal abgeplattet, während die ersteren meist den sphärischen Umfang wenig verändert zeigen. Ferner sind auch bei jenen die Alveolen meist ihrer Grösse nach in der Art geordnet, dass die grössten aussen in der Peripherie der Alveolenzone, die kleinsten unmittelbar aussen um die Centralkapsel liegen, während hier in der Centralkapsel grosse und kleine Alveolenzellen ohne bestimmte Ordnung nach allen Dimensionen und in allen Schichten neben und über einander liegen. Im Allgemeinen sind die letzteren auch etwas kleiner als die ersteren, so dass die grössten Alveolenzellen etwa nur den Umfang, der mittleren extracapsularen Alveolen erreichen. Viele von diesen grössten Alveolenzellen, ebenso oft auch viele kleinere zeigen nur den einfachen scharfen Contour, den man immer bei den extracapsularen Alveolen findet. Sehr häufig aber, besonders bei *Physematium*, erblickt man einen feinen doppelten Contour, den inneren blasser und feiner, als den äusseren. und dann liegt immer der Blasenwand ein dunkler, festerer Körper an, den man als Kern der Alveolenzelle auffassen kann. Es ist ein langes und schmales, dunkel gezeichnetes Stäbchen, das an beiden Enden spindelförmig verlängert ist und zwischen den beiden Contouren der Blase in der Profilansicht eingelagert ist, so dass der Anschein entsteht, als ob dieser „Kern“ zwischen einer äusseren (Membran) und einer inneren Blase (Inhaltskugel) eingeschlossen wäre. Zerzupft man ein Aggregat solcher Alveolen von *Physematium* mit der Nadel, so erhält man theils freie, unversehrte Blasen ohne Kern, theils solche, welche ganz wie kugelige Zellen mit einem wandständigen, stäbchenförmigen Kern aussehen, theils sehr zarte Fetzen von zerrissenen Membranen, und daneben isolirte kernartige Gebilde, spindelförmige Stäbchen mit dunkelm, meist etwas zakig-welligem Contour, welche an beiden lang ausgezogenen Enden in einen dünnen Faden auslaufen, und an denen oft noch ein Fetzen der zerrissenen Alveolenmembran hängen geblieben zu sein scheint. Diese Bilder kann man kaum anders deuten, als dass es sich hier wirklich um genuine Zellen handelt, besonders wenn man die jüngeren Stadien berücksichtigt. Unter den kleineren Blasen sind viele, wo der wandständige, concav-convexe Kern noch viel deutlicher hervortritt und einen relativ grösseren Raum der Zelle erfüllt. Weit deutlicher ist dies in der Regel bei *Thalassolampe*, wo der Kern der Alveolenzellen nicht spindelstäbchenförmig, sondern als eine rundliche, concav-convexe Scheibe erscheint, von scharfem, dunklem Contour, mit fast fettartigem Glanze. Jeder Kern schliesst 1 (selten 2) dunkles, kleines, rundliches Körnchen (Nucleolus?) ein. Der scheibenförmige, wandständige Kern wölbt hier die Zellenwand convex hervor, wie bei der Profilansicht, namentlich der jüngsten Zellen. sehr deutlich ist. Die concav-convexe Kernscheibe ist um so dicker, je kleiner und jünger die Zelle ist. Bei den jüngsten umfasst sie die kleine, helle, kugelige Blase fast wie ein ausgehöhlter Napf; bei den ältesten verdünnt sie sich membranartig,

Zwischen den kugeligen, grossen, hellen Alveolenzellen finden sich sowohl bei *Physematium* als bei *Thalassolampe* in wechselnder Menge kleine, kugelige, ebenso pellucide Bläschen angehäuft, welche meist ein oder ein paar dunkle Körnchen einschliessen und den gleichen Elementen zu entsprechen scheinen, die allgemein in der Centralkapsel aller übrigen Radiolarien vorkommen. Man

könnte denken, dass die Alveolenzellen durch einfaches Wachsthum der letzteren entstehen. Doch wurden Uebergangsstufen auch bei den kleinsten Alveolenzellen nicht gesehen und ist es mir wahrscheinlicher, dass dieselben besondere Gewebelemente sind, welche den anderen Radiolarien fehlen, ebenso wie die contripetalen Zellgruppen von *Physematium*. Theilungsformen, welche man auf Vermehrung der Alveolenzellen beziehen könnte, habe ich nie bemerkt, so wenig als bei den extracapsularen Alveolen der *Thalassicollen* und *Polyzoen*. Dagegen habe ich ein einziges Mal bei *Physematium*. Einschlüsse in den Alveolenzellen gefunden, die man auf eine endogene Vermehrung derselben beziehen könnte. An dem fraglichen, sonst nicht von den gewöhnlichen *Physematien* verschiedenen Individuum hatte nur der kleinere Theil der Alveolenzellen den gewöhnlichen Habitus, meist mit sehr deutlichem Kern. Ein grosser Theil der übrigen, namentlich aber die meisten jüngeren und kleineren Blasen enthielten eine oder zwei oder mehrere (5 - 20) kleinere Alveolen eingeschlossen. Diese waren von sehr verschiedener Grösse, so dass sich in einer Alveole bald nur viele fast gleich große, bald eine oder ein paar grosse und mehrere kleinere Blasen vorfanden. Die eingeschlossenen Tochterblasen erschienen übrigens ebenso vollkommen pellucid, structurlos, kugelförmig (nicht durch gegenseitigen Druck abgeplattet) wie die Mutter-Alveole, aber ohne deren Kern. Die allermeisten der Mutterblasen enthielten ausserdem noch eine einzige, lebhaft orangerothe., stark lichtbrechende Oelkugel, welche auch in vielen kleinen einfachen Blasen sich vorfand. Dieses Vorkommen erinnert an die ganz ähnlichen Einschlüsse, welche Müller zuweilen in den extracapsularen Alveolen von *Thalassicolla nucleata* fand¹⁾. Trotzdem glaube ich, dass man wegen dieser Uebereinstimmung und wegen des analogen Verlaufs der Sarkode-Netze zwischen den beiderlei Blasen, die ersteren noch nicht mit den letzteren zusammenwerfen darf, sondern vorläufig, wegen des Kerns, die intracapsularen Alveolenzellen von den extracapsularen Alveolen, bei denen noch kein Kern bemerkt wurde, trennen muss; eine wesentliche Differenz, welche ich durch die verschiedene Bezeichnung der beiden Gebilde ausdrücken will.

f) Die centripetalen Zellgruppen.

Mit dem Namen der centripetalen Zellgruppen bezeichne ich sehr eigenthümliche Zellen-Bildungen, welche nur bei einem einzigen Radiolar, bei *Physematium Muelleri*, vorkommen und für diese auch sonst vielfach abweichende Gattung ganz charakteristisch sind (Taf. III, Fig. 7). Es sind kegelförmige Gruppen von je 3 - 9, meist 4 - 5 verlängerten birnförmigen Zellen, von 0,05 - 0,06 mittlerer Länge, welche ihrer ganzen Länge nach an einander liegen und mit der abgerundeten Basis an der Innenfläche der Kapselmembran aufsitzen, während die fein und lang ausgezogene Spitze gegen den Mittelpunkt der Centralkapsel gerichtet ist. Die scharf umschriebene Membran, der feinkörnige Inhalt und der nie fehlende, in der Mitte des verlängerten Kegels gelegene länglichrunde, blass granulirte Kern lässt auf den ersten Blick in diesen Gebilden deutliche Zellen erkennen, welche nicht minder als die extracapsularen gelben Zellen diesen Namen verdienen und also wie diese für den Radiolarienkörper von hoher histologischer Bedeutung sind. Die feine, haarartig ausgezogene Spitze, der Zellen scheint geöffnet zu sein, und der Zelleninhalt mit den kernreichen Sarkode-Strömen (Zusammengeflossenem Protoplasma), die zwischen den Alveolenzellen ein weitverzweigtes Netz bilden, in offener Communication zu stehen. Wenigstens bemerkt man fast constant, dass von der gemeinsamen feinen Spitze einer jeden konischen Zellgruppe ein feiner, dünner Schleimfaden ausgeht, welcher sich alsbald verästelt und mit den übrigen intracapsularen Sarkode-Strömen anastomosirt. Vielleicht ist sogar auch die Basis der konischen Zellen und der Theil der Kapselmembran, auf welchem sie aufsitzen, durchbohrt und dient dazu, um eine directere Communication der innerhalb und ausserhalb der Kapsel strömenden Sarkode herzustellen. Eine unmittelbare Beziehung zwischen beiden ist wenigstens an diesen Stellen unzweifelhaft. Fast ohne Ausnahme nämlich erscheint der dicke, flok-

¹⁾ „Zuweilen enthalten die Blasen (von *Thalassicolla nucleata*) wenigstens theilweise noch eine zweite ganz ähnliche kleinere Zelle, die dann eine hellglänzende, schön orangefarbene, kleinere Kugel in sich hat.“ Müller, Abhandl. p. 3.

kig-körnige Mutterboden, der allenthalben auf der Aussenfläche der Centralkapsel lagert, grade an diesen Stellen, wo die Basis der konischen Zellengruppen innen aufsitzt, bedeutend verdickt und zu einem besonderen Sarkodehügel erhoben, so dass jeder inneren Zellenpyramide ein äusserer trübschleimiger Hügel von Körnern und Bläschen entspricht, von dem ein stärkeres Pseudopodien-Bündel abgeht. Da die Gruppen der centripetalen Zellen sehr regelmässig in gleichen Abständen an der Innenfläche der Centralkapsel vertheilt sind, so erscheint hierdurch die Oberfläche der letzteren in eine Anzahl von gleichen, hellen Feldern mit dunkleren Centralheerden abgetheilt, die schon bei schwacher Vergrösserung als dunkle Punkte sichtbar sind, und dieses regelmässig geordnete Aussehen erscheint bei Anwendung stärkerer Vergrösserung noch dadurch erhöht, dass die einzelnen Zellengruppen bei jedem Individuum unter einander an Grösse und Form sich sehr gleichen, dass die Kerne alter Zellen in einer Höhe (in der Mitte der Zelle) liegen., und dass häufig die Basis der konischen Gruppe durch eine (bisweilen roth oder braun gefärbte) Oelkugel bezeichnet ist, welche in der Mitte zwischen den Basen der einzelnen Zellen liegt, und nicht selten von einem doppelten Contour (Zellenmembran?) umschlossen ist.

g) Die Concretionen.

Eigenthümliche, zum Theil den amyloiden Körperchen sehr ähnliche Concretionen sind nur bei sehr wenigen Radiolarien bisher in der Centralkapsel beobachtet worden. nämlich bei *Thalassicolla nucleata*, *Thalassosphaera bifurca*, einem *Acanthochiasma* und einer *Acanthometra*. Die Concretionen von *Thalassicolla nucleata* finden sich häufig, doch nicht bei allen Individuen, und in wechselnder Menge (Taf. III, Fig. 2, 3). Sie erscheinen theils einzeln oder zu zweien oder mehreren in einfach oder doppelt coutourirte, wasserhelle, kugelige Blasen eingeschlossen, theils frei in der feinkörnigen Grundmasse der Kapsel zwischen den Blasen., letzteres vielleicht nur zufällig. Es sind kreisrunde oder ellipsoide Scheiben., welche gewissen Stärkemehlkörnern sehr ähnlich sehen. Ihr Durchmesser geht von 0,003-0,015^{mm}. Sie sind aus mehreren (meist 3 - 4, oft auch 6 - 8) concentrischen Schichten zusammengesetzt, welche entweder um das Centrum der Scheibe, oder um einen excentrischen Punkt herumlaufen. Sehr häufig sieht man Theilungsformen, Spaltung der Körperchen in 2, 4, 6 kleinere. Die Grenzcontouren der einzelnen Schichten sind bald nur fein und blass, bald ganz schwarz und sehr breit, so dass das Licht so stark, wie von Kalk-Concretionen, gebrochen wird. In chemischer Beziehung ist besonders ihre leichte Löslichkeit in Alkalien und Säuren, sowohl in allen Mineralsäuren, als auch in Essigsäure, hervorzuheben. Ueber die genaueren Verhältnisse dieser Concretionen, namentlich ihre verschiedenen Theilungsformen, ist die specielle Beschreibung von *Thalassicolla nucleata* zu vergleichen. Bisquitförmige, stark lichtbrechende, 0,01^{mm} lange Concretionen fand ich in der Centralkapsel von *Thalassosphaera bifurca* (Taf. XII, Fig. 1). Aehnliche bisquitförmige Concremente fand Herr Dr. Krohn, nach gütiger brieflicher Mittheilung, bei einigen von ihm auf Madera beobachteten Radiolarien, einem *Acanthochiasma* und einer *Acanthometra*. Auch bei einer *Spongosphaera*. die mit *S. polyacantha* nicht identisch schien, fand derselbe „Concremente von mehr prismatischer Gestalt, mit stumpf zugespitzten Enden, was entfernt an die Krystalle in den Nestern von *Collosphaera Huxleyi* erinnert.“ Zu den Concretionen dürften vielleicht auch die eigenthümlichen, länglich runden oder schmal bisquitförmigen oder stabförmig verlängerten Körperchen zu zählen sein, welche bei fast allen polyzoen Radiolarien hie und da. zuweilen in grosser Menge, in der Centralkapsel vorkommen und mit Bläschen, Körnchen, Pigmentkörnern und Krystallen gemischt sein können. Sie sind oft schwer von den kleinsten Formen der Krystalle zu unterscheiden.

b) Die Krystalle.

Auch Krystalle sind bei den Radiolarien wenig verbreitet, und, wie die Concretionen, bisher fast nur bei den Thalassicollen und Polyzoen gefunden. Die Krystalle bei *Thalassicolla nucleata* erscheinen, wie die Concretionen, in wasserhelle, kugelige Blasen eingeschlossen, und sind, wie die einfachsten Formen der Concretionen, bereits von Schneider (Müller's Archiv 1858, p. 41) kurz erwähnt. Es sind Garben oder Kugeln, welche aus langen, dünnen, selten stärkeren, radialen Nadeln zusammengesetzt erscheinen. Die Garbe oder Kugel von Krystallnadeln füllt bald die ganze wasserhelle, kugelige Blase aus, bald ist daneben noch ein Oeltropfen oder eine feinkörnige Masse darin enthalten (Taf. III, Fig. 3). Sehr merkwürdig und eigenthümlich sind die Krystalle, welche häufig, zwischen 5 und 30 gewöhnlich an Zahl, in der Centralkapsel von *Collosphaera Huxleyi* vorkommen und von Müller sehr genau untersucht und beschrieben worden sind (Abhandl. p. 56). „Sie haben eine Länge von $\frac{1}{60}$ “, und sind hell und farblos. Sie sind durch die Krystallform, verbunden mit ihrer Unlöslichkeit, für organische Stätten ganz ungewöhnlich. Es sind rhombische Prismen des zwei- und zwei-gliedrigeren Systems mit vierseitiger Endzuspitzung, und grösserer oder geringerer Abstumpfung der scharfen langen Kanten des Prisma. Von den 4 Zuschärfungsflächen der Enden sind 2 den stumpfen Kanten des Prisma, 2 den scharfen Kanten oder Abstumpfungsflächen derselben aufgesetzt. Die Krystallform stimmt ganz auffallend mit derjenigen des schwefelsauren Strontians und schwefelsauren Baryts überein. ebenso im Allgemeinen der Winkel an der Spitze zwischen den auf die stumpfen Kanten des Prisma aufgesetzten Zuschärfungen. Dieser Winkel ist bei den beiden eben erwähnten Salzen nur um 2 oder 3 Grad verschieden. Bei öfterer Anwendung des Mikrogoniometers zur Messung jenes Winkels an unseren Krystallen musste ich mich überzeugen, dass eine scharf parallele Einstellung der Linie des Fadenkreuzes an die allzu kleinen Linien des Krystalls nicht ganz sicher zu erzielen ist. Dieser Fehler wird durch die Anwendung der stärksten Objective vermindert. Ich muss mich aber doch mit einer annähernden Bestimmung begnügen, die zu Folge oft wiederholter Messung des Winkels an demselben Krystalle und an verschiedenen Krystallen dahin ausgefallen ist. dass der Werth dieses Winkels zwischen 103° und 105° fällt, was der Krystallform des Coelestins entsprechen würde.“ Die Krystalle sind völlig unlöslich in kaltem und kochendem Wasser, Weingeist. kalten concentrirten Mineralsäuren (Schwefelsäure, Salzsäure. Salpetersäure), heisser concentrirter Schwefelsäure und kalter und heisser Kalilauge. Von kochender Salzsäure dagegen werden die Kanten angegriffen und rauh. „Auf einem Glasplättchen geglüht behalten sie ihre Gestalt; sie werden aber durch das Glühen undurchsichtig; übrigens sind sie auch vor dein Glühen leicht zerbrechlich und werden durch geringen Druck zwischen Glasplättchen in Fragmente zerdrückt. Krystallform und Unlöslichkeit scheinen auf ein schwefelsaures, schwerlösliches Erdsalz zu deuten. Schwefelsaurer Kalk ist durch die Krystallform ausgeschlossen, ganz entschieden der Gyps, und auch Anhydrit will nicht stimmen. Strontian und Baryt sind im Meerwasser nicht beobachtet, doch könnte die Gegenwart des Strontians darin wohl vermuthet werden, da der Coelestin in petrefactenführenden marinen Niederschlägen, im Muschelkalk, im Lias, in der Kreide und in der Tertiärformation verbreitet und auch schon in den Kammern schaliger Petrefacten beobachtet ist.“ Da das von Müller in Weingeist aufbewahrte Material durch die fortgesetzten Beobachtungen sehr zusammen geschmolzen war und zu einer entscheidenden chemischen Probe, zu der die Mikrochemie nicht ausreicht, nicht genügte, so ist er bei dem Ergebniss stehen geblieben, dass die Krystalle einem mit schwefelsaurem Strontian und schwefelsaurem Baryt isomorphen schwerlöslichen Körper oder einer mit diesen isomorphen schwerlöslichen Verbindung angehören. Die von Müller bei Nizza gefundenen Collosphaeren, welche blau gefärbt waren. enthielten stets Krystalle, die dagegen in anderen, farblosen fehlten. Er unterschied desshalb die ersteren als *Collosphaera Huxleyi*, die letzteren als *C. ligurina*. Beide sind indess, wie er selbst vermuthet, nur Varietäten. Ich fand bei Messina sowohl blaue als farblose Collosphaeren mit und ohne Krystalle. Zuweilen waren sogar blaue und farblose Nester in demselben Qualster beisammen. Im Ganzen habe ich Collosphaeren mit Krystallen in Messina nur selten gesehen. Ganz ähnliche,

schwerlösliche Krystalle, wie die von Collosphaera, aber unvergleichlich viel kleiner und zahlreicher fand Müller auch einmal bei *Sphaerozoum punctatum* und einmal bei *Collozoum inerme*. Ich fand diese Anfüllung mit Krystallen in Messina sehr häufig und zwar sowohl bei den beiden genannten Arten, als auch namentlich bei *Collozoum coeruleum*, *Sphaerozoum italicum*, *S. ovoidimare* und *S. acuferum*.

i) Die Binnenblase.

Mit dem Namen „Binnenblase“ bezeichne ich eine in der Mitte der Centralkapsel liegende, völlig von dem übrigen Kapselinhalt abgeschlossene kugelige Blase, welche bisher nur bei wenigen Radiolarien erkannt ist, möglicherweise aber eine weite Verbreitung hat. Doch kommt sie bei vielen bestimmt nicht vor, wie namentlich bei den Polyzoen, wo statt derselben der Oeltropfen das Centrum der Kapsel einnimmt. Am meisten verbreitet erscheint sie in den Familien der Colliden und Ethmosphaeriden. Bei *Thalassicolla nucleata* ist sie bereits von Huxley und Müller, bei *Physematium* von Schneider erkannt worden. Die Binnenblase von *Thalassicolla nucleata* ist ein kugeliges, sehr zartwandiges Bläschen von 0,2 - 0,4^{mm}, welches beim Anstechen der Centralkapsel unter der Masse des übrigen zelligen Inhalts wegen seiner Blässe und Durchsichtigkeit leicht übersehen werden kann. Müller sagt davon: „die centrale Zelle ist sehr durchsichtig und dünnwandig und enthält noch wieder viele äusserst blasse und durchsichtige und daher sehr schwer sichtbare, kleine, sphärische Körperchen“ (Abhandl. p. 4). An zahlreichen Exemplaren ist es mir nie gelungen, dieser Körperchen ansichtig zu werden. Die Blase schien mir stets nur mit einer hellen, sehr feinkörnigen Flüssigkeit gefüllt zu sein, deren Körnchen bisweilen in deutlich strahligen Reihen angeordnet waren. Die Membran erschien gewöhnlich sehr zart, einfach contourirt, blass. In einem einzigen Falle war dieselbe sehr dick (0,026^{mm}), pellucid, gallertähnlich, wie die Zona pellucida des Säugethiereies, und von sehr feinen radialen Streifen (Porencanälen?) durchzogen (Taf. III, Fig. 1). Eine sehr ausgezeichnete Form hat die sphärische Binnenblase von *Thalassicolla pelagica*, indem sie hier mit zahlreichen (20 - 30) rundlichen, flachen, blindsackförmigen Ausstülpungen ringsum besetzt ist (Taf. I, Fig. 5). Zwischen den einzelnen Anhängen bleiben grabenartige, communicirende Furchen übrig, welche mit einem zusammenhängenden Netze von verzweigten trübkörnigen Schleimstreifen ausgefüllt sind (Taf. I, Fig. 4). Die Membran der Blase ist hier derber, dunkler, zuweilen doppelt contourirt. Der Inhalt schien auch hier eine helle, schleimartige Flüssigkeit. Bei *Physematium Muelleri* erreicht die Binnenblase 0,1 - 0,5^{mm} Durchmesser; ihre Membran ist sehr stark, 0,002 - 0,003^{mm} dick und von dichtstehenden Porencanälen durchbohrt. In dem hellen, flüssigen Inhalte sind meist mehrere grössere, matt fettglänzende Kugeln sichtbar. Bei *Aulacantha scolymantha* (Taf. II, Fig. 2) und *Aulosphaera* (Taf. XI, Fig. 5) verhält sich die Binnenblase ähnlich wie bei *Thalassicolla nucleata*. Es ist eine zarthäutige, mit feinkörnigem Schleim gefüllte Kugel. Bei beiden nimmt sie die grössere Hälfte der Centralkapsel ein. Kleiner, aber wie es scheint, ebenso beschaffen ist sie bei *Heliosphaera*, wo ich sie in der Centralkapsel keiner Art vermisst habe (Taf. IX, Fig. 1-3). Bei *Thalassolampe margarodes* (Taf. II, Fig. 4, 5) hat die kugelige Binnenblase 0,15 - 0,25^{mm} Durchmesser und scheint mit einer hellen, limpiden, schwach lichtbrechenden Flüssigkeit erfüllt zu sein. Die 0,0024^{mm} dicke Membran ist ziemlich resistent und dicht, fein punktirt (von Porencanälen durchsetzt). Die Oberfläche der Binnenblase erscheint hier feingekörnelt, rauh. Bei den Cyrtiden und bei der ganzen Reihe der Entolithien habe ich niemals eine Binnenblase wahrnehmen können, auch da nicht, wo die Kapsel hell, farblos und durchsichtig war.

2B. Der extracapsulare Weichkörper.

Wie die Centralkapsel als eine vollkommen abgeschlossene, mit einer distincten Membran versehene und mit verschiedenartig differenzirtem Inhalte erfüllte anatomische Einheit, ein in sich abgeschlossenes und selbstständiges Organ, wenn man will, dem Beobachter entgegentritt, so kann man die übrigen Weichtheile, welche am Radiolarienkörper noch vorkommen, und welche ebenfalls verschieden differenzirte Elemente enthalten, als eine zweite, in sich innig zusammenhängende anatomische Einheit jener ersten gegenüber stellen und unter dem Begriff des „extracapsularen Weichkörpers“ zusammenfassen. Dass diese Trennung von der Natur selbst allenthalben scharf vorgezeichnet, nicht nur zum besseren Verständniss des Organismus nützlich, sondern nothwendig ist, wird besonders unten klar werden, wenn wir die Radiolarien mit den nächst verwandten Polythalamien vergleichen, wo eine solche Trennung und Differenzirung nirgends ausgeführt ist.

Die extracapsulare oder äussere Hälfte des Weichkörpers bleibt, wie bereits oben erwähnt, an Volumen gewöhnlich weit hinter der inneren Hälfte, der Centralkapsel, zurück. Eine Ausnahme findet bloss bei denjenigen grossen Monozoen statt, wo die Kapsel von einer voluminösen Alveolenhülle umgeben ist (*Thalassicolla*, *Aulacantha*), sowie bei sämmtlichen Polyzoen, deren Einzelthiere durch ein ähnliches Alveolenconglomerat zusammengehalten werden. Auch ist bei manchen Acanthometren die Gallerthülle, welche nach dem Tode die Kapsel einschliesst, voluminöser als diese selbst. Bei den meisten monozoen Radiolarien bildet sie den bei weitem unansehnlicheren Theil des Körpers, da nur selten Pigment darin abgelagert ist, so dass die zarte und weiche Beschaffenheit sie am todtten Thiere zuweilen fast ganz übersehen lässt.

Den wichtigsten und hauptsächlichsten Bestandtheil des extracapsularen Weichkörpers bildet die Matrix, der Mutterboden der Pseudopodien, eine die gesammte Kapseloberfläche umschliessende, zusammenhängende Schleimschicht. in der verschiedene Bläschen und Körnchen eingebettet sind, und aus welcher allenthalben die charakteristischen Rhizopoden-Organen ausstrahlen, die wir als Pseudopodien bezeichnen: einfache oder verzweigte, feinere oder stärkere, aus einem zähen, klaren, feinkörnigen Schleim bestehende Fäden, welche das Vermögen besitzen, unter einander durch wirkliche Anastomose mit Substanztausch zu verschmelzen, und wieder, theilweis verändert, aus einander zu gehen, und auf deren Oberfläche und in deren Substanz gewöhnlich kleinere und grössere Körnchen, auch fremde Körper, in wechselndem Strome fortgeführt werden. Die Pseudopodien können, wie sie aus dem Mutterboden entsprossen, auch völlig in denselben zurückkehren, und mit ihm zusammen eine homogene, feinkörnige, häufig noch radial gestreifte Gallertschicht bilden. Da sie nichts als die peripherischen Ausbreitungen der Matrix sind, müssen sie auch mit derselben aus der gleichen Substanz bestehen, der nur den Rhizopoden in diesem freien Zustande zukommenden und für diese Klasse charakteristischen Sarkode. Die Sarkode stimmt in ihrem anatomischen Bau und ihrer Bedeutung, sowie in vielen physiologischen Eigenthümlichkeiten wesentlich mit dem Inhalte noch nicht differenzirter junger thierischer Zellen, namentlich der Eizellen und der Furchungskugeln, sowie mit dem in den Pflanzenzellen eingeschlossenen, activen Zelleninhalte überein. Sie ist das allen Rhizopoden gemeinsame, charakteristische Gewebe, welches die differenzirten Gewebe der höheren Thiere zusammen in sich repräsentirt. Bei den anderen Rhizopoden bildet sie eigentlich allein, oder fast allein den Weichkörper. Bei den Radiolarien kommt dazu noch die Centralkapsel, und ausserhalb derselben gewisse unwichtigere geformte Elemente, welche mit der Sarkode innig verbunden sind. Es sind dies vor Allem a) die eigenthümlichen extracapsularen „gelben Zellen“, welche nur der Familie der Acanthometriden fehlen. Bei einigen wenigen grossen monozoen Radiolarien ist b) verschiedenfarbiges Pigment auch ausserhalb der Kapsel, im Mutterboden angehäuft. Endlich sind die mei-

sten Thalassicolliden und alle polyzoen durch c) das obengenannte voluminöse Conglomerat von grossen, wasserhellen Alveolen ausgezeichnet.

a) Die extracapsularen gelben Zellen.

Die allgemeine Verbreitung der extracapsularen gelben Zellen bei allen Radiolarien, mit Ausnahme der Acanthometriden, sowie andererseits der Umstand, dass sie die einzigen Formelemente des Rhizopodenkörpers sind, welche mit der grössten Bestimmtheit und ohne allen Zweifel als genuine Zellen anzusehen sind, verleihen diesen Gebilden eine grosse systematische und anatomische Bedeutung, selbst wenn wir von der Vermuthung, die sich über ihre physiologische Function aufstellen lässt, zunächst absehen. Wir trennen dieselben daher, da sie nicht mit den übrigen variablen und unwichtigen Farbstoffen in eine Kategorie zu stellen sind, davon ab, und unterwerfen sie gesondert einer sorgfältigen Betrachtung.

Durch ihre Form und Farbe, wie durch ihre Lage ausserhalb der Kapsel fallen die gelben Zellen gleich beim ersten Anblick eines Radiolars in die Augen. Sie mussten daher sogleich die Aufmerksamkeit der ersten genaueren Beobachter erregen. Schon Huxley erwähnt sie bei seinen Thalassicollen. Müller beschreibt sie bei diesen Gattungen, bei denen sie am grössten, zahlreichsten und deutlichsten sind, sehr genau und bemerkt auch schon mit Bezug auf die übrigen Radiolarien sehr richtig: „die gelben Zellen, bei *Sphaerzoum*, *Collosphaera*, *Thalassicolla nucleata* sich wiederholend, sind auch bei den Polycystinen in der Regel vorhanden und gewöhnlich unterhalb des äusseren Kieselgitters, bei *Eucyrtidium* und *Pterocanium* an der offenen Seite der Schale. Bei den geschlossenen Schalen haben die gelben Zellen durchaus die Lage wie bei *Collosphaera*, d. h. sie liegen noch über der häutigen Kapsel, von welcher die Fäden abgehen und welche die oft sehr lebhaft rothen Pigmente einschliesst, zwischen ihr und der äusseren Kieselschale. Bei den Acanthometren finden sich zwar gelbe Zellen wieder, sie liegen aber gewöhnlich erst unter der weichen äusseren Haut bei den Pigmenten.“ (Abhandl. p. 10.) Die letztere wichtige Bemerkung ist dahin zu ergänzen, dass gelbe Zellen überhaupt nur bei wenigen Acanthometren vorkommen, und dass sie dann, wie wir bereits oben gesehen, durch ihre chemische Reaction, wie durch ihre constante intracapsulare Lage sich von den gelben Zellen der andern Radiolarien entfernen und den verschiedenartigen andern Farbstoffen der Acanthometren an die Seite stellen. Wie letztere werden sie durch Schwefelsäure oder Salzsäure zu einer intensiv spangrünen Flüssigkeit gelöst und durch Jod und Schwefelsäure dunkel gelb oder braun gefärbt. Den meisten echten Acanthometren und Amphilonchen fehlen übrigens auch diese gelben Pigmentzellen völlig und ebenso den Gattungen *Litholophus*, *Astrolithium*. In den übrigen Acanthometridengattungen sind sie nur bei einem Theil der Arten vorhanden. Nie darf man ihnen aber hier aus dem obigen Grunde die Bedeutung der echten gelben Zellen beimessen.

Die echten, charakteristischen gelben Zellen der Radiolarien sind zunächst durch ihre Lagerung interessant. Sie liegen nicht nur gewöhnlich in grosser Anzahl in dem Mutterboden zerstreut, sondern entfernen sich auch vielfach aus demselben und wandern in wechselnder Richtung längs der Fäden an ihre Spitze und mit den Körnchenströmen wieder zurück. Die langsame Fortbewegung der gelben Zellen ist zwar nicht direct wahrzunehmen, aber deshalb mit voller Sicherheit anzunehmen, weil man dieselben bald in der ganzen Fadenzone, dem Verbreitungskreise der Pseudopodien, regelmässig zerstreut, bald alle an der Peripherie angehäuft., oder unregelmässig auf bestimmte Stellen concentrirt, häufig auch viele in radialen Reihen, der Körnchenströmung entsprechend, hinter einander geordnet findet. Zur Beobachtung dieser wechselnden Vertheilung eignen sich besonders *Thalassicolla pelagica* und *Th. nucleata*, wo man an einem Thiere sieht, dass die gelben Zellen im Mutterboden am dichtesten angehäuft sind und nach aussen allmählich an Menge abnehmen, an einem andern, dass sie ganz gleichmässig durch die Alveolenhülle zerstreut, oder mehr an deren freier Oberfläche angehäuft, bei einem dritten, dass sie in grösserer Gesellschaft zu besondern radialen Reihen in Form breiter Streifen angeordnet sind. Da eine active Fortbewegung der gelben Zellen aber weder

beobachtet, noch wahrscheinlich ist, so muss man annehmen, dass sie ebenso wie fremde Körper, die zur Nahrung dienen, von den Stromesfäden der Sarkode ergriffen oder aus dem Mutterboden mit fortgenommen und in wechselnder Stromesrichtung mit auf- und abgeführt werden. Gewöhnlich findet man jedoch die Mehrzahl der gelben Zellen in die Substanz des Mutterbodens eingebettet, der äussern Kapseloberfläche anliegend, oder nur wenig von ihr entfernt. Bei den mit Rindenschalen versehenen liegen sie gewöhnlich unter der innersten Rindenschale, zwischen diesen und der Kapseloberfläche, so z. B. bei *Haliomma*, *Dorataspis*. Bei den Cyrtiden sind sie gewöhnlich am unteren, der Schalenmündung zugekehrten Ende der Kapsel angehäuft und liegen besonders zwischen den Lappen, in die die Kapsel hier gewöhnlich gespalten ist. Doch liegen häufig auch einige zwischen dem oberen Theil der Kapsel und der hier enger anliegenden Schalenwand. Bei allen Gitterschalen, deren Löcher gross genug dazu sind, treten sie auch stellenweise durch die Löcher heraus und wandern auf den Fäden mit fort, obgleich die Mehrzahl gewöhnlich eingeschlossen bleibt. Bei denjenigen Gitterschalen, deren Löcher kleiner, als die gelben Zellen sind, bleiben letztere beständig innerhalb der Rindenschale liegen.

Die Anzahl, Grösse und Gestalt der gelben Zellen ist bei den verschiedenen Familien verschieden. Die meisten gelben Zellen besitzen die Thalassicollen, wo ihre Anzahl sowohl bei *Thalassicolla pelagica*, als *Th. nucleata* häufig Tausend übersteigt und gewöhnlich zu mehreren Hunderten anwächst. Sehr zahlreich sind sie auch zuweilen bei *Sphaerozoum*; so zählte ich in einigen kleinen Qualstern von *S. italicum* und *S. acuferum*, die nur wenige, aber sehr grosse Einzelthiere enthielten, um jede Centalkapsel mehr als 100 gelbe Zellen. 30 - 50 sind in dieser Gattung sehr häufig um jedes Nest gruppiert. Anderemale finden sich aber auch sehr wenig, wie denn überhaupt die Zahl der gelben Zellen bei allen Radiolarien innerhalb derselben Art sehr schwankend ist und vielleicht periodischem Wechsel unterliegt. Bei derselben Art., z. B. *Collozoum inerme*, fand ich zuweilen sehr zahlreiche, anderemale kaum 1 oder 2 um jedes Nest. Ebenso fehlten sie bei *Thalassicolla pelagica*. Die gewöhnlich ganz überladen damit ist, zuweilen fast ganz. Nächst den Thalassicolliden und Sphaerozoiden sind die gelben Zellen auch sehr zahlreich bei den Cladococciden und Spongosphäeriden, wo häufig über 100, gewöhnlich mehr als 50, meist von der kleinsten Sorte, vorhanden sind. Daran schliessen sich die Acanthodesmiden an. In geringerer Anzahl, meist zwischen 5 und 15, sind sie dagegen bei den Cyrtiden, Ethmosphäeriden und bei *Collosphaera* vorhanden, und auch bei den Ommatiden hält sich ihre Zahl gewöhnlich zwischen 20 und 30, obwohl bei einzelnen derselben auch 50 und mehr vorkommen.

Die Grösse der gelben Zellen steht in keinem constanten Verhältniss zu ihrer Zahl. Sowohl grosse, als kleine gelbe Zellen kommen in grosser und in geringer Anzahl vor. Der Durchmesser schwankt zwischen $0,005^{\text{mm}}$ und $0,025^{\text{mm}}$, hält sich aber gewöhnlich zwischen $0,008^{\text{mm}}$ und $0,012^{\text{mm}}$. Gelbe Zellen von $0,015 - 0,025^{\text{mm}}$ habe ich selten und nur bei Sphaerozoiden bemerkt. Bei diesen, bei den Collosphaeren und bei den Thalassicollen sind sie überhaupt am grössten, indem ihr mittlerer Durchmesser $0,012 - 0,015^{\text{mm}}$ beträgt; dagegen erreicht er bei den Cladococciden und Spongosphäeriden gewöhnlich nur $0,008^{\text{mm}}$. Auch bei den meisten Ethmosphäeriden und Ommatiden hält er sich gewöhnlich zwischen $0,005^{\text{mm}}$ und $0,01^{\text{mm}}$. Bei den Cyrtiden ist er wechselnd, indem sowohl sehr kleine (*Eucecryphalus*, *Arachnocorys*), als sehr grosse (*Eucyrtidium*, *Dictyopodium*) gelbe Zellen vorkommen.

Die Gestalt der gelben Zellen ist in der Regel rein kugelig, namentlich bei der grösseren Sorte, seltener ellipsoid verlängert oder scheibenförmig comprimirt und noch seltener unregelmässig polygonal. Die Membran ist sehr fest, derb, scharf contourirt und zeigt gegen Reagentien die gewöhnliche Resistenz thierischer Zellenmembranen. Der Inhalt der gelben Zellen besteht aus einem Kern und mehreren Farbstoffkörnchen. Der Kern ist ein helles, farbloses, scharf umschriebenes, kugeliges Bläschen, dessen Durchmesser gewöhnlich die Hälfte oder den dritten Theil des Zeldurchmessers beträgt, also zwischen $0,002^{\text{mm}}$ und $0,01^{\text{mm}}$, meistens $0,004^{\text{mm}}$. Bisweilen scheint darin bei grossen

Zellen ein dunkles Körnchen (Nucleolus?) sich zu befinden. Die gelben Pigmentkörner, 5 - 30 an der Zahl, gewöhnlich 8 - 10, sind dunkel contourirt, eckig oder rundlich und sehr ungleich.

Gewöhnlich zeichnen sich 3 - 6 Körner durch beträchtlichere Grösse vor zahlreicheren kleineren aus. Dass ausser ihnen auch der übrige flüssige Zelleninhalt noch gefärbt sei, habe ich bisweilen mit Bestimmtheit ermitteln können. Die gelbe Farbe selbst ist übrigens bezüglich ihres Tons und ihrer Intensität mehrfachen Abstufungen unterworfen, und geht bei den einen Gattungen mehr in ein helles Schwefelgelb über, während sie bei anderen intensiv citrongelb, und zuweilen selbst dunkel-orangegelb oder gelbbraun erscheint.

Was das Verhalten der gelben Zellen gegen chemische Reagentien betrifft, so ist dasselbe, wie überhaupt das mikrochemische Verhalten des Weichkörpers sowohl als des Skelets der Radiolarien, noch einer weiteren genauen Untersuchung zu unterziehen. Bis jetzt lässt sich nur die bedeutende Resistenz der gelben Zellen, sowohl des körnigen Inhalts, als der Membran, gegen die längere Einwirkung auch sehr energischer Lösungsmittel hervorheben. Concentrirte Mineralsäuren lassen ihre Form, ebenso wie kaustische Alkalien, einige Zeit unverändert. Nur wird dadurch die intensiv gelbe Farbe in allen Fällen, sowohl da, wo sie sich zu einem hellen Schwefelgelb, als da, wo sie sich zu dunklem Citrongelb oder Braungelb abtönt, mehr oder weniger aufgehellt und gewöhnlich in einen sehr blassen, grünlich gelben Ton umgeändert. Diese Färbung, besonders durch concentrirte Schwefel- oder Salzsäure augenblicklich eintretend, ist namentlich insofern von Interesse, als sie die extracapsularen gelben Zellen, welche allen Acanthometriden fehlen, bestimmt von den intracapsularen gelben Zellen, welche bei vielen Acanthometriden vorkommen, unterscheidet, indem diese letzteren durch die genannten Reagentien, ebenso wie andere Farbstoffe im Innern der Centralkapsel, zu einer intensiv spangrünen Flüssigkeit gelöst werden. Das Verhalten der extracapsularen gelben Zellen (gegen Jod, sowie gegen Jod und Schwefelsäure ist bereits von Müller geschildert (Monatsber. 1855, p. 235 etc.). Jod allein färbt die Centralkapseln gewöhnlich heller oder dunkler gelb, die gelben Zellen entweder intensiv gelbbraun oder dunkelbraun. Diese Färbung wird durch Jod und Schwefelsäure oder Jod und Salzsäure in ein intensives Schwarzbraun verwandelt, während die Centralkapsel meist nicht dunkler wird. Setzt man nun Kalilauge hinzu, so werden die gelben Zellen wieder ganz hell, farblos und durchsichtig. Wiederholter Zusatz von Jod und Schwefelsäure ruft dieselbe Dunkelung wieder hervor, und dieser Versuch mit abwechselnder Anwendung der Alkalien lässt sich mehrmals mit demselben Erfolg wiederholen, ohne dass die Zellen zerstört werden.

Von besonderem Interesse ist die Vermehrung der gelben Zellen, da sie beweist, dass wir es in der That mit unzweifelhaften Zellen im reinsten histologischen Wortsinne zu thun haben, welche bei anderen Rhizopoden bisher nicht beobachtet sind. Die gelben Zellen vermehren sich jederzeit so massenhaft, dass man z. B. fast an jeder *Thalassicolla* oder an jedem *Sphaerzoum* einzelne, zuweilen sehr viele, gelbe Zellen antrifft, welche in Vermehrung begriffen sind. Dieser Vorgang ist bereits von Müller bei *Sphaerzoum* beschrieben (Abhandl. p. 5). Es erscheint dann die kugelige gelbe Zelle vergrössert und ellipsoid verlängert. Das helle, kugelige Nucleus-Bläschen ist in 2 gleiche Hälften aus einander gegangen und um jeden der beiden Tochterkerne gruppirt sich der gelbe, körnige Zelleninhalt in der Art, dass in der Mitte zwischen beiden eine ringförmige Einschnürung entsteht. Diese geht tiefer bis zu einer vollständigen Trennung des Inhalts in 2 gleiche, kugelige Hälften. Jede derselben umgibt sich mit einer Membran und die beiden Tochterzellen liegen fertig in der Mutterzelle, aus der sie durch Bersten der Mutterzellenmembran frei zu werden scheinen. Während der Theilung ist der Zelleninhalt zugleich so gewachsen, dass jede der beiden jungen Tochterzellen bereits ganz oder fast ganz das Volum der ursprünglichen Mutterzelle erreicht hat. Zuweilen trifft man gelbe Zellen, in denen der Inhalt der beiden Tochterzellen bereits wieder in je 2 gleiche Hälften, nach vorausgegangener Theilung des Kerns, aus einander gegangen ist, so dass 4 junge Zellen noch innerhalb der ersten Mutterzelle liegen. Müller sah „einmal in einer der Mutterzellen den Inhalt in 3 sich gegenseitig begrenzende Kugeln getheilt, so zwar, dass die eine von dreien etwas grösser war,

und die zweite sich wieder getheilt hatte.“ (Abhandl. p. 5.) Was die der Zelleninhaltstheilung vorausgehende Verdoppelung des Kerns durch Einschnürung und Theilung

betrifft, so ist dieselbe an dem blassen, zarten Nucleusbläschen schwer wahrzunehmen, weil dasselbe gewöhnlich von den gelben Körnern mehr oder weniger verdeckt ist. Doch glaube ich mich mehrfach sicher davon überzeugt zu haben. Die Theilungsformen der gelben Zellen sind im Ganzen verhältnissmässig so häufig, dass man an ein massenhaftes Entstehen und Vergehen derselben glauben muss. Sowohl diese massenhafte Production, als die sehr bestimmte Grösse und Form., wie auch die allgemeine Verbreitung der gelben Zellen bei allen Radiolarien, mit Ausnahme der Acanthometriden, sprechen dafür, dass diese Gebilde nicht den untergeordneten Werth gewöhnlicher Pigmentzellen haben, sondern mit gewissen, nicht unwichtigen Functionen im Radiolarienorganismus betraut sind, über deren Natur wir unten, in dem von der Ernährung handelnden Abschnitte, eine Vermuthung wagen werden.

Abgesehen von dieser speciellen Bedeutung erhalten aber die gelben Zellen ein hohes allgemein histologisches Interesse dadurch, dass sie bis jetzt die einzigen Formelemente des Radiolarienkörpers und des Rhizopodenkörpers überhaupt sind, welche unzweifelhafte Zellen darstellen. Bekanntlich stimmen alle neueren Untersuchungen der Protozoengewebe darin überein., dass nirgends mit Sicherheit Zellen in reiner histologischer Bedeutung sich darstellen lassen, dass vielmehr die Differenzirung des Gewebes noch nicht einmal bis zur Zellenbildung vorgeschritten sei. So findet sich namentlich. in dem neuen ausgezeichneten Infusorien-Werk von Stein¹⁾ der Satz: „Während sich der Körper aller anderen, nicht in den Kreis der Protozoen gehörigen Thierformen aus Zellen aufbaut, die in verschiedenartige Gewebe von bestimmter physiologischer Wirksamkeit umgewandelt werden, zeigt das Parenchym der Infusorien und der Protozoen überhaupt niemals eine zellige oder auf Zellen zurückführbare Structur, ihr Körper ist zu keiner Zeit ihres Lebens ein Complex von Zellen“²⁾ Ebenso sagt Schultze (Polythalamien p. 20): „Kernhaltige Bläschen, die in gewöhnlichem Sinne als Zellen gelten können, finden sich durchaus nicht in Körper der Polythalamien.“ Während dieser Satz für den Sarkodetheil des Radiolarienkörpers unzweifelhaft ebenso richtig wie für den Polythalamienkörper ist, finden sich in dem ersteren aber ausserdem noch Elemente, welche ihre Zellen-Natur theils mit grosser Wahrscheinlichkeit, wie viele Inhaltstheile der Centralkapsel, theils mit absoluter Sicherheit erkennen lassen, wie vor Allen die gelben Zellen. Die ganze oben geschilderte Erscheinungsweise der gelben Zellen stimmt so mit dem überein, was einfache, selbstständige thierische oder pflanzliche Zellen darbieten, dass man die gelben Zellen in ihrer Zusammensetzung und Vermehrungsweise gradezu als Paradigmen organischer Zellenbildung hinstellen könnte.

b) Das extracapsulare Pigment.

Abgesehen von den gelben Zellen, die wir aus den angeführten Gründen nicht für einfache Pigmentzellen halten können, sehen wir bei einigen wenigen grossen monozoen Radiolarien verschiedenfarbiges Pigment aussen um die Kapsel angehäuft. Es findet sich dies nur bei *Thalassicolla nucleata*, *Th. zanclea*, *Aulacantha*, *Thalassoplancta* und *Coelodendrum*. Das extracapsulare Pigment

¹⁾ J. F. Stein, der Organismus der Infusionsthiere. Leipzig 1859. p. 55.

²⁾ In dieser Allgemeinheit bestimmt hingestellt, ist der obige Satz keinesfalls richtig, wie eben schon allein durch die gelben Zellen der Radiolarien bewiesen wird. Aber auch abgesehen davon, dürfte derselbe sehr verfrüht erscheinen, wenn man bedenkt, wie schwierig es selbst bei viel höher stehenden Thieren ist, z. B. vielen Coelenteraten, Echinodermen Würmern etc. an einem grossen Theile des Körpers, besonders im jüngeren Lebensalter, Zellen nachzuweisen. Mit voller Sicherheit lässt sich eine Zusammensetzung aus differenzirten Zellen nur da verneinen, wo positiv etwas Anderes an deren Stelle tritt, wie die Sarkode der Rhizopoden, in der die Körnchen durch die ganze Grundsubstanz nach allen Richtungen umherwandern.

ist auf's innigste mit der Sarkode des Mutterbodens verbunden und umschliesst mit dieser entweder die gesammte Centralkapsel (*Thalassicolla nucleata*, *Aulacantha*) oder nur einen Theil derselben (*Thalassoplancta*, *Coelodendrum*). Zunächst deren Oberfläche ist es am dichtesten angehäuft und wird nach aussen dünner, indem es mit den Pseudopodien ringsum ausstrahlt, und da, wo Alveolen vorhanden sind, sich zwischen diesen verliert. Die Menge desselben wechselt bei verschiedenen Individuen und scheint bei jugendlichen geringer zu sein. Das extracapsulare Pigment besteht der Hauptmasse nach aus einem feinkörnigen Staube, mit gröberem, unregelmässig eckigen und rundlichen Körnern von verschiedener Grösse gemischt. Dazwischen finden sich runde, mit Pigment gefüllte Bläschen, und wie es scheint, auch echte Zellen. Namentlich sind letztere bei *Coelodendrum* erkennbar, als verschieden grosse, rundliche oder polygonale, unregelmässige Blasen, welche einen etwa 1/4 oder 1/2 so grossen hellen Kern und dunkle Körnchen, vielleicht auch öfter eine gefärbte Flüssigkeit einschliessen. Die Farbe des extracapsularen Pigments ist dunkel, nie so lebhaft, wie die des intracapsularen. Bei *Coelodendrum* und *Thalassoplancta* ist sie schwarz oder schwarzbraun; bei *Thalassicolla nucleata* und *Aulacantha* wechselt sie, erscheint zuweilen ganz schwarz, zuweilen schwarzbraun oder rothbraun. ausserdem aber auch dunkel violett, blau oder röthlich, je nach der überwiegenden Menge der blauen., rothen, braunen oder schwarzen Pigmentkörnchen, die die Masse zusammensetzen. *Aulacantha* erscheint zuweilen mehr grünlich braun oder rein olivengrün, zuweilen aber auch fast violettblau gefärbt.

c) Die extracapsularen Alveolen.

Die Alveolen, welche blos bei einem Theile der Colliden (*Thalassicolla*, *Aulacantha*) unter den monozoen, und dann bei allen polyzoen Radiolarien vorkommen, bilden bei diesen Thieren. die Hauptmasse des ganzen Körpers.. Bei den genannten beiden Monozoen-Gattungen umgeben sie in dichten Haufen die kugelige Centralkapsel von allen Seiten gleichmässig, so dass die Gesamtoberfläche der Alveolenhülle eine Kugel bildet, welche mit der ersteren concentrisch ist. Die Alveolen nehmen in dieser Schicht von innen nach aussen an Umfang zu, so dass die kleinsten Alveolen im Mutterboden, rings auf der Aussenfläche der Kapselmembran liegen, während die grössten unmittelbar die Unterlage für die Endausstrahlung der Pseudopodien bilden. Bei den Polyzoen lässt sich ein solcher Unterschied in der Anordnung gewöhnlich nicht finden, sondern grosse und kleine Alveolen scheinen regellos durch die ganze Masse des Qualsters zerstreut zu sein. Besonders gilt dies von *Collozoum* und *Sphaerouzoum*, wo die „Nester“ (*Einzeltiere*) gewöhnlich nur auf der Oberfläche des Meerqualsters zerstreut sind, während bei *Collosphaera* häufig die folgende eigenthümliche Anordnung sichtbar war. In der Mitte des kugeligen Qualsters trat eine besonders grosse, kugelige Alveole hervor, um welche sich (wie um die Centralkapsel der Thalassicollen) kleinere anlegten, denen nach aussen immer grössere folgten. Die Grösse der Alveolen stimmt bei allen genannten Thieren ziemlich überein und beträgt im Mittel 0,01-0,1^{mm} kann aber auch bis 0,5. selbst 0,8^{mm} steigen, wie sie andererseits bis 0,04^{mm} herabsinkt. Bei *Thalassicolla nucleata* sah ich einmal mehrere Alveolen von über 1^{mm} Durchmesser. Die Gestalt derselben ist ursprünglich völlig kugelförmig, wird aber nach innen zu durch den gegenseitigen Druck der enggedrängten Blasen häufig polygonal abgeplattet. Der Inhalt ist wasserhell, ohne geformte Bestandtheile. Die Membran ist zwar sehr zart, aber klar und scharf umschrieben. Huxley, welcher die Alveolen bei *Thalassicolla* zuerst beobachtete, vergleicht sie den Vacuolen der Sarkode Dujardins. Dies ist jedoch nicht richtig und bereits von Müller widerlegt (Abhandl. p. 7, p. 3). „Sie sind mit einer feinen Membran ausgekleidet und bilden sich durch Erweiterung, kleiner, durchsichtiger, hin und wieder zwischen den Fadenbündeln eingebetteter Bläschen. - Zuweilen enthalten diese Blasen wenigstens theilweise noch eine zweite, ganz ähnliche kleinere Zelle, die dann eine hell glänzende, schön orangefarbene kleinere Kugel in sich hat. Deswegen können diese Blasen nicht Erweiterungen von Pseudopodien sein.“ Gleiche solche Einschlüsse, wie sie Müller bei *Tha-*

lassicolla nucleata sah, habe ich weder bei diesen, noch bei anderen Thalassicollen und Polyzoen gefunden. Wohl aber kommen ganz ähnliche in den intracapsularen Alveolenzellen von *Physematium Muelleri* vor. Bei den Polyzoen erschienen die hyalinen kugeligen Blasen stets ganz einfach und es wurde nicht recht klar, wie die kleinen, hellen Kugeln, die zwischen den grösseren zerstreut sind und aus deren Erweiterung diese hervorgehen, entstehen. Durch Theilung scheint dies nicht zu geschehen; wenigstens bemerkte ich niemals Einschnürungsformen, welche sich auf eine Theilung hätten beziehen lassen. Kernartige Gebilde, analog denjenigen, die sich an den intracapsularen Alveolen von *Physematium* und *Thalassolampe* finden und diesen Blasen den Werth von Zellen verleihen, habe ich an den extracapsularen Alveolen niemals wahrgenommen, weder bei den Polyzoen, noch bei den Thalassicollen und Aulacanthen. Ausgenommen sind davon die eigenthümlichen Blasen, welche rings um die Kapsel von *Thalassicolla zanclea* locker angehäuft sind, von denen es aber zweifelhaft ist, ob man sie mit den Alveolen der übrigen Thalassicollen gradezu identificiren darf. Es sind dies kugelige, helle Blasen von ungleicher, meist ansehnlicher Grösse, sehr locker und unregelmässig in dem Mutterboden zerstreut und keine compacte Schicht, wie die Alveolen der übrigen Thalassicollen bildend. Sie erscheinen auch derber, stärker lichtbrechend als die letzteren, und jede schliesst ausser wenigen dunkeln Körnchen einen kugeligen, excentrischen Nucleus ein, der fein granulirt ist und einen sehr deutlichen Nucleolus enthält, Diese Alveolen sind also offenbar Zellen. Vergl. unten und Taf. II, Fig. 3.

Die Alveolen werden sowohl bei den Thalassicolliden, als bei den Polyzoen vereinigt und zusammengehalten durch die Sarkodmassen, welche, von dem Mutterboden ausstrahlend, alle Zwischenräume zwischen denselben ausfüllen und eine Verschiebbarkeit in hohem Maasse gestatten. Daher können bei den Polyzoen die Einzelthiere sich durch die Alveolenschicht hindurch in die Mitte derselben zurückziehen. Zerzupft man die Alveolenhülle, so bleiben oft breite, verästelte Sarcodestreifen an den einzelnen Blasen hängen. Man erhält aber dazwischen auch ganz rein isolirte Blasen. an denen lediglich die Membran sichtbar ist.

d) Die Sarkode der Matrix und der Pseudopodien.

Die Sarkode, welche den wichtigsten Theil des Radiolarienkörpers bildet, umhüllt als eine zusammenhängende, ununterbrochene., verschieden dicke Schleimschicht, Mutterboden oder Matrix, die ganze Centralkapsel aller Radiolarien und strahlt von derselben nach allen Seiten aus in Gestalt sehr zahlreicher, feiner, in Zahl und Form beständig wechselnder, einfacher oder verästelter und anastomosirender Fäden, der Scheinfüsschen oder Pseudopodien, auf und in deren Substanz gewöhnlich eine grosse Anzahl kleiner Körnchen in wechselnder Richtung sich auf- und ab-bewegt, Die Sarkode der Matrix und der Pseudopodien bildet an jedem Radiolarienkörper ein untrennbares Ganzes, welches mit den eben geschilderten übrigen, ausserhalb der Centralkapsel gelegenen Formbestandtheilen, den bei den meisten Radiolarien vorkommenden gelben Zellen., den nur bei wenigen Gattungen vorhandenen Pigmentmassen und Alveolen, zu der gröberen anatomischen Einheit des extracapsularen Weichkörpers verbunden ist. Wenn wir im Folgenden von der Sarkode oder dem Sarkodekörper der Radiolarien sprechen, so schliessen wir damit die genannten, blos eingelagerten heterogenen Formbestandtheile aus und verstehen darunter ausschliesslich den die Centralkapsel umschliessenden schleimigen Mutterboden und die davon ausstrahlenden Fäden, welche zwar dem Volumen nach meistens den geringeren, der physiologischen Bedeutung nach aber den bei weitem wichtigsten Theil des Radiolarienkörpers ausmachen, welcher wahrscheinlich die Empfindung, Bewegung, Ernährung und Skelettbildung ausschliesslich, oder doch wenigstens zum grössten Theil und vielleicht auch theilweis die Fortpflanzung vermittelt. Dass die Sarkode der Rhizopoden in der That alle, sowohl animalen als vegetativen Functionen des Thierleibes gleichzeitig erfüllen kann, zeigt schon vor-

läufig ein Blick auf die naheverwandten Polythalamien, denen die Centralkapsel und die gelben Zellen, wie die übrigen differenzirten Weichtheile der Radiolarien fehlen, und wo der gesammte Weichkörper nur aus einem zusammenhängenden Sarkodeklumpen, in den Fett- und Pigment-Bläschen und -Körnchen unmittelbar eingelagert sind, besteht. In Anerkennung dieser hohen Bedeutung werden wir im Folgenden eine möglichst genaue Analyse des Sarkodekörpers nach dem uns vorliegenden Material zu geben versuchen, und werden um so mehr bemüht sein, einen festen Standpunkt in der Auffassung desselben zu gewinnen, als diese elementare Einfachheit der Rhizopoden-Sarkode noch immer voll vielen gewichtigen Seiten bestritten wird.

Die Sarkode der Radiolarien ist eine farblose, homogene, zähe, klebrige, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit, von deren physikalischen Eigenthümlichkeiten gewisse zähflüssige Schleimarten die beste Vorstellung geben. Alle kleinsten Theilchen derselben sind, wie in jeder Flüssigkeit, vollkommen an einander verschiebbar, und können ihren Ort im Körper wechseln. Von dem Mutterboden, welcher als eine zusammenhängende Schleimhülle die ganze Oberfläche der Centralkapsel bedeckt, geht während des Lebens eine wechselnde Anzahl von fadenartigen, verschiedenen dicken und breiten Strömen in radialer Richtung nach allen Seiten aus, ohne sich mit dem umgebenden Seewasser zu mischen. Die Ströme können sich verästeln und da, wo 2 oder mehrere Ströme sich berühren, ohne Weiteres wieder zu einem einzigen homogenen Strom verschmelzen, in welchem keine Spur der Zusammensetzung aus vorher getrennten Theilen mehr wahrnehmbar ist. Dieser neue Strom kann sich wiederum theilen, mit anderen benachbarten verschmelzen, wieder aus einander gehen u. s. w. Kurz, es kann jedes Theilchen des zähflüssigen Sarkodekörpers nach den verschiedensten Richtungen hin verschoben werden und mit den verschiedensten anderen Theilchen der ganzen homogenen Sarkodemasse in unmittelbare Berührung treten.

Von den Strömungserscheinungen der Sarkode überzeugt man sich am besten durch die genaue, lange fortgesetzte Beobachtung der in der Sarkode gewöhnlich suspendirten Körnchen. Die Sarkode der Radiolarien erscheint nämlich in den meisten Fällen nicht als die vollkommen homogene und klare, glasartige Schleimmasse, als welche sie eben dargestellt wurde; sondern in der zähen Grundsubstanz sind meistens kleinere und grössere Körner und Bläschen in wechselnder Zahl, Grösse und Lage enthalten. Diese kleinen Körnchen und Bläschen welche meist in sehr grosser Anzahl durch die ganze Masse der zähflüssigen, klebrigen Grundsubstanz zerstreut sind, folgen allen Bewegungen derselben und geben daher die Richtung der Ströme auf's deutlichste und sicherste an. Es mag hier gleich im Voraus bemerkt werden, dass von einer activen Bewegung dieser Körnchen, wie man sie sich zuweilen vorgestellt hat, nicht die Rede sein kann; dass dieselben vielmehr vollkommen passiv den Bewegungen der homogenen structurlosen Grundsubstanz folgen, deren kleinste Theilchen, die Sarkode-Primitivtheilchen oder Sarkode-Molecule, die Fähigkeit besitzen, ihre gegenseitige Lagerung beliebig nach allen Dimensionen des Raumes hin zu verändern und durch die Summe dieser Lageveränderungen nach bestimmten Richtungen hin die scheinbar willkürlichen Bewegungen der Sarkodegrundsubstanz, ihre Stromnetzbildungen u. s. w. hervorzubringen.

Verfolgt man nun, mit den besten optischen Hilfsmitteln und mit einer nicht minder nothwendigen, hinreichend grossen Summe von Geduld und Ausdauer ausgerüstet, längere Zeit hindurch die gewöhnlich sehr langsamen Bewegungserscheinungen des mit Körnchen durchsetzten Sarkodekörpers an irgend einem Radiolar, wozu sich am meisten die grossen monozoen Colliden (*Thalassicolla*, *Aulacantha*, *Physematium*) eignen, demnächst unter den gepanzerten Monozoen am meisten *Heliosphaera*, auch einzelne Arten von *Haliomma* (*H. erinaceus*, *H. capillaceum*), *Rhizosphaera trigonacantha*, *Spongocyclia* und *Euchitonia*, so überzeugt man sich, am unzweifelhaftesten bei *Heliosphaera* (z. B. *H. actinota*), von folgenden Thatsachen: Die Centralkapsel ist an allen Punkten von einer wechselnd dicken Schleimschicht, der Matrix, überzogen, in welche viele kleine Bläschen und Körnchen eingebettet sind. Von diesem Mutterboden geht eine wechselnde Anzahl, bald weniger als 100, bald mehr als 1000 langer feiner Schleimfäden in radialer Richtung nach aussen, die zum Theil äusserst rein, zum Theil dicker, zuweilen selbst ziemlich breit sind, entweder einfach oder mehrfach

(gewöhnlich wiederholt gabelig) verästelt. Die Flüssigkeitsfäden und ihre Aeste können sich an jeder beliebigen Stelle an die benachbarten anlegen und mit ihnen durch eine wahre Anastomose mit Substanztausch verschmelzen, so dass ein Theil des einen Astes oder Fadens in den andern Ast oder Faden übergeht und dass ersterer häufig dafür einen Theil von des letzteren Substanz zurück empfängt, und dass, wenn die verschmolzenen Fäden wieder aus einander gehen, jeder in seiner Integrität wesentlich verändert ist. Man verfolgt diesen Stoffaustausch sehr deutlich durch aufmerksame Beobachtung der in der Sarkode in wechselnder Menge suspendirten und mitfortgeführten Körnchen. Man sieht, dass diese von einem Faden auf einen andern, von diesem auf einen dritten wandern und so fort, so dass jedes Körnchen der Möglichkeit ausgesetzt ist, an jeden Punkt der Sarkodemasse zu gelangen. An den breiteren und dickeren Fäden sieht man auch, wie an demselben Faden die einen Körnchen aufwärts, die andern abwärts wandern, dass ein und dasselbe Körnchen an der einen Seite eines Fadens in seiner ganzen Länge hinauf-, an der andern herabsteigt. In einem und demselben Faden kann also ein Theil der Sarkodesubstanz in centrifugaler Richtung, der andere gleichzeitig in centripetaler fließen. Von dieser Fähigkeit der Sarkodetheilchen, ihre Bewegungsrichtung nach den verschiedensten Raumdimensionen zu ändern, überzeugt man sich am schlagendsten da, wo mehrere starke Sarkodebänder zu breiten Platten verschmelzen, wie es namentlich bei *Thalassicolla*, vor allen bei *Th. pelagica* der Fall ist (Taf. 1, Fig. 1, 2). Hier sieht man die Körnchen nach den verschiedensten Seiten hin ihre Bewegung richten und ihren Platz wechseln, nicht minder als die Form der Platte fortwährend sich ändert. Dass bei allen diesen Bewegungen die Körnchen nur passiv mit fortbewegt werden, wird durch die zuerst von Johannes Müller (Abhandl. p. 9) gemachte, von mir sehr häufig, wiederholte und bestätigte Beobachtung bewiesen, dass ebenso wie die Körnchen auch fremde Körper mit fortbewegt werden, welche in der Nachbarschaft der Fäden sich befinden und in die gleiche Strömung entlang den Fäden gerathen. Müller sah auf diese Weise den Transport von Schleimklümpchen und unregelmässigen Körnerhaufen vor sich gehen. Ich selbst beobachtete häufig, wie verschiedene, im Seewasser vertheilte thierische und pflanzliche Gewebstheilchen, aber auch ganze Diatomeen und kleine Infusorien auf dieselbe Weise mit von den fliessenden Sarkodeprimitivtheilchen fortgenommen werden. Sie bleiben an der klebrigen Oberfläche der Fäden haften, wobei die Infusorien häufig, wie plötzlich gelähmt, ihre Wimperbewegungen einstellen, dann sieht man sie entweder ganz an der Oberfläche der Fäden herabwandern oder, namentlich an den breiteren Strängen, in das Innere der Sarkodeströme eindringen und mit den Körnchen dem Mutterboden zugeführt werden. Müller hebt bei den Polycystinen und Thalassicollen mehrfach hervor, dass die Fortbewegung der fremden Körper wie der Körnchen auf der äusseren Oberfläche der Fäden geschehe (Abhandl. p. 3, p. 9) und fährt dann fort (p. 10): „Auch bei den Acanthometren schien mir die Körnchenbewegung an der äusseren Oberfläche der Fäden statt zu finden, womit ich jedoch nicht behaupten will, dass Strömungen im Inneren der Fäden nicht auch statt finden, welche mir vielmehr wahrscheinlich sind. Bei der *Actinophrys* scheint die von Herrn Claparède beobachtete Bewegung von Körnchen in den Fäden statt zu finden; dort ist aber noch keine Strömung fremder Körper an der Oberfläche gesehen worden.“ Dieser Unterschied erscheint mir nicht wesentlich. Ob die Körnchen und die fremden Körper an der Oberfläche oder im Inneren der Fäden fortgeführt werden, wird besonders von der Dicke der Fäden und von zufälligen Strömungsverhältnissen abhängen. Bei sehr dünnen Fäden, wie sie bei der Mehrzahl der Radiolarien gewöhnlich überwiegen, muss immer der Anschein entstehen, als ob das Körperchen auf der Oberfläche fortgeführt werde, selbst wenn eine dünne Sarkodeschicht von der Fadensubstanz dasselbe umhüllt. Dagegen lässt sich an dickeren Fäden, oft desselben Individuums, zumal an den breiten Sarkodesträngen der Thalassicolliden, ganz deutlich die Wanderung der Körperchen sowohl im Inneren des Stroms als an dessen Oberfläche verfolgen. Zuletzt aber werden alle, Körperchen doch immer in die Substanz des Mutterbodens aufgenommen und bleiben hier eine Zeit lang liegen. Diese Facta beweisen übereinstimmend, dass die Körnchenbewegung rein passiv geschieht und ohne eine

eine Bewegung der sie umgebenden Sarkodetheilchen nicht denkbar ist und dass lediglich in den letzteren, in der Contractilität der Sarkode, die Ursache aller Bewegungserscheinungen des Radiolarien-, wie des Rhizopodenkörpers überhaupt zu suchen ist. Als fernerer Beweis dafür sind ausser den schon angeführten Gestaltveränderungen der Pseudopodien, welche ganz ebenso auch beim Mangel aller Körnchen vorkommen, insbesondere noch die wellenförmig fortschreitenden Contractionen der Fäden hervorzuheben, welche auch schon Müller gesehen hat. „Nicht selten sieht man die Fäden stellenweise verdickt, geschwollen, und diese länglichen Anschwellungen an den Strahlen wie die Körnchen fortrücken, was entweder auf eine fortschreitende Zusammenziehung oder auf Verkürzung und Verlängerung bezogen werden kann, vielleicht aber auch mit der Körnchenströmung zusammenhängt.“ (Abhandl. p. 7.) Diese dicken, knotigen, meist spindelförmigen Anschwellungen sieht man namentlich an den breiten Sarkodeströmen der Thalassicollen sehr häufig, wo sie theils allseitig auftreten, so dass der ganze Strom spindelförmig verdickt erscheint, oder einseitig, so dass der Anschein einer Fortbewegung des Klumpens auf der Oberfläche entsteht. Von der Körnchenströmung sind sie vollkommen unabhängig, da sie ebenso bei Anwesenheit sehr zahlreicher, als bei Mangel alter Körnchen erscheinen. Sehr häufig aber, obwohl nicht immer, waren in diesen Knoten einer oder mehrere der unten anzuführenden Sarkodekerne sichtbar. Häufig liess sich an kurzen und dicken Fäden in der That eine sehr langsam fortschreitende Contractionswelle des Sarkodestroms nachweisen, welche bis zur Fadenspitze ging und dann umkehrte, während anderemale offenbar eine Verlängerung oder Verkürzung des Fadens an der Basis statt fand, wobei die knotige Anschwellung nicht activ ihren Ort veränderte.

Diese allgemeine Darstellung der fundamentalen Lebenserscheinungen der Sarkode am Radiolarienkörper, der wir nachher noch einen Ueberblick über die speciellen, eigenthümlichen Abweichungen bei den verschiedenen Familien folgen lassen, wird vorläufig genügen, um ihre wesentliche Uebereinstimmung mit der Sarkode der übrigen Rhizopoden und insbesondere der Polythalamien darzuthun. Die erste Charakteristik, welche der Entdecker der Sarkode, Dujardin, bereits im Jahre 1835 von dieser höchst merkwürdigen organischen Substanz und ihren höchst einfachen Lebenserscheinungen bei lebenden, auf einem Glase kriechenden Polythalamien giebt¹⁾, enthält Nichts, was nicht auch auf die Radiolarien-Sarkode Anwendung fände. „Die sehr feinen Fäden schreiten langsam in grader Linie auf der Oberfläche des Glases vor; neue Masse fliesst unaufhörlich nach, untermischt mit unregelmässigen Kügelchen, welche dem Durchmesser des Fadens eine ungleiche Dicke geben; dieser, allmählich dicker geworden, sendet seitlich Zweige aus, welche ebenso wie der erste Faden wachsen; bald hört der Zufluss auf und die Bewegung wird umgekehrt, der Faden zieht sich zurück und geht schliesslich unter in der gemeinschaftlichen Grundmasse des Thieres, um zur Entwicklung eines anderen Fortsatzes zu dienen. Man kann diese Fäden nicht als wahre Tentakeln betrachten, es ist eine einfache, thierische Ursbstanz, welche sich ausdehnt und verschiebt, gleichsam wie Wurzeln.“ Diese vollkommen naturgemässe, einfache Darstellung Dujardins von der Sarkode gilt ebenso für unsere Radiolarien, wie für die länger bekannten Polythalamien, und ist für die letzteren schon seit langer Zeit fast allgemein als gültig anerkannt worden, trotzdem Ehrenberg noch heute mit einigen wenigen Anhängern bemüht ist, „nach dem ihm eigenen Princip überall gleich vollendeter Entwicklung“ an diesen, in der That höchst einfach und niedrig organisirten Thieren eine complicirte Organisation mit vollkommen differenzirten Organsystemen nachzuweisen²⁾. Nächst Dujardin, welchem das Verdienst der ersten Erkenntniss des Rhizopodenorganismus und der Entdeckung der Sarkode immer bleiben wird, obwohl er nachher durch allzuweite Ausdehnung der Sarkodetheorie auch auf höher organisirte Thiere dieser selbst nicht wenig geschadet hat, ist es vor Allem Max Schultze, welcher sich um die tiefere Erkenntniss der Sarkode die grössten Verdienste erwarb und welcher an diesem Orte an erster Stelle zu nennen ist. Er hat nicht nur in seinem trefflichen Werke „über den Or-

¹⁾ Dujardin, Annales des sciences naturelles, 1835, Tome III, p. 312. M. Schultze, Polythalamien p.3.

²⁾ Vergl. oben p. 7, Anmerk.; p. 8, Anmerk.

ganismus der Polythalamien“ die gesammte Organisation dieser Rhizopoden nach allen Richtungen hin zum ersten Male ausführlich und naturgetreu geschildert, und insbesondere die höchst merkwürdige Natur der Sarkode, welche allein den Polythalamienkörper bildet, in ihrer chemischen und physikalischen, histologischen und physiologischen Eigenthümlichkeit scharf und genau analysirt, sondern auch, gestützt auf die schon vor mehr als einem Decennium von Cohn und Unger aufgestellte Annahme, dass die

Sarkode der Rhizopoden mit dem Protoplasma der vegetabilischen und animalischen Zellen identisch sei, in neuester Zeit den wichtigen Versuch gemacht, diese bis dahin scheinbar ganz ausserhalb des Kreises der übrigen thierischen Gewebe stehende Substanz mit diesen in Einklang zu bringen und ihr ein bestimmtes genetisches Verhältniss zur Zellentheorie anzuweisen¹⁾.

Die Protoplasma-Theorie der Sarkode wurde bereits im Jahre 1850 von F. Cohn in seinen „Nachträgen zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvialis*“²⁾ begründet, welcher aus seinen tiefgehenden Untersuchungen „mit aller Bestimmtheit, die überhaupt einer empirischen Deduction auf diesem Gebiete beiwohnen kann, den Schluss zieht, dass das Protoplasma der Botaniker und die contractile Substanz und Sarkode der Zoologen, wo nicht identisch, so doch in hohem Grade analoge Bildungen sein müssen“ (l. c. p. 664)³⁾. Nächst Cohn war es der Wiener Botaniker Unger, der in seiner „Anatomie und Physiologie der Pflanzen“ (1855) am bestimmtesten die Ansicht aussprach, „dass das Protoplasma nicht als eine Flüssigkeit, sondern als eine halbflüssige, contractile Substanz angesehen werden müsse, die der thierischen Sarkode zunächst vergleichbar ist, wo nicht gar als identisch mit dieser zusammenfällt“ (l. c. p. 282)⁴⁾. Er zeigt dann ausführlich, wie die von Schultze gegebene Beschreibung der *Amoeba porrecta* wörtlich auf „die in einem Cellulosehäuschen eingeschlossene Protoplasmasubstanz passt, wie sie sich in gleicher Vergrößerung in jungen Samenlappen der Wallnuss darbietet“ (l. c. p. 284). „Betrachtet man die Bewegung der Protoplasmasubstanz in ihrer normalen Form, so verhält sie sich ganz wie eine in fortschreitender Contraction und Expansion befindliche Substanz; sie erscheint sanft undulirend, wo keine Hindernisse vorhanden sind, hingegen in mächtigen Wellen aufgethürmt bei zu überwindenden Hemmnissen. Reize anderer Art. wie Wärme. Elektrizität, chemische Agentien, wirken erregend auf den Saftstrom.“

¹⁾ Max Schultze, Die Gattung *Cornuspira* unter den Monothalamien und Bemerkungen über die Organisation und Fortpflanzung der Polythalamien. Troschels Archiv für Naturgesch. 1860, p.287. Max Schultze, Ueber Muskelkörperchen, und das, was man eine Zelle zu nennen habe. Reicherts und Du Bois-Reymonds Archiv 1861, p. 1.

²⁾ Nova acta naturae curiosorum, Vol. XXII, pars 2, p. 605. 1850.

³⁾ „Dasjenige, was die Primordialzelle (- den von keiner starren Cellulosehülle umgebenen Protoplasmaschlauch -) am bestimmtesten charakterisirt und für ihre Bedeutung im Leben der Pflanze im Allgemeinen, namentlich aber der Schwärmzellen als das wesentliche Moment erscheint, ist, dass sie das Contractile am Pflanzenorganismus ist, das heisst, dass sie die Fähigkeit besitzt, in Folge innerer Thätigkeit ihre Gestalt, ohne entsprechende Veränderung ihres Volumens, zu verändern.“ – „Die contractile thierische Substanz (- Sarkode -) wird durch folgende Merkmale charakterisirt: dass sie homogen oder feinkörnig, durchsichtig, eiweissartig, gallertähnlich weich sei, das Licht mehr als das Wasser, weniger als das Oel, breche, im Wasser sich nicht löse, aber allmählich zersetze, in kaustischem Kali zerstört werde, in kohlsaurem Kali, sowie in Alkohol und Salpetersäure gerinnend zusammenschumpfe, dass sie wässrige Höhlungen (- Vacuolen -) aus sich bilde, die durch Ausscheidung des in ihr gebundenen Wassers, oder Aufnahme des äusseren entstünden, wobei das Uebrige dichter und körniger werde, dass sie endlich in Wasser contractile Tropfen darstelle, die sich etwa wie eine *Amoeba* bewegen.“ – „Alle diese Eigenschaften besitzt auch jener Stoff der Pflanzenzelle, welche als der Hauptsitz fast aller Lebensthätigkeiten, namentlich aller Bewegungserscheinungen im Inneren derselben, betrachtet werden muss, das Protoplasma. Nicht nur stimmt das optische, chemische und physikalische Verhalten desselben mit dem der Sarkode oder der contractilen Substanz überein, sondern auch die Fähigkeit, Vacuolen zu bilden, wohnt dem pflanzlichen Protoplasma zu allen Zeiten und selbst ausserhalb der lebenden Zelle bei.“ - l. c. p. 661-664.

⁴⁾ „Die nächste Ursache der Saftbewegung in den Zellen kann weder in der Diosmose, noch in der Einwirkung des Kernbläschens auf den Zelleninhalt, noch in irgend einer mechanischen Einrichtung, wie z. B. in Flimmerorganen u. s. w. gesucht werden, sondern sie liegt vielmehr in der Beschaffenheit des sich bewegenden Protoplasma, welches als ein vorzugsweis stickstoffhaltiger Körper nach Art jener einfachen contractilen thierischen Substanz, welche man Sarkode nennt, in der Form einer rhythmisch fortschreitenden Contraction und Expansion in die Erscheinung tritt.“ Unger, l. c. p. 280.

Einige Jahre darauf machte Max Schultze, gelegentlich seiner Untersuchungen über „innere Bewegungserscheinungen bei Diatomeen der Nordsee aus den Gattungen *Coscinodiscus*, *Denticella*, *Rhizosolenia*“, auf die Uebereinstimmung der Körnchenströme im Inneren dieser kieselschaligen Organismen, im Inneren der *Noctiluca*, im Inneren der Pflanzenzellen und an den freien Sarkodefäden der Rhizopoden aufmerksam (Müllers Archiv 1858, p.330). Doch beschränkt er sich in dieser ersten Mittheilung über die fraglichen Phänomene nur darauf, die Identität der Bewegungserscheinungen an sich hervorzuheben, ohne auch eine gemeine Ursache in denselben nachzuweisen¹⁾. Dagegen liefern seine beiden oben erwähnten neuesten Arbeiten über diesen Gegenstand hauptsächlich den Beweis, dass die Bewegungserscheinungen an beiderlei Substanzen auch aus einer und derselben Ursache abzuleiten seien, nämlich aus einer denselben inhärirenden Contractilität, welche ebenso dem Protoplasma, wie der Sarkode, zukommen, und dass auf Grund dieser völligen Uebereinstimmung beide Substanzen gradezu für identisch zu halten seien, die Sarkode für freies Protoplasma. Bei der fundamentalen Wichtigkeit, welche diese Frage nicht nur für die ganze Auffassung des Rhizopoden-Organismus, sondern auch für die gesammte thierische und pflanzliche Zellenlehre besitzt, wird man es gerechtfertigt finden, wenn wir hier ausführlich darauf eingehen und zunächst die Natur des Protoplasma scharf ins Auge fassen. „Protoplasma“ sagt Schultze (Troschels Archiv 1860, p. 298), „ist Zellsubstanz oder, wie die Botaniker sagen, Zelleninhaltssubstanz, aber nicht immer die ganze Zelleninhaltssubstanz. Es ist eine dickbreiige Masse, aus einer homogenen, glasartigen Grundsubstanz und aus eingebetteten Körperchen bestehend, seiner chemischen Beschaffenheit nach eiweissartig. In vielen, namentlich grösseren Pflanzenzellen sondert sich das Protoplasma der Zelle von einem wässerigen anderen Theile des Zelleninhalts scharf ab. Der wässerige Theil tritt zuerst in sogenannten Vacuolen des Protoplasma auf, bis er bei weiterem Wachstume der Zelle, bei welchem das Protoplasma sich nicht entsprechend mehrt, den grössten Theil des inneren Raumes ausfüllt, dann bildet das Protoplasma nur noch eine dünne Schicht an der

¹⁾ Nachdem Schultze die Uebereinstimmung der Bewegungsphänomene im Körper der *Noctiluca* und der Diatomeen bewiesen, fährt er fort (l. c. p. 335): „die Körnchenströme gleichen aber auch vollständig denen in den hervorstreckten Fäden der Gromien, Polythalamien und Polycystinen. Unger hat kürzlich (Anatomie und Physiologie der Pflanzen) eine früher schon von Cohn (Nachträge zur Naturgeschichte des *Protococcus pluvialis*) ausgesprochene Ansicht specieller formulirend, die Saftströmungen (Rotationen) in den Pflanzenzellen, z. B. den Staubfädenhaaren der *Tradescantia*, mit den Erscheinungen, welche die Fäden der *Amoeba porrecta* zeigen oder die Polythalamien, wie ich sie beschrieben, zusammengestellt, und die Bewegungen des Protoplasma hier gleich denen der sogenannten Sarkode der Rhizopoden erklärt. Ich habe die oft beschriebenen Erscheinungen in den Staubfädenhaaren von *Tradescantia* verglichen und muss danach die grosse Uebereinstimmung derselben mit den Strömungen bei den Diatomeen sowohl, als auch in den Fäden der Rhizopoden anerkennen. Ich wählte zur Beobachtung *Tradescantia procumbens*, deren Filamentenhaare sehr durchsichtige Zellenwände und vollständig farblosen Inhalt besitzen, der bei *T. zebrina* z. B. mehr oder weniger roth die Deutlichkeit der Bewegungserscheinungen etwas beeinträchtigt. Auch sind die Körnchen bei ersterer grösser und die Grundsubstanz der Fäden scheinbar mehr homogen. Von der den Kern umhüllenden Protoplasmaschicht gehen mehrere dickere und dünnere Fäden aus, nach allen Richtungen die Zelle durchsetzend, auch öfter der Zellwand (wie bei *Rhizosolenia*) dicht anliegend. Sie bestehen deutlich aus einer Grundsubstanz und eingebetteten, stark lichtbrechenden Körnchen. Letztere laufen im Innern oder wie auf der Oberfläche der Fäden hin, entweder nur nach einer Richtung, oder wie nicht selten gesehen werden kann, nach entgegengesetzten Richtungen zugleich an einem und demselben Faden. An den breitesten ist die doppelte Strömungsrichtung fast constant, sie kommt aber auch all den feinsten, kaum noch erkennbaren Fäden vor. Begegnen sich Körnchen, so gehen sie meist ungestört an einander vorbei, oder es kommt vor, dass die einen die anderen mit zurücknehmen - ein Beweis, dass nicht 2 getrennte Fäden die Ursache der doppelten Stromesrichtung waren. An demselben Faden überholen einzelne in schnellem Laufe andere langsamere, und können dann, wie ich einmal sah, plötzlich zurücklaufend gemeinschaftlich umkehren. Die Fäden theilen sich öfter gabelig, und ein Körnchen, an die Theilungsstelle gelangt, stockt, ehe es sich dem einen oder dem anderen Wege anvertraut. Die Gestalt und Richtung der Fäden ist aber fortwährendem Wechsel unterworfen. Die gabelige Theilung z. B. rückt von der Basis des Fadens am Zellenkern dem anderen, an der inneren Oberfläche der Zellenwand sich befindenden Ende entgegen. Oder es bildet sich aus der gabeligen Theilung eine Brücke zu einem nebenan liegenden Faden, indem der eine Theilast mit diesem verschmilzt. Die Brücke läuft dann abwärts oder aufwärts zwischen beiden Fäden hin, verkürzt sich, indem letztere sich einander nähern, endlich verschmelzen sie vollständig mit einander zu einem einzigen, so dass jetzt ein breiter Strom fliesst, wo vorher einzelne feine Fäden waren. - Die geschilderten Bewegungen des Protoplasma der Pflanzenzellen können nach meiner Meinung nicht unberücksichtigt bleiben, wenn es sich um eine Deutung der räthselhaften Lebenserscheinungen der Sarkodefäden bei den Rhizopoden handelt, und empfehle ich das vergleichende Studium der ersteren namentlich denen, welche eine Zusammensetzung z. B. der Polythalamienfäden aus kleinen Zellen für möglich und wahrscheinlich halten. Bei *Tradescantia* verlaufen, wie es scheint, dieselben Erscheinungen, welche dort auf thierisches Leben bezogen werden müssen, an unzweifelhaftem Zelleninhalt.“ Ich kann diese durchaus naturgemässe Darstellung Schultze's nur in jeder Beziehung bestätigen.

inneren Oberfläche der Cellulosewand, umhüllt den Kern und zieht meist in einzelnen Strängen durch die Zellenhöhle. Das Protoplasma ist die wichtigste Substanz der Zelle, in ihm concentriren sich die Functionen derselben, in ihm ganz besonders äussern sich alle die chemischen und die morphologischen Veränderungen, welche die verschiedenen Phasen des Zellenlebens bezeichnen. Das Protoplasma ist zugleich, sofern es an und aus seiner Oberfläche mancherlei membranöse und andere Stoffe bereiten kann, ganz ausschliesslich, wie es scheint, die Gewebe bildende Substanz. Das Protoplasma ist auch contractil. Nur durch solche Annahme lassen sich die Bewegungen desselben in Inneren der Zellen, z. B. der bekannten Tradescantia-Zellen, ja ich glaube selbst der Charen, erklären. Die Natur der Bewegung, die Körnchenströme, das Anastomosiren der Fäden bei Anwesenheit eines Protoplasmafadennetzes in der Zelle, Alles spricht dafür, dass der Grund der Bewegung in dem Protoplasma selbst, nicht aussen liege. Nur durch Annahme einer Contractilität des Protoplasma sind die Gestaltveränderungen einzelner Zellen, die amoebenartigen Bewegungen der Gregarinen, der Lymphkörperchen im Blute, einzelner Bindegewebszellen, der Herzzellen von Embryonen u. a. zu verstehen. Bei dieser Contractilität des Protoplasma sind Gestaltveränderungen der ganzen Zellen durch Anwesenheit einer starren Zellenmembran natürlich gehindert oder ganz unmöglich gemacht. Je weniger vollkommen aber die Oberfläche des Protoplasma zu einer Membran erhärtet ist, je näher die Zelle dem ursprünglichen, membranlosen Zustande sich befindet, auf welchem sie nur ein nacktes Protoplasma Klümpchen mit Kern darstellt, um so freier und ungehinderter können sich die Bewegungen äussern. Ist eine solche Zelle nun gar ein Organismus für sich, so tritt uns die proteische Gestaltveränderung, der in der Contractilität des Protoplasma Klümpchens bedingte Wechsel der äusseren Form am auffallendsten entgegen. So kommen wir zu den Amoeben, deren Einzelligkeit mindestens sehr wahrscheinlich ist, da sich Uebergänge zu den Gregarinen verfolgen lassen. - Als solches nacktes, freies, contractiles Protoplasma deute ich nun auch die contractile Substanz aller grösseren Rhizopoden. Ob sie aus einer Zelle oder aus mehreren Zellen entstanden ist, bleibt zunächst gleichgültig. Sie ist Protoplasma und damit ist ihr Wesen und ihr Ursprung bezeichnet. Es ist gar nicht unwahrscheinlich, dass sie in einzelnen Fällen durch Zusammenfliessen mehrerer nackter Protoplasma Klümpchen mit Kern, d. h. also aus mehreren Zellen, entstanden sei. Aber dieses Zusammenfliessen ist jedenfalls ein so vollständiges, dass nur noch die Zahl der in diesem Falle wahrscheinlich persistirenden Kerne die der früher dagewesenen besonderen Zellen andeuten könnte; im Protoplasma selbst ist eine Scheidung in Zellen nicht anzunehmen. Denn wie das Zusammenfliessen der Fortsätze ausserhalb der Schale ein vollständiges ist, wie die Beobachtung jeder Gromie lehrt, und seit meinen ersten ausführlichen Angaben mehrfach bestätigt worden ist, wie dies Zusammenfliessen ganz dem der Protoplasmafäden in den Pflanzenzellen gleicht; so würden natürlich, wenn mehrere ursprünglich getrennte Protoplasma Klümpchen zur Bildung der contractilen Masse eines Rhizopodenkörpers beitragen sollen, diese zu einer homogenen Masse vollständig verschmelzen müssen. Denn fliesst überhaupt einmal Protoplasma zusammen, wird die Selbstständigkeit, die ein Klümpchen oder ein Faden dieser Substanz während des Lebens besitzt und mit einer gewissen Hartnäckigkeit nach aussen zu bewahren sucht, überwunden, so kann nachträglich von einer Selbstständigkeit der einzelnen zusammengeflossenen Protoplasma Massen nicht mehr die Rede sein.“ Damit ist jedoch nicht gesagt, dass der ganze Rhizopodenkörper aus einem in Zellen nicht zerlegbaren Protoplasma bestehen müsse und dass derselbe nicht daneben noch selbstständig gebliebene Zellen enthalten und überhaupt mehr oder weniger differenzirt sein könne. Schon bei den Amoeben ist eine Verschiedenheit zwischen Rinden- und Marksubstanz angedeutet, welche jedoch ebenso allmählich in einander übergehen, wie der innere, ruhende, meist gefärbte und festere Theil des Polythalamienkörpers in den äusseren, beweglichen, farblosen und beständig veränderlichen Sarkodetheil ohne feste Grenze übergeht. Viel weiter geht aber diese Differenzirung bei den Radiolarien, wo nur die Rinde des Körpers aus Protoplasma, der innere Theil aus zelligen Elementen besteht, während bei den Infusorien umgekehrt aussen eine geschichtete Lage mehr oder weniger differenzirter Zellen vorhanden sein kann, während innen der Körper nur aus dem in Zellen nicht zerlegbaren, aus verschmolzenen Zellen entstandenen

Protoplasma (Lachmanns "Chymus") erfüllt ist. Es können so bei manchen Protozoen sogar Andeutungen bestimmter Organe auftreten, während es für alle Protozoen charakteristisch ist, dass wenigstens in gewissen Bezirken des Körpers und behufs Erfüllung gewisser Functionen die Neigung der Zellen vorwaltet, zu einer grösseren Protoplasmanasse zusammenzuschmelzen, in welcher dann nur die Zahl der persistirenden Kerne etwa noch den Ursprung der Masse aus Zellen andeuten kann.

Prüfen wir nun, wie sich dieser, von Schultze hauptsächlich auf Grund seines Studiums der polythalamien-Sarkode durchgeführten Protoplasma-Theorie gegenüber unsere Radiolarien verhalten, so kommen wir zu dem Schlusse, dass unter allen von dem Bau und den Lebenserscheinungen der Radiolarien bis jetzt erkannten Thatsachen keine einzige jener schon von Cohn und Unger behaupteten Identität der Sarkode und des Protoplasma widerspricht, dass diese Theorie zwar nicht absolut als richtig bewiesen ist, schon aus dem Grunde, weil wir die Entwicklungsgeschichte der Sarkode noch nicht kennen, dass sie aber im höchsten Grade wahrscheinlich, ja dass sie zur Zeit die einzige ist, aus welcher wir die anatomischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten der Radiolarien, wie der Rhizopoden überhaupt, befriedigend erklären und begreifen können.

Was zunächst die histologische, physikalische und chemische Beschaffenheit der Substanz betrifft, so ergibt sich zwischen Sarkode und Protoplasma durchaus kein durchgreifender Unterschied. Beide bestehen aus einer homogenen, zähflüssigen Grundmasse, in die gewöhnlich eine wechselnde Anzahl dunkler Körnchen und häufig auch noch andere Gebilde eingeschlossen sind. Die Grundmasse ist eine farblose, glashelle, mit Wasser nicht mischbare Flüssigkeit von der Consistenz eines zähen, fadenziehenden Schleimes, welche durch Alkohol und Säuren zu einer trüben Masse gerinnt und sich durch Jod gelb färbt, also stickstoffhaltig ist. Auch in ihren übrigen Reactionen verhält sie sich, wie ein Eiweisskörper, wie denn ja alle jungen Zellen eine Proteinsubstanz enthalten. Die in der Grundmasse in wechselnder Menge ungleich zerstreuten, grösseren und kleineren, unregelmässig rundlichen, dunklen, fettglänzenden Körnchen sind in der Sarkode nicht von denen im Protoplasma zu unterscheiden. Ausser den Körnchen kommen auch noch andere Körperchen in dem Grundfluidum eingeschlossen vor, so in der Sarkode der Radiolarien die gelben Zellen, die Alveolen, die dunklen Pigmentkörner. Ebenso schliesst das Protoplasma verschiedene Pigmentkörner, dann besonders Chlorophyll, Amylumkörner, Bläschen und Krystalle verschiedener Art ein. Dass hier nicht auch die fremdartigen Einschlüsse der Sarkode vorkommen, ist einfach dadurch bedingt, dass die Zellenmembran dasselbe von der Aussenwelt abschliesst. Wo dies nicht geschieht, da treten fremde Körnchen auch im Protoplasma der Pflanzenzellen auf, wie bei den Myxomyceten. Eine Zusammensetzung der Sarkode aus kleinen Zellen anzunehmen, ist ebenso unstatthaft, als eine derartige feinere Zusammensetzung des Inhalts der Pflanzenzellen längst widerlegt ist. Die noch in neuester Zeit wieder aufgetauchten Bestrebungen einiger weniger Botaniker, innerhalb der einfachen, von Protoplasmaströmen durchzogenen Pflanzenzellen kleinere Zellen nachzuweisen, haben sich ebenso willkürlich und jeder positiven Basis ermangelnd bewiesen, wie die keiner Widerlegung bedürftige Fiction von Schultz-Schultzenstein¹⁾, dass die Protoplasma-Strömchen aus Milchsaft bestehen, welcher in einem verzweigten, die Zellenwand durchbohrenden und von den Milchgefässen abstammenden Gefässsystem circulire. Wie von allen bedeutenden neueren Botanikern die zuerst von H. Mohl festgestellte einfache Beschaffenheit des Protoplasma im Inhalt der Pflanzenzellen anerkannt wird, so werden auch alle Zoologen, die mit vorurtheilsfreiem Auge die Sarkode anhaltend beobachten, sich immer mehr überzeugen, dass dieselbe in der That die von Dujardin und Max Schultze behauptete einfache Structur besitzt. Unter den neueren Beobachtern der Rhizopoden ist es fast nur Claparède, welcher in dem von ihm und Lachmann herausgegebenen ausgezeichneten Infusorienwerke²⁾ sich von der Sarkode-Theorie entfernt und mit Ehrenberg zu der Ansicht neigt, dass

¹⁾ Schultz-Schultzenstein, die Cyclose des Lebenssaftes in den Pflanzen, P. 293.

²⁾ Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes. Genève 1858 - 1859.

hinter dieser anscheinend einfachen, structurlosen Sarkodesubstanz eine complicirtere Organisation versteckt sei. Obwohl Claparède selbst bei einem Theile der Rhizopoden., vor Allem bei der merkwürdigen *Lieberkühnia Wageneri*, die einfache Beschaffenheit der von Körnchen und Bläschen durchsetzten homogenen Sarkodemasse vortrefflich schildert und abbildet, glaubt er dennoch, schon aus dem Grunde eine complicirte histologische und vielleicht auch organologische Differenzirung annehmen zu müssen, weil ihm die äusserst künstliche und mannichfaltige Bildung der Schale und des Skelets, besonders der Polythalamien, mit der einfachen Beschaffenheit des Sarkodekörpers, aus dem dieselben entstehen, unvereinbar erscheint. Gewiss ist der Formenreichtum und die Gestaltenentwicklung grade bei diesen einfachsten Thieren überraschend gross. Allein die Entstehung derselben aus der einfachen Sarkode, so wunderbar sie auf den ersten Blick erscheinen mag, ist nicht mehr und nicht weniger räthselhaft, als die Entstehung jedes Menschen oder jedes anderen complicirten Organismus aus einer einfachen Eizelle, welche ja auch nur einen Sarkodeklumpen mit einem eingeschlossenen Zellkern darstellt. Alle Lebenserscheinungen der organischen Natur, die einfachsten wie die complicirtesten, sind gleich wunderbar, so lange es nicht gelingt, sie auf einfache physikalische und chemische Principien zu reduciren, und dass die einen uns besonders räthselhaft, die anderen kaum der Beachtung werth erscheinen, rührt doch nur von dem Umstand her, dass uns jene ungewohnt sind oder neu und überraschend entgegnetreten, während wir gegen die letzteren durch die Gewohnheit des täglichen Anblicks abgestumpft sind. Wie alle Versuche fehlgeschlagen sind, im Ei oder gar im Zoospermium bereits die Anlage der späteren Thiergestalt erkennen zu wollen, ebenso werden die weiteren Versuche, in der Sarkodemasse ein besonderes Gewebe oder gar verschiedene differenzirte Organe zu entdecken, sicher nicht von Erfolg begleitet sein. Claparède meint, dass die unvollkommene Beschaffenheit unserer optischen Hilfsmittel und der Mangel eines geeigneten Reagens zur passenden Behandlung der Sarkode, wie es die Chromsäure für das Nervensystem ist, uns für jetzt noch hindern, eine reinere Elementarstructur in der Sarkode nachzuweisen. Dieser Einwurf mag passend sein bei niederen und kleinen Organismen anderer Thierkreise, den Würmern z. B., wo wir bei vielen der niedersten Formen, ebenso wie bei manchen Mollusken und Arthropoden, bisher noch nicht im Stande gewesen sind, überall dieselben Zellen und anderen Elementartheile aufzufinden, die wir bei höheren Thieren derselben Kreise und Klassen mit Sicherheit nachgewiesen haben. In diesen Fällen kann die Unvollkommenheit unserer optischen Hilfsmittel und unserer anatomischen und chemischen Präparationsmethoden als die Ursache vorgeschützt werden, die eine weitere Zerlegung der nur scheinbar homogenen Substanzen hindere. Derartige blos negative Untersuchungsergebnisse liegen aber bei der Sarkode der Rhizopoden nicht vor. Wir können hier vielmehr durch die positive Beobachtung jederzeit die Thatsache erweisen, dass an der Stelle eines Zellenagregates oder eines Complexes verschiedener anderer histologisch differenzirter Elementartheile etwas ganz anderes vorhanden ist, nämlich eine durchaus homogene Flüssigkeit, deren Elementartheilchen (Moleküle) in höchstem Grade die Fähigkeit besitzen, nach allen Richtungen des Raumes hin ihre gegenseitige Lage beliebig zu verändern; mit andern Worten eine einfache mit sehr ausgedehnter und allseitiger Contractilität begabte Substanz. Eine aufmerksame und wiederholte Beobachtung der Verästelung und Verschmelzung der Fäden und der Wanderungen der in dem Fluidum suspendirten Körnchen lässt über diese Thatsache nicht den mindesten Zweifel. Man sieht die Körnchen jedes beliebigen Punktes an jeden beliebigen andern Punkt des Mutterbodens und der davon ausstrahlenden Pseudopodien in successiver Ortsveränderung durch Benutzung wechselnder Ströme hinwandern und überzeugt sich in der That aufs unzweifelhafteste, dass jedes kleinste Primitivtheilchen oder Molekel eines zusammenhängenden Sarkodekörpers durch successiven Ortswechsel an den Ort jedes beliebigen andern gelangen kann. Dass natürlich die Consistenz und sonstige Beschaffenheit des homogenen Fluidum und die Zahl und Qualität der eingebetteten Körnchen und Formelemente bei den einzelnen Arten vielfach variiren, und scheinbar sehr verschiedene Erscheinungen hervorbringen kann, ist vor-

auszusetzen, dass aber in einer solchen Masse von einer weiteren histologischen Zusammensetzung im gewöhnlichen Sinne nicht die Rede sein kann, bedarf keines weiteren Beweises.

Ebenso, wie in der anatomischen Structur, in der physikalischen Beschaffenheit und chemischen Zusammensetzung, stimmt das Protoplasma der thierischen und pflanzlichen Zellen auch in den Lebenserscheinungen und insbesondere in den bekannten höchst charakteristischen Bewegungsphänomenen mit der Sarkode der Radiolarien und der Rhizopoden überhaupt überein. Wie bei den Radiolarien die Pseudopodien allseitig von dem die Centralkapsel völlig umschliessenden Mutterboden ausstrahlen, so gehen von der den Kern der *Tradescantia*-Zellen umhüllenden Schleimschicht nach allen Seiten die feinen, verschieden starken Fäden aus, welche sich theilen, vielfach verästeln und durch wahre Anastomose mit Substanztausch verbinden. Die treffliche, vollkommen naturgetreue Schilderung Schultze's von den Protoplasma-Bewegungen in den *Tradescantia*-Zellen, welche wir wegen ihrer prägnanten Genauigkeit oben wörtlich wiedergegeben haben, ist gleichzeitig die genaueste Schilderung der Sarkode-Bewegungen bei den Polythalamien und Radiolarien. Hier, wie dort, ist weder die Zahl, noch die Grösse (Dicke), noch die Verästelung und sonstige Beschaffenheit der Stromfäden constant, sondern vielmehr einem beständigen Wechsel unterworfen. Ebenso ist die Zahl und Grösse der in der Grundsubstanz suspendirten Körnchen und der andern Einschlüsse wechselnd, ebenso die Richtung und Geschwindigkeit der Strombewegung. Selbst die Art der Verästelung, die vielfach wiederholte Gabeltheilung, wobei die Bifurcationsstellen sich häufig zu dreieckigen, die Verschmelzungsstellen mehrerer Ströme zu vieleckigen, dünnen Schleimplatten ausziehen, ferner das Entstehen und Vergehen der kleinen Stromzweige, die die beständig wechselnde Configuration des Stromnetzes bedingen, dann die Wanderung der Körnchen nach allen beliebigen Stellen des Stromgebiets - alle diese Eigenthümlichkeiten der Protoplasma-Netze in den Zellen der Staubfädenhaare von *Tradescantia*, kehren ganz in derselben Weise bei den Polythalamien und Radiolarien wieder. Insbesondere ist das seitliche Hervorströmen neuer, sich verzweigender Stromfäden, welche, bei mangelndem Nachfluss neuer Substanz aus dem Hauptstrom wieder verschwinden, so vollkommen übereinstimmend, dass jeder unbefangene Beobachter die Identität der Erscheinung in beiderlei Naturkörpern anerkennen wird. Da die Sarkode fast aller unserer Süsswasserrhizopoden (namentlich aller Amoebiden und Arcellinen) eine viel zähere Beschaffenheit der Grundsubstanz und, wie es scheint, eine härtere Rindenschicht derselben besitzt, so dass die Erscheinungen der Körnchenströmung und des Zusammenfliessens der verästelten Fäden hier nicht zu Stande kommen, und da bei *Actinophrys* dieselben zwar vorkommen, aber in sehr wenig vortretender Weise und mit sehr geringer Energie, so kann man dem Zoologen, dem die Beobachtung der marinen Rhizopoden nicht gestattet ist, nichts Besseres, als ein aufmerksames Studium der *Tradescantia*-Zellen empfehlen, um sich an diesem trefflichen Paradigma ein ganz getreues Bild von dem lebhaften und eigenthümlichen Verlaufe jener Bewegungserscheinungen zu machen wie sie unter den Polythalamien am auffallendsten bei *Gromia oviformis*, unter den Radiolarien besonders bei *Thalassicolla* und *Aulacantha* zu beobachten sind.

Die genannten Gattungen zeigen die Körnchenströmung, die Fadenanastomosen und die andern Bewegungserscheinungen der Sarkode am intensivsten und klarsten. Bei vielen anderen Radiolarien sind dieselben viel träger, undeutlicher und schwerer erkennbar, und es finden sich in dieser Beziehung zwischen verschiedenen Gattungen und Familien nicht minder grosse Unterschiede, als sie auch Schultze bei verschiedenen Polythalamien fand, und als sie auch in dem so vielfach meditierten Protoplasma der thierischen und pflanzlichen Zellen vorkommen. Es ist dies ein Punkt, der der wesentlichsten Berücksichtigung bedarf, wenn man die ganze Reihe dieser Phänomene im Zusammenhang übersehen will. Wie die Colliden unter den Radiolarien, die Gromiden unter den Foraminiferen, so sind auch die Zellen der Staubfädenhaare von *Tradescantia* unter den Pflanzen-Zellen nur die bis jetzt bekannten besten Paradigmata für diese Bewegungserscheinungen, bei denen dieselben am lebhaftesten und deutlichsten, und deshalb am meisten studirt und weiteren Studiums werth sind. Von da an abwärts findet sich eine fortlaufende Scala mit allmählicher Abnahme der Energie

und Deutlichkeit bis zu solchen offenbar jenen äquivalenten Gebilden, wo die Bewegungsphänomene bisher auch bei der andauernsten Beobachtung, mit den besten Instrumenten nicht bemerkbar wurden, wo aber dennoch ihre Existenz mit vollem Rechte sich aus der Uebereinstimmung der ganzen Reihe annehmen lässt. So lebhaft und mannichfaltige Bewegungen des Protoplasma, wie in den Zellen der Staubfädenhaare der *Tradescantia*, sind bisher nur in den wenigsten Pflanzenzellen wahrgenommen worden. Dagegen kann man in den meisten Pflanzenzellen, wenigstens zu einer gewissen, oft sehr rasch vorübergehenden Zeit ihres Lebens ein feines Netzwerk verästelter, körniger Schleimfäden wahrnehmen, welches entweder nur die Innenwand des Cellulose-Schlauchs überzieht, oder den wässerigen übrigen Zelleninhalt durchsetzt und in seiner ganzen Erscheinung, abgesehen von der mangelnden Bewegung, vollkommen dem veränderlichen Protoplasma-Netz in den *Tradescantia*-Zellen gleicht. In den einzelligen Schläuchen von *Caulerpa*, in der vorderen Aussackung des Embryosackes von *Pedicularis silvatica* ist sogar dieses Fadennetz in feste, starre Form übergegangen, indem die Protoplasma-Fäden entsprechende Cellulose-Fäden ausgeschieden haben. Diese merkwürdige „Verholzung“ der Protoplasma-Fäden, auf die wir unten zurückkommen, soll schon desshalb hier ganz besonders betont werden, weil sie das interessanteste Analogon in der „Verkieselung“ oder Kieselausscheidung der Protoplasma-Fäden vieler Radiolarien findet, die am auffallendsten bei *Litharachnium*, *Arachnocorys*, *Arachnosphaera* hervortritt. Mit vollem Rechte gewiss nehmen aber viele Botaniker an, dass jene eigenthümlichen Strömungserscheinungen auch allenthalben da vorhanden sind, wo wir bloß die Schleimfädenetze, aber nicht ihre Bewegung, wahrnehmen, und dass sie namentlich in dem Inhalte aller jugendlichen Pflanzenzellen dann vorhanden sind, wenn in dem Zelleninhalte, der anfangs nur eine den Kern einhüllende homogene Protoplasma-Masse darstellt, eine wässrige Flüssigkeit auftritt. Wie dieser wässrige Theil des Zelleninhalts, welcher in den jugendlichen Zellen ganz fehlt., dagegen die alten grösstentheils oder ganz erfüllt, zuerst in Form kleiner Wasserbläschen (Vacuolen) im zäh-schleimigen Protoplasma auftritt, dann aber so zunimmt, dass zuletzt nur das dünnfädige Schleimnetz in dem wassererfüllten, von dem Cellulosesäckchen umschlossenen Primordialschlauch übrig bleibt. ist bereits von Hugo Mohl trefflich dargethan¹⁾. Die lebenskräftige, noch nicht rückgebildete Pflanzenzelle, welche anfangs, nach ihrer Entstehung durch Abschnürung und Theilung des Primordialschlauchs der Mutterzelle, noch innerhalb der letzteren, einen nackten Protoplasma-Klumpen mit einem Kern darstellt, dann sich mit einer secundären Cellulosehülle (früher für die eigentliche Zellmembran gehalten) umgiebt, stellt später auf der Höhe ihres Lebens ein der Innenwand des Celluloseschlauchs eng anliegendes Säckchen dar, den aus Protoplasma gebildeten Primordialschlauch, welcher, abgesehen von verschiedenen wechselnden Einschlüssen, Chlorophyll, Amylum etc., eine wässrige Flüssigkeit und einen Zellkern umschliesst. Die stickstoffhaltige, eiweissartige Substanz des Primordialschlauchs, das zähflüssige, fadenziehende Protoplasma, zeigt während dieser Höhe-Periode des Zellenlebens wahrscheinlich beständig die oben ausführlich be-

¹⁾ Hugo Mohl, Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle. Braunschweig 1851. p. 42. irr, Centrum der jugendlichen Pflanzenzelle legt der Zellkern. Der übrige Theil der Zelle ist mit einer trüben, zähen mit Körnchen gemengten Flüssigkeit, Protoplasma, gefüllt. Diese mit Jod sich gelb färbende, von Alkohol und Säuren gerinnende Flüssigkeit enthält Eiweiss in reichlicher Menge. Vergrössert sich die Zelle, so wächst ihre Membran in weit stärkerem Verhältnisse ab der Zellkern. „Mit dieser Vergrösserung der Zelle bilden sich im Protoplasma unregelmässig vertheilte Lücken, welche anfänglich isolirt sind und sehr häufig auf eine täuschende Weise die Höhlungen von zartwandigen Zellen darzustellen scheinen, später dagegen unter einander vielfach zusammenfliessen; das Protoplasma ist nur auf der einen Seite in der Umgebung des Zellkerns angehäuft, auf der andern Seite überzieht es die innere Seite des Primordialschlauchs (- richtiger: „überzieht es als Primordialschlauch die innere Seite des Celluloseschlauchs, der secundären Zellmembran“ -) und diese beiden Ansammlungen stehen durch fadenförmige Fortsätze, welche bald einfach, bald verästelt sind, unter einander in Verbindung, so dass der Nucleus im Centrum der Zelle, wie an einem Spinnengewebe aufgehängt erscheint. Nun beginnt eine innere Bewegung im Protoplasma sichtbar zu werden. Anfänglich erkennt man keine bestimmte Ordnung in derselben; je mehr dagegen das Protoplasma aus der gleichförmigen Masse, welche es ursprünglich bildete, in die Form von Fäden übergeht, desto deutlicher lässt sich erkennen, dass jeder dieser Fäden einen dünneren oder dickeren Strom darstellt, welcher in dem einen Faden vom Nucleus zur Peripherie fliesst, dort umwendet und in einem anderen Faden zurückfliesst. Die Dicke, Lage und Anzahl dieser Fäden ist einer beständigen Aenderung unterworfen, aus welcher auf eine unzweifelhafte Weise hervorgeht, dass die Strömchen sich frei durch den wässerigen Zellsaft bewegen und nicht in häutige Canäle eingeschlossen sind.“

schriebenen wechselnden Bewegungen, indem die einzelnen Theilchen desselben (die Molekeln) Lage und Ort beständig ändern¹⁾.

Die Uebereinstimmung des Protoplasma der Pflanzenzellen und der Sarkode der Rhizopoden in physikalischer und chemischer Beziehung und ebenso die völlige Uebereinstimmung in ihren beiderseitigen Bewegungserscheinungen ist also als festgestellt zu betrachten und es bleibt nur die Frage zu erledigen, ob auch die Ursache der Bewegung bei Beiden dieselbe ist. Was die Rhizopoden betrifft, so ist bisher noch kein glücklicher Versuch gemacht worden, die Bewegungen derselben anders, als aus der Contractilität der Substanz selbst zu erklären, und es dürfte in der That schwerfallen, nach allem bisher Gesagten hier eine andere Ursache supponiren zu wollen. Annahmen, wie die, dass die Körnchen mittelst Wimpern oder anderer Organe auf den Fäden umhergetrieben werden, dass die Pseudopodien aus Muskeln etc. zusammengesetzt seien, bedürfen keiner Widerlegung. Wir dürfen die Contractilität der Sarkode ohne alle Bedenken als einzige Ursache der Bewegungen bei den Rhizopoden hinstellen. Dagegen haben die meisten Botaniker nicht daran gedacht, das Protoplasma der Pflanzenzellen als contractil anzusehen. Meyen fasste die Bewegung desselben als eine active Ortsveränderung der in der Grundmasse suspendirten Körnchen auf, Amici sah als ihren Grund eine elektrische Spannung dieser Körnchen an, C. H. Schultz-Schultzenstein erblickte in den Protoplasma-Strömen ein eigenes Gefässsystem. Ebenso unrichtig war die Erklärung derselben durch endosmotische und exosmotische Ströme oder durch Wimpern im Innern der Zellen. Die meisten bedeutenden Botaniker verzichteten daher lieber auf eine Erklärung vorläufig ganz. Doch finde ich eine Andeutung, dass die Bewegung in dem Protoplasma selbst zu suchen sei, bereits bei Schacht, welcher dem Stoffwechsel den Hauptantheil daran zuzuschreiben geneigt ist²⁾. Dass die Protoplasma Strömung von der Zellwand unabhängig sei, hatten bereits Gozzi und A. Braun experimentell bewiesen. Ersterer unterband die langen Zellenschläuche der *Nitella* in der Mitte, und fand, dass der Strom nicht stille stand, sondern in jeder Hälfte seinen eigenen Kreislauf beschrieb. A. Braun bewirkte durch einen endosmotischen Strom von Zuckerwasser ein Zurückziehen des Primordialschlauchs

¹⁾ Die Richtung und Geschwindigkeit der Protoplasma-Bewegung, welche durch die in dem Protoplasma suspendirten Körnchen meist sehr deutlich angezeigt wird, ist in den verschiedenen Pflanzenzellen den mannichfachsten Differenzen unterworfen. Im Ganzen kann man in der Conformation des Stromnetzes, je nach der parietalen oder centralen Lage des Zellkerns, besonders 2, jedoch nicht durchweg scharf zu trennende Typen unterscheiden. Im ersten Falle, wenn der Kern der Innenwand anliegt, also in der Substanz des Primordialschlauchs, bewegt sich der letztere in toto, als zusammenhängendes geschlossenes Säckchen an der Innenwand des Celluloseschlauchs, so dass im Profil (d. h. in der gewöhnlichen Durchschnittsansicht der Zelle) der Anschein entsteht, als bewege sich ein starker Strom an der einen Seite der Zelle herauf, an der anderen herab. Der Kern wird dabei gewöhnlich selbst sichtlich von der strömenden Flüssigkeit mit fortgerissen. Diese Strömungsform findet sich namentlich in den grossen Zellen vieler Wasserpflanzen, der Characeen, Najadeen und Hydrocharideen. Im zweiten, gewöhnlicheren Falle, bei meistens centraler oder wenigstens nicht wandständiger Lage des Kerns, findet sich das vielfach beschriebene, den wässrigen Zellsaft durchziehende Fadennetz, welches vom Kern ausstrahlt und in dem Primordialschlauch seine peripherische Ausbreitung erreicht. Beide Formen der Saftströmung sind durch Uebergänge verbunden und die hauptsächliche Ursache ihrer Verschiedenheit dürfte vielleicht in der erörterten verschiedenen Lage des Zellkerns zu suchen sein, welcher, für das Leben der Zelle nicht minder wichtig, als das Protoplasma selbst, für viele Erscheinungen des Zellenlebens jedenfalls als der Centralheerd seiner Thätigkeit anzusehen ist und offenbar auf die Richtung der Protoplasma-Bewegung von grösstem Einflusse ist. Als wesentliche Erscheinung ist das Factum festzuhalten, dass zu einer gewissen Lebenszeit das Protoplasma wohl aller Pflanzenzellen Bewegungserscheinungen zeigt, welche von den Strömungsphänomenen der Rhizopoden-Sarkode sich durchaus nicht unterscheiden lassen.

²⁾ H. Schacht, die Pflanzenzelle. Berlin 1852. p. 340. „Die Protoplasma-Ströme können keine Folge der Endosmose sein, es sind Erscheinungen, welche dem Protoplasma selbst angehören; das letztere ist, wie ich mit Sicherheit behaupten möchte, das eigentlich Belebende der Zelle; das Protoplasma und der Primordialschlauch sind die erste Veranlassung zur Bildung neuer Zellen, das Protoplasma verarbeitet die den Zellen dargebotenen Stoffe, es veranlasst sowohl die Bildung des Zellstoffs aus anderen Kohlenhydraten, als auch die Abscheidung desselben in Gestalt der primären Membran oder als deren Verdickungsschichten; es veranlasst die Bildung des Stärkemehls und anderer assimilirter Stoffe, es muss demnach in stetiger Bewegung sein. Das Strömen des Protoplasma vom Zellkern zum Primordialschlauch ist, wie mir scheint, nur eine Erscheinungsweise dieser Thätigkeit. Der eigentliche Zellsaft verhält sich passiv, während das Protoplasma ihn strömend durchzieht, und, selbst in beständiger Veränderung begriffen, eine Umsetzung der im Zellsaft vorhandenen Stoffe herbeiführt.“