

www.e-rara.ch

Die Radiolarien (Rhizopoda Radiaria)

Haeckel, Ernst

Berlin, 1862-1888

ETH-Bibliothek Zürich

Shelf Mark: Rar 3053

Persistent Link: <https://doi.org/10.3931/e-rara-16929>

Il A. Der Körperbau der Radiolarien.

www.e-rara.ch

Die Plattform e-rara.ch macht die in Schweizer Bibliotheken vorhandenen Drucke online verfügbar. Das Spektrum reicht von Büchern über Karten bis zu illustrierten Materialien – von den Anfängen des Buchdrucks bis ins 20. Jahrhundert.

e-rara.ch provides online access to rare books available in Swiss libraries. The holdings extend from books and maps to illustrated material – from the beginnings of printing to the 20th century.

e-rara.ch met en ligne des reproductions numériques d'imprimés conservés dans les bibliothèques de Suisse. L'éventail va des livres aux documents iconographiques en passant par les cartes – des débuts de l'imprimerie jusqu'au 20e siècle.

e-rara.ch mette a disposizione in rete le edizioni antiche conservate nelle biblioteche svizzere. La collezione comprende libri, carte geografiche e materiale illustrato che risalgono agli inizi della tipografia fino ad arrivare al XX secolo.

Nutzungsbedingungen Dieses Digitalisat kann kostenfrei heruntergeladen werden. Die Lizenzierungsart und die Nutzungsbedingungen sind individuell zu jedem Dokument in den Titelinformationen angegeben. Für weitere Informationen siehe auch [Link]

Terms of Use This digital copy can be downloaded free of charge. The type of licensing and the terms of use are indicated in the title information for each document individually. For further information please refer to the terms of use on [Link]

Conditions d'utilisation Ce document numérique peut être téléchargé gratuitement. Son statut juridique et ses conditions d'utilisation sont précisés dans sa notice détaillée. Pour de plus amples informations, voir [Link]

Condizioni di utilizzo Questo documento può essere scaricato gratuitamente. Il tipo di licenza e le condizioni di utilizzo sono indicate nella notizia bibliografica del singolo documento. Per ulteriori informazioni vedi anche [Link]

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 kugelförmig, 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 welcher 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

gesamte 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, vorkommen, in allen andern Organismen aber vermisst werden, so lässt sich schon hieraus schliessen, dass die in Rede stehenden pelagischen Gallertmassen ebenfalls der Thierklasse 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 nach der Oberfläche der ganzen Gallertmasse gerichtet 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 anderen Gallertmassen ist jede Kapsel sammt ihrem Mutterboden und den gelben Zellen, statt von einem Hofe von Spicula, von einer durchlöcherten, 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 *socialia*, 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, wasserhellen Blasen, wie bei den Polyzoen, auch hier die Hauptmasse des Thieres ausmachen, dass ähnliche gelbe Zellen, wie sie dort in der 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 Pseudopodien gehen 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 Gestaltenreichtum 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 variirt, hinsichtlich der mathematischen Regelmässigkeit, welche sich in Zahl, Form und Zusammensetzung der Skeletttheile überraschend consequent durchgeführt findet, und endlich hinsichtlich der ungemeinen 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 bilateral-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 Echinodermenlarven 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 *Sphaerocozum* 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 todte Thiere aus der Gattung *Acanthometra*. Trifft man dieselben lebend, was seltener in gewöhnlichem Mulder der Fall ist, so fehlt die Gallertkugel, 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 (*Spongospaeriden*, *Spongodisciden*, *Spongoeycliden*). 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.) sich ganz analog verhalten (*Coccodisciden*, *Trematodisciden*, *Discospiriden*).

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 *Sphaerzoum* 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 abgeschnürte 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 Radiarien-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; anderntheils 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 Spur einer Skeletbildung. Bei allen übrigen sind Hartgebilde, theils blos 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.

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

Als das chemische Substrat aller Radiarienskelete galt bisher allgemein die Kieselsäure, wie man auch die Polythalamischalen 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 fehle, und durch kleine Plättchen aus 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 auffallende 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 fast 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 durch 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 wochenlang 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 *Dorataspis*-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 organischen Substanz näher bestimmen konnte. Die Arten, bei welchen mit Bestimmtheit der theilweise oder völlige Mangel der Kieselerde constatirt werden konnte, sind: *Doraspis loricata*, *diodon*, *polyancistra*; *Acanthometra dolichoscia*, *compressa*, *sicula*, *quadrifolia*, *cuspidata*, *Claparedei*; *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 aus 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 *Doraspis 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 secundär 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 *Doraspis* 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 Basaltheil, 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 Zerstörung 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 auflösen 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 zahlreiche *Haliomma* (*H. erinaceus*, *H. capillaceum*), *Spongospaera streptacantha*, *Rhizospaera*, *Stylodictya*, *Euchitonia* etc. Während bei allen diesen Thieren nicht 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 *Doralaspis* 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 bloß 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 *Doralaspis* 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

¹⁾ Diese Conservationsflüssigkeit, welche zum Aufbewahren zarter pelagischer Thiere nicht genug empfohlen werden kann, war zusammengesetzt aus 4 $\frac{2}{3}$ Kochsalz, 2 $\frac{2}{3}$ 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.

Schalen und Stacheln vieler Haliommen etc. Nur eine einzige Ausnahme davon findet sich: *Doraspis 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 parallelen 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 *Thalassoplaneta morum*, wo die drusenartigen Spicula bisweilen stahlblau sind und dann 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*, *Doraspis polyancistra*, *Spongosphaera streptacantha*, dann das peripherische Schwammskelet 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

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 Cyrtiden 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.

die soliden, langen, nadelförmigen Stacheln von *Acanthometra elastica*, *Acanthochiasma Krohnii* (Taf. XIX, Fig. 7), *Rhaphidococcus acifer*, *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 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, tangentiale 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⁾.

¹⁾ Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes, Genève 1858—59, p. 458; Pl. XXIII, Fig. 1—6.

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 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 Kieselskeleten 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 lebhafte 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, sämmtliche 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 kohlensaurem Kali. Dann setzte ich wieder einen Tropfen Schwefelsäure hinzu, und die nun erfolgende lebhafte Entwicklung von Kohlensäure füllte alle Röhrrchen 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 vielmals wiederholten Experiments für den sichersten Gegenbeweis, da der fragliche Canal doch gewiss nicht feiner, als die äusserst engen Röhrrchen 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 *Spongosphaera*, 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 hervortreten 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 verlängert.“ 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 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 Anlageungsfläche 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 contourirte 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 sämtlicher Acanthometriden und Ommatiden sind durchaus solid, ohne Spur eines inneren Hohlraums.

1B. Gestaltung des Skelets.

Nach der allgemeinen Betrachtung der chemischen, physikalischen und histologischen Beschaffenheit des Radiolarienskelets 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, als 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 Weichkörpers, 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 *Sphaerozoum Italicum*, bei welchem sämtliche *Spicula* stets nur einfache, lineale, glatte, nach beiden Enden zugespitzte Nadeln, meist mehr oder minder verbogen, darstellen. Auch *Thalassoplancta carispicula* 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 *Sphaerozoum 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 *Sphaerozoum orodimare* 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 Krystalldrusen 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 Kieselcylinder 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 ganze 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 Knotenpunkt 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 nach 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 Incinanderfügung 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*, *Amphilouche*, *Acanthostaurus*, *Xiphacantha*, *Lithoptera*, welche zusammen den Tribus der Acanthostauriden oder der Acanthometren im engeren 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 Radiolarien 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, als 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 unschätzbare 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 unversehrt 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 parallelisiert 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 vergleichen- den 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 c^1 und c^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 mittlerer Gürtel mit 6 Stacheln, welche in einer und derselben Meridianebene liegen; es

1) Diese Ansicht 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*.

2) 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*.

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 $\frac{1}{4}$ 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 sphäroider 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 bedecken, auszeichnen. Dies gilt für beide Tribus der Ethmosphaeriden, sowohl für die Heliosphaeriden mit einfacher, als für die Arachnosphaeriden mit mehrfach concentrisch zusammengesetzter Gitterschale. Unter jenen springt das Verhältniss bei *Heliosphaera echinoides* und *elegans*, 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 Ommatidenfamilie 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, gehen 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 bloß 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 spreizende 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, Taf. V, Fig. 5—8) und *Haliommatidium Muelleri* (Taf. XXII, 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 einen Ecke sich in den offenen Winkel zwischen 2 Tafeln zweier benachbarter Polarstacheln

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.

einschiebt. 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.

Gehäusartig 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 blos 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 beschalten 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 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

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

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 beschalten 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 beschalten Radiolarien entfernt, die alle netzförmig durchbrochene Kieselgehäuse besitzen, ist die solide, von keinerlei Löchern durchbohrte Kieselchale. Indessen erscheint diese weniger als 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 gesplattene 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 ausgehen, 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 durchlöchernde 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 versehenen Panzer der Cyrtiden

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 Caltanissetta 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.

gegeben, indem eine untere Mündung des Gehäuses (die einfache Oeffnung des Ringes) einem oberen übergitterten Gewölbe gegenüber steht. Es ist also bereits eine bestimmt ausgesprochene Axe mit 2 verschieden 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 kuppelförmig 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 Kammer-scheibe stellt die Discidenfamilie, welcher dieser Skeletbau allein zukommt, in Bezug auf regelmässige

Gliederung der Skeletabtheilungen an die Spitze aller beschalteten Radiolarien. 4) Spongoidschalen: Gittergehäuse sehr vielgestaltig, eine flache Scheibe, wie bei den Disciden, oder ein kugelliger Körper, wie bei den Sphäroiden, immer aber ganz oder theilweis von schwammiger Structur, aus unregelmässig gehäuft 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 *Siphonosphaera* 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 *Acanthosphaera*, 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 *Acanthosphaera*, 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 Muelleri*, 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 unregelmässig 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

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

zeichnen wieder die Schale von *Collosphaera* aus. Eben solche finden sich bei *Rhaphidococcus simplex*, und an der äusserst zarten centralen Kieselschale von *Coelodendrum*. Auch die zum Theil sehr weiten Maschen der Netzschele 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 acifer*; 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 Muelleri*, 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 Spongosphaeriden. Bei der zur Reihe der Ectolithia gehörigen Arachnosphaeriden liegen sämtliche Gitterschalen ausserhalb der Centralkapsel; bei allen übrigen genannten Unterfamilien, die sämtlich in die Reihe der Entolithia gehören, sind die innerste oder die beiden innersten oder sämtliche 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 umgebenden 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, Spongosphaeren etc. „Kern, Nucleus“; wir vermeiden diesen Ausdruck, der durch seine allzu- ausgedehnte 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 Zellkern. 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

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.

bei *Heliosphaera*, und ist immer verschieden von der äusseren Gitterschale gewebt. Die äussere Netzkugel von *Diplosphaera* ist aus sehr grossen, regelmässigen, rechteckigen Maschen, mit äusserst feinen, elastischen Fäden dazwischen, zusammengesetzt; die (3—5) äusseren Kugeligitter 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 gröberen 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 zusammenstossenden 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 Centralkapsel eingeschlossen sind. An der doppelten Mark-

schale, 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 *Heliodiscus* und bei *Didymocyrtis*. In der Form ihrer Maschen und Balken entsprechen sie meist der Rindenschale; so sind die Löcher der Markschale von *Haliomma capillaceum* 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 unregelmässige 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 Skeletbetrachtung mit den Stacheln der übrigen Radiolarien zusammen in's Auge fassen.

Die Markschaln der Coccodisciden und Spongosphaeriden, 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 bloss 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 Actinomatiden verhalten, so bei *Rhizosphaera*, *Spongosphaera*, *Dictyosoma* unter den Spongosphaeriden, 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

¹⁾ κύρτος, ὁ oder κύρτη, ἡ; das geflochtene Körbchen, die Fischreuse, der Vogelbauer.

53 andern Polycystinen gegenüberstehen, mithin die Zahl der letztern um mehr als das Vierfache übertreffen. Gegen diese Masse fossiler Cyrtiden, die nachher noch sehr vermehrt 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 Basal- 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 Zygocyrtiden (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 obern 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 Formenreichthum 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 *Cladospyris* 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 besondern 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 Stachel-

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

fortsätze ist *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 übergittert, 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 cranoides*. 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 zusammengehäuft 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 construirt, 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 Kieselerde der Radiolariengehäuse 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 kohlensaure 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 Convergenz 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 *Lithocyclia* und *Stylocyclia*, 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 den 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 Wachstums. 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 Wachstums werden unten näher beschrieben werden.

Die hauptsächlichsten 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 Kammerreihen 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 Kammerringen 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 sämtlicher 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 sämtlicher 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 *Perichlamyidium* verhalten sich die beiden Deckplatten insofern sehr eigenthümlich, als sie im peripherischen Wachsthum 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 *Stylocyelia* 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 dass nur der innere Theil der Scheibe unversehrt bleibt, während vom äusseren nur die, gewöhnlich nach aussen keulenförmig verdickten, 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 von *Hymeniastrum* unter den Coccodisciden und von *Histiastrium* 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 Spongospaeriden 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*, *Histiastrium* etc. angedeutet.

An die Schilderung der Discoidschalen schliessen wir anhangsweise die Beschreibung eines sehr eigenthümlichen Radiolars an, welches durch seine complicirte Gehäusbildung sich von 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 entzählenden 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 hervorstrahlen. 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 Spiralsbalkens und mithin die meisten Kammern; die Zahl derselben nimmt ab nach 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 Verhältniss 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 Gehäusedurchmessers 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. XII, 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 Rinden-

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

schale sind hier die extracapsularen Verlängerungen der Radialstäbe durch ein feines Kieselgespinnst verbunden, 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 *Spongosphaera* 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 *Spondictyum* 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. *Spondictyum* 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 Spondisciden, 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 *Spondictyum trigonizon*, *Spongosphaera streptacantha*, gehören zu den grössten monozoen Radiolarien mit ausgebildetem Kieselskelet, insbesondere unter den Entolithen.

Bei den beiden Tribus der Spongocycliden und Spondisciden 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 Spondisciden (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 Spongoidgehäuse 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 unvollkommen geschlossen, wie im Inneren der Schwammscheibe. Doch ist es von Interesse, dass auch bei einigen Disciden ein Theil des Skelets 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 *Hymeniasstrum* unter den Coccodisciden. Bei der ersteren zunächst stehenden *Euchitonia* überwuchert dieses lockere Rindengespinnst 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 übereinander 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 *Spongocyclia* 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 Anhängen an der Mittelscheibe, finden sich auch bei der Spongodisciden-Gattung *Spongotrochus* und bei der Spongocycliden-Gattung *Stylospongia*, welche *Stylocyclia*, *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 gruppiert. 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 Anhängen 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 *Hymeniasstrum* 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>Lithocyclia</i>	<i>Stylocyclia</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>Spongocyclia</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*, *Spongocyclia*, *Trematodiscus*, *Discospira*, *Lithocyclia*. 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 besondern 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 der Schale ausgezeichnet sind, mögen hier *Robulina calcar*, *Robulina echinata*, *Polystomella regina*, *Polystomella 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 Durchmessern oder Hauptaxen 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 (Hauptaxen) 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 Durchmessern liegen. *Tetrapyle octacantha* ist ausgezeichnet durch 8 lange Dornen, welche symmetrisch zu je 4 von den Spaltenrändern der beiden Schalseiten 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 ausgeprägt, 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 Radiolariengehäuse 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 acufer*, 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 elastica*, *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 Nebenchstacheln 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 flügelartig verbreiterten Kanten versehen, 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 Spongospaeriden, so bei *Rhipidococcus 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 spiralig 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 zugespitzt 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 furcata*, wo der Stachel ganz die Form einer zweizinkigen Gabel hat¹⁾. Noch

¹⁾ Die verschiedenen Formen dieser zweizinkigen 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 zweizinkigen Schnäbel der Früchte der verschiedenen Arten von *Carex*.

weiter geht die Spaltung bei *Acanthometra dichotoma* 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 Gesamtoberfläche 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 blos 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 gröbern 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 Centralkapsel glatt und unversehrt aus der umschliessenden, in sich fest zusammenhängenden Gallerthülle herausschälen, 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 auffallender 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 allernumfangreichsten 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^{mm} zurückbleibt. Die kleinste Centralkapsel von allen fand ich bei *Zygostephanus*, wo sie nur 0,025^{mm} im Durchmesser hatte.

Die Form der Centralkapsel ist in sehr vielen Fällen rein kugelig, so namentlich bei allen Colliden, Ethmosphaeriden, Cladococciden, den meisten Acanthometriden, Ommatiden, Spongosphæriden 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. 2, 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 dann 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. XXVII, Fig. 1). Bisquitförmig in der Mitte eingeschnürt, entsprechend der ringförmigen Schalenstrictur, erscheint die Kapsel bei *Diploconus* (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 desshalb 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 Skelettscheibe 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 ausstrahlenden 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 ausfüllt. Als Beispiele, bei denen die Schwefelsäure auf diese Weise treffliche Dienste leistete, sind die rothen Arten von *Haliomma*, *Actinomma*, *Spongospaera*, viele Arten von *Acanthometra*, *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 Central-

kapsel, 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 $0,008^{\text{mm}}$, selten mehr (bis $0,01^{\text{mm}}$) oder weniger (bis $0,005^{\text{mm}}$) 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. Seltener 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 $0,001^{\text{mm}}$ 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 krystallartiges Gebilde und ausserdem kleine Fetttröpfchen 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, wenngleich 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 Lücken 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 Zer-

drücken 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 granulirte 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 nachweisbar 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 zusammengefügt 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 hellen 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, farblosen, 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 Sarkode-Centrum, als Ausgangspunkt der strahlenden Fadenmasse zu betrachten sei, zumal auch ihre Wand bei einigen, wie bei *Thalassolampe*, bisweilen bei *Thalassicolla*, und insbesondere deutlich bei *Physematium*, von Porencanälen durchsetzt ist. Doch scheint die allerdings fast noch ganz unbekannte 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 hydrostatisches 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 schmutzigroth 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*, *viminalis*) 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 *Haliommatidium 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 Gewebselemente 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*, *Aulacanth*en 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 Zellkern 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 zackig-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 spindel-stäbchenförmig, 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 centripetalen 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

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.

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, flockig-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 aller 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 contourirte, 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.

h) 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-gliedrigen 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 dem 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 *Sphaerzoum 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*, *Sphaerzoum italicum*, *S. orodimare* 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 blos bei denjenigen grossen Monozoen statt, wo die Kapsel von einer voluminösen Alveolenhülle umgeben ist (*Thalassicolla*, *Aulacantha*), sowie bei sämtlichen 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 toten 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 meisten 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 *Sphaerocoum*, *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. aciferum*, die nur wenige, aber sehr grosse Einzelthiere enthielten, um jede Centralkapsel 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 Spongosphaeriden, 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, Ethmosphaeriden 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^{mm} und 0,025^{mm}, hält sich aber gewöhnlich zwischen 0,008^{mm} und 0,012^{mm}. Gelbe Zellen von 0,015—0,025^{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^{mm} beträgt; dagegen erreicht er bei den Cladococciden und Spongosphaeriden gewöhnlich nur 0,008^{mm}. Auch bei den meisten Ethmosphaeriden und Ommatiden hält er sich gewöhnlich zwischen 0,005^{mm} und 0,01^{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 Zellendurchmessers beträgt, also zwischen 0,002^{mm} und 0,01^{mm}, meistens 0,004^{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 Centrakapsel, 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 Centrakapseln 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 Centrakapsel 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 Erfolge 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 umgiebt 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 Zelleninhalts-theilung 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 im 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 Zellennatur 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*, *Thalassoplaneta* und *Coelodendrum*. Das extracapsulare Pigment ist aufs innigste mit der Sarkode des Mutterbodens verbunden und umschliesst mit dieser entweder die gesammte Centralkapsel (*Thalassicolla nucleata*, *Aulacantha*) oder nur einen Theil derselben (*Thalassoplaneta*, *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

1) J. F. Stein, der Organismus der Infusionsthier. 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.

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 gröberen, 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 $\frac{1}{4}$ oder $\frac{1}{3}$ 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 *Thalassoplaneta* 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“ (Einzelthiere) 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 *Thalassicolla 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 Sarkodemassen, 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 Volum 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 vorläufig 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 von 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, verschieden 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 Thatfachen: 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 fein, 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. I, 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 Bewegung der sie umgebenden Sarkodetheilchen nicht denkbar ist und dass lediglich in den letzteren, in der Contractilität der Sarkode, die Ursache aller Bewegungserscheinungen des Radiarien-, 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 aller 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 Urschubstanz, 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 Organismus 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

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.

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, Elektricität, chemische Agentien, wirken erregend auf den Saftstrom.“

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 Bewegungser-

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 kohlen-saurem Kali, sowie in Alkohol und Salpetersäure gerinnend zusammenschrumpfe, 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* bewegten.“ — „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 Diösmose, 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.

scheinungen 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 inhärenten 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 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

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 hervorgestreckten 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 Staubfadenhaaren 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 Staubfadenhaaren 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 an 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 Zellkern 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.

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 Protoplasmaklumpchen 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 Protoplasmaklumpchens 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 Protoplasmaklumpchen 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 Protoplasmaklumpchen 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 Klumpchen 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 Protoplasamassen 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 be-

stimmter 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 Protoplasmamasse 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 Thatfachen 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 hinter dieser anscheinend einfachen, structurlosen Sarkodesubstanz eine complicirtere Organisation versteckt sei. Obwohl Claparède selbst bei einem

¹⁾ Schultz-Schultzenstein, die Cyclose des Lebensaftes in den Pflanzen, p. 293.

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

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 Zellenkern 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 entgegentreten, 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 feinere 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 Molusken 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 Zellenaggregates 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 vorauszusetzen, 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 Staubfadenhaare 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 Amöbiden und Arcelliden) 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 anderen 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 modificirten 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 Staubfadenhaare 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 bemerk-

bar wurden, wo aber dennoch ihre Existenz mit vollem Rechte sich aus der Uebereinstimmung der ganzen Reihe annehmen lässt. So lebhafte und mannichfaltige Bewegungen des Protoplasma, wie in den Zellen der Staubfadenhaare 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 Kiesel-ausscheidung der Protoplasma-Fäden vieler Radiolarien findet, die am auffallendsten bei *Litharacnium*, *Arachnocorys*, *Arachnosphaera* hervortritt. Mit vollem Rechte gewiss nehmen aber viele Botaniker an, dass jene eigenthümlichen Strömungserscheinungen auch allenthalben da vorhanden sind, wo wir blos die Schleimfädennetze, 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 zähschleimigen 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-Pe-

¹⁾ Hugo Mohl, Grundzüge der Anatomie und Physiologie der vegetabilischen Zelle. Braunschweig 1851. p. 42. Im Centrum der jugendlichen Pflanzenzelle liegt 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 als 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.“

riode des Zellenlebens wahrscheinlich beständig die oben ausführlich beschriebenen 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 schwer fallen, nach allem bisher Gesagten hier eine andere Ursache supponieren 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 hauptsächlichste 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.“

von der Zellwand, ohne dass die Strömung aufhörte. F. Cohn gebührt jedoch das Verdienst, zum ersten mal die Contractilität des Protoplasma auch der Pflanzenzellen mit Bestimmtheit behauptet und daraus seine Bewegungsphänomene abgeleitet zu haben. Diese Hypothese, die dann von F. Unger und M. Schultze weiter ausgebaut wurde, und die zugleich für die gesammte Zellentheorie von der grössten Bedeutung ist, steht zur Zeit als die einzige Erklärung der beschriebenen Erscheinungen da, der sich keine haltbaren Gegengründe entgegen stellen lassen. Dieselbe würde unzweifelhaft bewiesen sein, wenn es gelingen sollte, das Protoplasma auch aus den Pflanzenzellen zu isoliren, und an der freien, hüllenlosen Substanz noch dieselben Bewegungen zu beobachten, welche sich dann vielleicht ganz ähnlich wie die der Rhizopoden gestalten würden. Ich habe vielfache Versuche in dieser Beziehung angestellt, indem ich Staubfadenhaare verschiedener Arten von *Tradescantia* (*virginica*, *discolor*, *procumbens*) mit einem scharfen Rasirmesser möglichst zerkleinerte, in der Hoffnung, aus den zerschnittenen und zertrümmerten Zellen durch einen glücklichen Zufall Protoplaststücke zu isoliren, die noch bewegungsfähig wären. Indess scheint die hiermit nothwendig verbundene Erschütterung so vernichtend auf die Lebensfähigkeit des Protoplasma zu wirken, dass ich niemals derartige Bewegungen, wie sie im Innern der Zelle in solcher Energie und Mannichfaltigkeit jederzeit sichtbar sind, an den isolirten Protoplaststückchen mit Sicherheit wahrnehmen konnte. Die isolirten Zellkerne waren meist mit einem grösseren oder kleineren Protoplasthohle von sehr zarten, unregelmässigen Contouren, mit rundlichen Ausbuchtungen, zuweilen auch verästelten Ausläufern umgeben. Einen Formwechsel konnte ich daran ebenso wenig als eine Fortbewegung der in der Grundmasse zerstreuten Körnchen wahrnehmen. Nur zeigten die letzteren meist mehr oder minder lebhaft tanzende Molecularbewegung. Die Beobachtung war meist deshalb sehr schwierig, weil sich das Lichtbrechungsvermögen der isolirten Protoplaststückchen nur wenig von dem des umgebenden Wassers unterschied und der Contour schwer zu bestimmen war. Man darf auch wohl im Voraus am Gelingen derartiger Versuche wenigstens bei den *Tradescantia*-Haaren zweifeln, wenn man bedenkt, wie schon geringer Druck, Faltung der starren Zellwand etc. auf das Protoplasma durch die Erschütterung zerstörend einwirken. Die zarten Pseudopodien der meisten Radiolarien verhalten sich in dieser Beziehung ganz analog. Mit günstigerem Erfolge liesse sich der Versuch vielleicht bei *Nitella* wiederholen, welche zu beobachten mir die Gelegenheit fehlte. Aber auch, wenn auf diesem Wege der directe Beweis für die allgemeine Contractilität des pflanzlichen Protoplasma nicht geführt werden sollte, wird sich ohne Zweifel auf andere Weise die Richtigkeit dieser Anschauung darthun lassen. Vielleicht genügt dazu schon ein weiteres Studium der Myxomyceten, welche ja selbst in ihrer Jugend nur freie Protoplasma-Klumpen darzustellen scheinen, und dann in der That ganz wie Amöben sich verhalten. Dass nicht auch an anderen Pflanzenzellen die Contractilität des Protoplasma sich durch Production ähnlicher Pseudopodien, wie bei den Rhizopoden, äussert, ist ohne Zweifel, wie schon mehrfach hervorgehoben ist, nur dem Umstande zuzuschreiben, dass die allermeisten Pflanzenzellen¹⁾ sich schon in frühester Jugend mit

¹⁾ Wie aus diesen Bemerkungen hervorgeht, schliesse ich mich in Bezug auf die ursprüngliche Natur der organischen Zelle, sowohl der thierischen, als der pflanzlichen Zelle, ganz der von Max Schultze in den beiden citirten Aufsätzen durchgeführten Ansicht an, dass zum Begriff der Zelle wesentlich und nothwendig nur ein Protoplast-Klumpen mit einem eingeschlossenen Kern gehört, und dass die Membran der Zelle etwas nicht Nothwendiges, bloss Secundäres ist. Die wichtigsten thierischen Zellen, die Eizellen, und die aus deren Theilung (Furchung) hervorgehenden Embryonalzellen, aus denen sich alle Gewebe des Organismus aufbauen, ebenso viele andere Zellen das ganze Leben hindurch, sind nackte, hüllenlose Protoplast-Klumpchen, in deren Innerem ein Kern liegt. Die Bildung einer chemisch differenten Membran um dieselben ist nicht nur für ihr Leben nicht nothwendig, sondern sogar in vielen Fällen ein Zeichen beginnenden Rückschlusses, wie schon daraus hervorgeht, dass eine Zelle mit Membran als Ganzes sich nicht mehr theilen kann. Ganz ebenso verhält es sich mit der Pflanzenzelle, welche ursprünglich, als sogenannter Primordialschlauch, der Membran entbehrt und auch bloss ein Protoplastklumpchen um einen Kern darstellt. Uebrigens ist diese Ansicht auch schon früher, wenngleich nicht mit solcher Bestimmtheit, von verschiedenen Histologen (Botanikern und Zoologen) ausgesprochen, so namentlich von Leydig, welcher zwar die Analogie mit dem pflanzlichen Protoplasma nicht betont, aber ausdrücklich die Membran als etwas Secundäres, Unwesentliches und nicht Constantes erklärt: „Zum morphologischen Begriff einer Zelle gehört eine mehr oder minder

einer starren Cellulose-Membran umgeben, welche das Hervortreten von Fortsätzen hindert, und die Bewegungen des Protoplasma auf den Binnenraum des Celluloseschlauchs, der secundären Zelle, beschränkt. Anfänglich ist oft die Pflanzenzelle, wie die Thierzelle (insbesondere die primitiven Thierzellen, die Eier und die daraus entstehenden Furchungskugeln), auch nur ein einen Kern umschliessender Protoplasmaklumpen ohne Hüllmembran, und erst später wird sie von der starren Membran umschlossen, in der sie sich dann ähnlich wie eine encystirte *Amoeba* verhält.

Die Identität der Sarkode und des Protoplasma wird um so allgemeiner anerkannt werden, je allgemeiner ähnliche Bewegungen auch bei den thierischen Zellen werden nachgewiesen werden. Die Contractilität auch der thierischen Zellen hat sich durch die ausgedehnteren vergleichend-histologischen Untersuchungen der letzten Jahre so weit verbreitet herausgestellt, dass Kölliker mit Recht die Frage aufwirft, „ob nicht der Inhalt aller und jeder thierischen Zellen in dieser oder jener Weise Bewegungsphänomene darbiete?“ Aus einer neuerdings von demselben gegebenen Uebersicht¹⁾ der bisher an thierischen Zellen und Gewebelementen beobachteten Bewegungsphänomene ergibt sich bereits das überraschende Resultat, dass dergleichen eigentlich nur an den Nervenzellen und den Knorpelzellen bisher noch nicht wahrgenommen sind, was sich vielleicht bei den ersteren mit ihrer ausnehmenden Zartheit und leichten Zerstörbarkeit, bei den letzteren aber jedenfalls leicht durch die einschliessenden starren Knorpelkapseln (die Analoga der pflanzlichen Cellulose-Hüllen) motiviren liesse²⁾. Bei thierischen Zellen aus allen übrigen Geweben sind Bewegungen beobachtet worden, die, abgesehen von den Muskelcontractionen und den Bewegungen der Flimmerzellen und der Zoospermien (welche letzteren beide auch gerade so bei vielen Cryptogamen vorkommen), ganz mit den charakteristischen Bewegungen der Amöben übereinstimmen. Derartige Saftströmungen im Innern von Zellen, wie sie bei den Pflanzen so allgemein vorkommen, sind bei den Thieren nur selten bemerkt worden, woran zum Theil schon die durchschnittlich viel geringere Grösse der thierischen Zellen Schuld sein mag, zum Theil der Umstand, dass sie grösstentheils schon sehr früh ihre Selbstständigkeit verlieren und zu bestimmten Geweben sich verbinden. Selten findet man von einer starren Membran umschlossene Zellen, innerhalb deren das Protoplasma Strömungserscheinungen gleich den oben erörterten der Pflanzenzellen zeigt. Dies kommt vielleicht nur bei manchen Geweben aus der Bindegewebsgruppe vor. Grosse runde Zellen, in deren wasserhellem Inhalt sich ein sternförmiger, körniger Protoplasmahof rings um den wandständigen Kern bemerkbar macht, haben Semper³⁾ aus dem grosszelligen Bindegewebe von *Limnaeus stagnalis* und ich aus dem ähnlichen Bindegewebe von *Astacus fluviatilis* beschrieben⁴⁾. Doch waren in beiden Fällen die Ecken des kleinen Protoplasmahofes nicht in verzweigte und anastomosirende Ausläufer verlängert und keine Bewegung daran wahrzunehmen. Ich will nur hier beiläufig darauf aufmerksam machen, weil an diesen ausnehmend grossen und hellen, bei den Wirbellosen weit ver-

weiche Substanz, ursprünglich der Kugelgestalt sich nähernd, die einen centralen Körper einschliesst, welcher Kern („Nucleus“) heisst. Die Zellsubstanz verhärtet häufig zu einer mehr oder weniger selbstständigen Grenzsicht oder Membran und alsdann gliedert sich die Zelle nach den Bezeichnungen der Schule in Membran, Inhalt und Kern.“ (Leydig, Lehrbuch der Histologie, Frankfurt 1857, p. 9.)

¹⁾ Kölliker zählt in der neuesten Auflage seines Handbuchs der Gewebelehre, (Leipzig 1859) p. 38, folgende thierische Zellen als mit Contractilität begabt auf: 1) die Zellen der Leibessubstanz niederer Thiere (Hydren, Spongillen etc.); 2) den Inhalt der unbefruchteten oder befruchteten Eier (Dotter und Furchungskugeln); 3) die farblosen Blutzellen; 4) die Flimmerepithelien und verschiedene andere Epithel- und Drüsen-Zellen (Leber etc.); 5) Bindegewebszellen und gleichwerthige Pigmentzellen (auch die Parenchymzellen des Cellulose-Mantels der Tunicaten); 6) die verschiedenen Arten Muskelzellen; 7) die Samenelemente.

²⁾ Ausser den Nerven- und Knorpel-Zellen führt Kölliker auch noch die rothen Blutzellen als solche Zellen an, bei denen noch keine Bewegung gesehen worden. Indess ist hier dieselbe schon desshalb schwerlich zu erwarten, weil die rothen Blutkörperchen, mindestens zum grossen Theil, schon als rückgebildete Elemente anzusehen sind und den Kern, vielleicht auch das Protoplasma, eingebüsst haben.

³⁾ Zeitschr. für wiss. Zool. 1856. Taf. XVI, Fig. 3, a, c.

⁴⁾ Müllers Archiv 1857, p. 504, Taf. XIX, Fig. 20, f, g; Fig. 21.

breiteten Bindegewebszellen vielleicht am ersten ganz ähnliche Protoplasmaströmungen aufzufinden sein dürften, wie an den beschriebenen Pflanzenzellen. Die Bewegungen der farblosen Blutzellen, der Bindegewebs- und Pigmentzellen, der Eier und Furchungskugeln etc. bestehen wesentlich in partiellen Contractionen und in dem Aussenden und Einziehen wechselnder Fortsätze, ganz wie es bei den Amöben gewöhnlich geschieht. Mit demselben Recht, mit dem sich die Sarkodebewegungen der Radiolarien und Foraminiferen den netzförmigen Protoplasmaströmen in den Pflanzenzellen an die Seite stellen lassen, kann man auch die Sarkodebewegungen der Amöbiden und Arcelliden mit den amöboiden Formveränderungen der genannten thierischen Zellen in Parallele stellen. Vergleicht man unbefangen die eigenthümliche Art und Weise, in der die stumpfen, kurzen Fortsätze insbesondere von den farblosen Blutzellen der Wirbelthiere und von den ähnlichen Blutzellen der Wirbellosen in langsamer Strömung ausgehen, sich verästeln und wieder in die centrale Masse zurückgezogen werden, mit dem Ausstrecken und Einziehen der ganz gleichen Fortsätze der Amöben, so wird man nicht umhin können, die grösste Aehnlichkeit zwischen beiden Vorgängen zuzugestehen. Man wird aber versucht, dieselben nicht nur für höchst ähnlich, sondern für identisch zu halten, wenn man sich überzeugt, wie es mir vor einiger Zeit gelungen ist, dass die genannten Blutzellen ebenso wie die Amöben hüllenlose Protoplasma Klumpen sind und sogar, wie diese, feste Stoffe in sich aufnehmen können.

Die merkwürdigen, amöbenartigen Bewegungen der Blutzellen der Wirbellosen habe ich gelegentlich einer Schilderung der Gewebe des Flusskrebsses, bei dem die grossen Blutzellen sich besonders für diese Beobachtung eignen, ausführlich beschrieben und die dadurch bedingten Formveränderungen abgebildet¹⁾. Ich habe dann später dieselben Bewegungen, welche zuerst von Lieberkühn an den farblosen Blutkörperchen der Wirbelthiere entdeckt worden waren, ganz in derselben Weise an Blutzellen der verschiedensten Wirbellosen aus fast allen Klassen wieder gefunden, insbesondere bei zahlreichen Gliederthieren, Weichthieren, Würmern und Echinodermen²⁾, welche ich während meines Aufenthalts in Neapel und Messina vielfach hierauf untersuchte. Ich war früher geneigt, der herkömmlichen Annahme folgend, an diesen Blutzellen eine umschliessende elastische Membran anzu-

¹⁾ Müllers Archiv 1857, p. 510—514, Taf. XIX, Fig. 16, 17.

²⁾ Die Blutzellen der Echinodermen zeigen die merkwürdigen, amöbenartigen Bewegungen in der ausgezeichneten Weise. Ich habe dieselben wiederholt und längere Zeit, während meines Aufenthalts in Neapel, an verschiedenen Arten der Gattungen *Astropecten*, *Echinus* und *Holothuria* beobachtet. Bei allen diesen verschiedenen Repräsentanten von 3 Klassen des Echinodermenkreises verhielten sich die Blutzellen sowohl hinsichtlich ihrer Grösse, Form und Structur, als hinsichtlich der amöboiden Bewegungen im Allgemeinen sehr übereinstimmend. Frisch aus den grossen (unterbundenen!) Gefässen und aus dem Herzen der lebenden Thiere entnommen, und unmittelbar ohne Wasserzusatz unter das Mikroskop gebracht, zeigte jeder Blutropfen in der Regel eine sehr grosse Anzahl sternförmig strahlender und verästelter Amöbenzellen, welche sich meistens durch das Bestreben auszeichneten, zu grossen klumpigen Haufen mit einander zu verkleben. Nach kurzer Zeit erschien gewöhnlich die Mehrzahl der Zellen zu solchen dicken, rundlichen Klumpen zusammengeballt, in denen nur noch die Kerne die Anzahl der darin vereinigten Zellen anzeigten, während rings von den Klumpen zahllose feine Pseudopodien ausstrahlten. Isolirt man einzelne Blutzellen, so zeigen sie stets sehr deutlich einen länglich runden, stark lichtbrechenden, scharf contourirten, mit mehreren (4—12) dunkeln, glänzenden Körnchen besetzten Kern von 0,006—0,012^{mm} Länge, der von einem zarten und blassen homogenen Protoplasma Klümpchen umhüllt ist, das häufig ausserdem noch sehr feine Körnchen enthält. Der Kern wird immer in den Fällen, wo er nicht sofort von selbst in die Augen springt, durch Zusatz eines Tropfens Essigsäure sehr deutlich sichtbar. Von dem blassen, sehr schwach lichtbrechenden Protoplasma hofe strahlen entweder nach allen Richtungen, oder, sehr häufig, nur in der Richtung der Längsaxe des Kernes, oder nur gegen einen Pol desselben hin, eine wechselnde Anzahl, gewöhnlich zwischen 6 und 12, seltener nur 2 oder 3, häufig aber sogar 20 und mehr pseudopodienähnliche Fortsätze aus, welche ganz denen gewisser Amöben gleichen. Sowohl durch diese bedeutende Anzahl, als durch die Länge und die intensive Formveränderung der Fortsätze zeichnen sich die Blutzellen der genannten Echinodermen vor denen vieler anderer Wirbellosen aus. Der Durchmesser der ganzen Zellen mit den ausgestreckten Fortsätzen beträgt in der Regel zwischen 0,025—0,04^{mm}. Die Pseudopodien dieser Blutzellen sind meistens dünne Cylinder, oft fast fadenförmig und häufig mit kolbenförmig angeschwollenem oder gabelförmig verästelttem Ende. Zahl, Grösse, Form und Verästelung sind beständigem Wechsel unterworfen. Einige Zeit nach dem Austritt aus den Gefässen werden die amöboiden Bewegungen schwächer und hören endlich ganz auf; die Pseudopodien werden eingezogen, und die ruhenden (todten) Blutzellen liegen in dichten Haufen beisammen in dem geronnenen Plasma als kugelförmige, sehr blasser Zellen mit stark lichtbrechendem, dunkel contourirtem, rundem Kern.

nehmen, welche den Bewegungen des contractilen, zähflüssigen Zelleninhalts, in dem ein heller Kern und mehrere dunkle Körnchen fast immer zu unterscheiden sind, passiv nachfolge¹⁾). Allein im Verlaufe jener Untersuchungen habe ich mich überzeugt, dass eine solche umschliessende Zellmembran, mindestens an den Blutzellen der Wirbellosen, wahrscheinlich ebenso an den farblosen Blutzellen der Wirbelthiere, gar nicht existirt. Die Blutzellen der Wirbellosen sind hüllenlose Protoplastmalklumpen und können, mittelst ihrer eigenthümlichen Bewegungen, wie die Amöben, feste Stoffe in sich aufnehmen. Ich machte diese Beobachtung zuerst im Mai 1859 in Neapel an einer *Thetis fimbria*, welche ich behufs Untersuchung des Gefässsystemes mit in Wasser fein zertheiltem Indigo injicirt hatte. Als ich nach einigen Stunden die feineren Gefässe, die in dem durchsichtigen, gallertartigen Unterhautbindegewebe, insbesondere in den seltsamen auf dem Rücken des Thieres locker aufsitzenden Hautlappen²⁾ verlaufen, unter das Mikroskop brachte, war ich nicht wenig erstaunt, fast alle in denselben befindlichen Blutzellen mehr oder weniger dicht mit feinen Indigopartikelchen erfüllt zu finden. Die Blutzellen waren theils rundlich zusammengezogen, theils zeigten sie noch die verschiedenen, durch die amöboiden Bewegungen entstandenen Fortsätze; die feinen Indigotheilchen waren

Ich ergreife diese Gelegenheit, um auf eine höchst merkwürdige Erscheinung aufmerksam zu machen, welche ich gelegentlich dieser Untersuchungen in Neapel im Mai 1859 an Ophiuren mehrfach beobachtet habe. Unter den zahlreichen zierlichen Würmern und Nacktschnecken, welche die tangreichen Tuffelsen am Quai der Santa Lucia und am Castel del uovo bevölkern, fand ich an mehreren Tagen, nicht grade häufig, eine ungemein zierliche, sehr kleine *Ophiolepis*, welche ich bequem in einem kleinen Uhrschildchen mit Seewasser lebend bei starker Vergrößerung unter das Mikroskop bringen konnte. Als nun das Thierchen die sehr feinen, vollkommen durchsichtigen Ambulacralfüsschen seiner zierlichen Arme erigirte, sah ich zu meinem grössten Erstaunen den ganzen Hohlraum (Wassercanal) des Ambulacrums dichtgefüllt mit dunkel und scharf contourirten, kugeligen Bläschen von 0,004–0,005^{mm} Durchmesser und von gelber Farbe, welche durch die lebhaft wimpernde Bewegung an der einen Seite des cylindrischen Hohlraums in die kreisförmig abgerundete Spitze des Füsschens, auf der andern Seite ebenso zurück getrieben wurden. Der cylindrische flimmernde Hohlraum, welcher etwa das mittlere Drittel der gesammten Breite des Ambulacralfüsschens einnahm, und kurz vor der kreisförmigen Spitze in einen schmälern Hals blind endete, war so dicht mit diesen gelben Kugeln, deren etwa 3–4 auf die Breite des Hohlzylinders gingen, erfüllt, und die wirbelnde Wimperbewegung trieb dieselben in so raschem Strome auf der einen Seite aus dem vollkommen undurchsichtigen Arm in das ganz pellucide Füsschen, und auf der andern Seite wieder in jenen zurück, dass ich leider die nähere Beschaffenheit der kugelförmigen gelben Blasen nicht ergründen und mich namentlich nicht überzeugen konnte, dass es kernhaltige Zellen seien. Auch glückte es mir, trotz der grossen Masse, in der dieselben das ganze Ambulacralsystem erfüllen müssen, niemals, sie isolirt, durch Zerkleinern des Thieres, zur Anschauung zu bringen. Wer die ausserordentlichen, selbst von Johannes Müller nicht überwältigten Schwierigkeiten der Echinodermen-Anatomie aus eigener Erfahrung kennt, wird dies, noch dazu bei einem so kleinen Thiere, nicht wunderbar finden. Ich dachte natürlich zuerst daran, nur eine zufällige Erscheinung vor mir zu haben, anderen Organismen angehörige Zellen irgend welcher Art, die zufällig mit dem von aussen aufgenommenen Wasser in die Leibeshöhle der *Ophiolepis* und von da in das Ambulacralsystem gelangt seien. Allein diese Vermuthung wurde dadurch widerlegt, dass ich das überraschende Phänomen in allen nachher noch aufgefundenen Exemplaren, deren Zahl sich etwa auf ein halbes Dutzend belaufen mochte, an verschiedenen Tagen ganz in der gleichen Weise wiedersah. Es scheint mir also, will man überhaupt eine Erklärung versuchen, nichts weiter übrig zu bleiben, als die Annahme, dass diese gelben Bläschen die Blutzellen der *Ophiolepis* seien, wofür insbesondere ihre ganz constante und innerhalb sehr enger Grenzen variirende Grösse spricht. Daraus würde, entgegen der seit Tiedemanns Untersuchungen herrschenden Annahme, dass Blut- und Wassergefässsystem der Echinodermen ganz getrennt seien, der Schluss folgen, dass diese beiden Canalsysteme an irgend einer Stelle communiciren, und dass, ebenso wie bei den Mollusken etc., ein Theil des Blutes in die Wassergefässe trete und sich hier mit dem von aussen aufgenommenen Wasser mische. So sehr diese Annahme den bisher üblichen Anschauungen widerspricht, so ist mir dieselbe doch auch aus anderen Gründen sehr wahrscheinlich geworden, worüber ich an einem anderen Orte Ausführlicheres mittheilen werde.

¹⁾ l. c. p. 511. „Jede Blutzelle wird von einer klaren, sehr elastischen Membran umschlossen, welche wegen ihrer ausnehmenden Zartheit oft nur mit Mühe sich erkennen lässt. In der von ihr umschlossenen farblosen, hellen Zellenflüssigkeit schwebt mitten inne ein sehr klarer und durchsichtiger, aber scharf umschriebener, rundlicher Kern. Selten enthält er im Inneren ein oder einige Körnchen. Dagegen ist er rings umgeben und oft verdeckt von einer Anzahl (meist 50–80) kleiner, runder Körnchen, die nach ihrem dunkeln Glanze Fett zu sein scheinen.“ — „Die sehr veränderliche und vielleicht in stetem Wechsel begriffene gegenseitige Lagerung der den Kern umgebenden Körnchen scheint auf eine beständige Veränderung in der Anordnung der Moleküle hinzudeuten, welche die, jene umhüllende, klare, homogene Zellenflüssigkeit zusammensetzen.“ l. c. p. 513.

²⁾ Es sind dies jene eigenthümlichen Anhänge, welche früher als Schmarotzer (*Vertumnus thetidicola*) beschrieben wurden. Sie sind einfache Hautlappen, welche ganz die Structur der übrigen Körperhaut theilen.

theils nur einzeln, theils in grosser Menge in das Innere der Blutzellen eingedrungen, und hatten sich meistens dichtgedrängt im Centrum derselben rings um den hellen, länglich runden Kern angehäuft, den sie zum Theil ganz verdeckten; eine helle Randzone ringsum war meistens von ihnen frei. Am schönsten und deutlichsten sah ich die überraschende Erscheinung in den Extravasaten, die zahlreich das durchsichtige Gewebe durchsetzten; zugleich mit dem Blut war allenthalben die Injectionsflüssigkeit in die Zwischenräume der Gewebstheile ausgetreten und die Blutzellen erschienen überall mit Indigo erfüllt, der in dem Plasma sanguinis dazwischen sehr ungleichmässig vertheilt erschien. Hier gelang es leicht, einzelne Blutzellen in Menge aus dem Plasma zu isoliren und durch Umherbewegen derselben in zugesetztem reinen Wasser sich aufs Bestimmteste zu überzeugen, dass die Farbstoffkörnchen nicht etwa bloss äusserlich an der klebrigen Oberfläche der Blutzellen haften geblieben, sondern wirklich in das Innere derselben eingedrungen waren¹⁾. Ich wiederholte nun diese Injectionsversuche öfters und es gelang mir dabei wiederholt, die Aufnahme der Farbstofftheilchen selbst in das Innere der Blutzellen zu beobachten, welche ganz in der gleichen Weise wie bei den Amöben erfolgt. Die farblosen Blutzellen der *Thetis* sind relativ grosse, helle, hyaline Protoplasmaklumpchen, welche einen scharf umschriebenen, länglich runden Kern (meist von $\frac{1}{2}$ — $\frac{1}{4}$ ihres eigenen Durchmessers) und meist einige sehr feine und blasse Körnchen einschliessen. Sie schicken in der Regel zwischen 3 und 6, oft aber auch bis 12, kürzere oder längere, meist einfache und ziemlich spitze Fortsätze aus, deren Länge gewöhnlich den des mittleren Zellentheils nicht übertrifft. An diesen schleimigen, zähflüssigen Protoplasmaströmen, die ebenso klebrig wie die Sarkode der Amöben sind, bleiben die der umgebenden Flüssigkeit beigemengten festen Körperchen, wie die Indigopartikelchen, haften und werden nur beim Zurückkehren der Ströme in den centralen Theil der Zelle mit in diesen hinein fortgerissen, wo sie um den Kern, der, wie es scheint, auch hier als Attractionspunkt wirkt, sich anhäufen. Anderemale sah es mehr aus, als ob die Fortsätze der Blutzellen sich um ein grösseres Farbkörnchen herumlegten und dieses, ganz nach der Art der Amöben, in das Innere hineindrängten oder über demselben zusammenflossen. Ich habe diese Vorgänge so oft in derselben Weise gesehen, dass mir darüber nicht der mindeste Zweifel mehr geblieben ist und ich habe neuerlich ähnliche Versuche, zum Theil mit gleichem Erfolge, auch bei anderen Wirbellosen wiederholt, insbesondere beim Flusskrebs und der Weinbergsschnecke. Doch sind bei *Helix pomatia* die Blutzellen zu klein, um die Erscheinung so deutlich zu zeigen, wie sie an den relativ grossen Blutzellen von *Thetis* und anderen Seeschnecken sich feststellen lässt. *Astacus fluviatilis* hat zwar auch sehr grosse Blutzellen; doch legt hier die rasche Gerinnung des Blutes der reinen Beobachtung grosse Hindernisse in den Weg. Indess ist es auch hier, wenngleich ziemlich selten und nie so deutlich, wie bei *Thetis*, gelungen, bei directer Mischung des Blutes mit der farbstoffhaltigen Flüssigkeit die Aufnahme der Pigmenttheilchen in das Innere der Blutzellen zu sehen. Auch hier häufen sie sich, gemengt mit den dunklen (Fett-?) Körnchen, welche fast immer in den Zellen mehrfach vorhanden sind, um den Kern an. Dass sie wirklich ins Innere gedrungen und nicht bloss an der Oberfläche der Blutzellen hängen geblieben sind, davon überzeugt man sich auch hier am besten durch Druck auf das Deckgläschen, wobei die Zellen in der zugesetzten Flüssigkeit umherrollen²⁾. Hieraus folgt also, dass die Blutzellen vieler Wirbellosen die ihnen früher zugeschriebene Hüllmembran nicht besitzen, und dass sie, ebenso wie die Furchungskugeln, manche Nervenzellen und andere genuine Zellen des thierischen Körpers, freie, hüllenlose Protoplasmaklumpen sind und, ebenso wie die Amöben, feste Körperchen durch ihre wechselnden Bewegungen in sich aufnehmen können. Von der hohen Wichtig-

¹⁾ Ich sehe dies noch jetzt sehr deutlich an Präparaten vom Mai 1859, die in chromsaurem Kali sich trefflich erhalten haben.

²⁾ Die Flüssigkeit, welche den Farbstoff, am besten Indigo, weniger gut Carmin, in reinem Wasser suspendirt trägt, darf nicht zu grosse Mengen desselben enthalten, und darf auch nur in geringen Mengen dem Blute innerhalb oder ausserhalb der Gefässe zugesetzt werden. Bei zu grossen Mengen des Pigments ist es schwer, die Blutzellen deutlich zu isoliren; bei zu geringen Mengen kommen nur wenige Blutzellen mit demselben in Berührung.

keit, die dieser Umstand für die Erklärung vieler physiologischer Erscheinungen, besonders im Gebiete der Ernährung¹⁾ erlangen kann, hier zunächst absehend, wollen wir nur nochmals hervorheben, welchen hohen Werth derselbe andererseits besitzt, wenn es sich darum handelt, die Identität des Zellen-Protoplasma und der Rhizopoden-Sarkode festzustellen.

Betrachten wir die in den obigen Sätzen angeführten und erläuterten Erscheinungen im Zusammenhange, so lässt sich schon jetzt mit ziemlicher Sicherheit daraus der Schluss ziehen, dass alle thierischen und pflanzlichen Zellen zu irgend einer Zeit ihres Lebens contractil sind oder einen bewegungsfähigen Inhalt besitzen. Aber auch abgesehen von allen einzelnen eben erwähnten Contractionsphänomenen lässt sich dieser Satz schon ganz allgemein durch die Fortpflanzungsfähigkeit aller organischen Zellen begründen, welche zum physiologischen Begriffe der Zelle ebenso nothwendig gehört, wie zum morphologischen Begriffe der von dem Protoplasmahaufen umgebene Kern. Die Fortpflanzung der Zellen erfolgt aber allgemein und ausschliesslich durch Theilung und diese Theilung, wie verschiedenartig sie auch zu Stande kommen mag, lässt sich ohne eine bestimmte Bewegung des Protoplasma, eine bis zur Abschnürung gesteigerte Contraction, gar nicht denken. Wie aber dem Satze, dass aller Zelleninhalt contractil ist, sich aus diesem Grunde schon Nichts entgegenstellen lässt, so kann man denselben sicher auch mit gutem Rechte umkehren: Alles Contractile ist Zelleninhalt — oder — wo Membran und Inhalt nicht getrennt nachzuweisen sind, wo eine Zellmembran überhaupt nicht entwickelt ist — Zellsubstanz, unverändertes oder mehr oder weniger differenzirtes Protoplasma. Als solches ist auch die Sarkode der Rhizopoden aufzufassen, welche sich von anderem contractilen Protoplasma durch den Mangel jeder einhüllenden Membran unterscheidet: Sarkode ist freies Protoplasma.

Die volle Bestätigung dieses Satzes wird, wie gesagt, noch von der so gut wie ganz unbekannten Entwicklungsgeschichte der Rhizopoden zu erwarten sein; vorläufig müssen wir aber schon aus dem Grunde daran festhalten, weil diese Protoplasma-Theorie einzig und allein alle die merkwürdigen, morphologischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten zu erklären vermag, die wir an der freien Sarkode der Rhizopoden wahrnehmen, und denen wir ohne diese Annahme wie einem vollkommen dunkeln Räthsel gegenüber stehen. Nur auf diese Weise ist es auch möglich, die Sarkode der Zellentheorie zu unterwerfen, indem wir sie für das freie Protoplasma einer einzigen oder mehrerer hüllenloser, zu einer einzigen Masse verschmolzener Zellen erklären, in der nur noch die Zahl der (oft wenigstens) persistirenden Kerne die Menge der dazu verwandten Zellen bezeichnen kann. Das Erstere mag mindestens für einen Theil der Amoeben und Arcelliden gelten, von denen viele in der That nur einer einzigen Zelle, einem Protoplasmahaufen mit einem einzigen Kern, zu entsprechen scheinen. Dagegen scheint die Sarkode der Radiolarien und Foraminiferen, deren Unterschiede von der Sarkode der Amoeben und Arcelliden unten, bei Besprechung der Verwandtschaftsverhältnisse der verschiedenen Rhizopoden, näher erläutert werden sollen, stets mehreren verschmolzenen Zellen ihren Ursprung zu verdanken. Bei allen Radiolarien lässt sich dies schon aus der Verbindung der Sarkode mit der Centralkapsel, welche selbst eine Mehrheit von Zellen umschliesst, annehmen. Ausserdem spricht dafür die bedeutende Anzahl von Zellkernen, welche bei manchen Radiolarien in der Sarkode, sowohl im Mutterboden und auf den Pseudopodien, als auch innerhalb der Kapsel, zerstreut sind. Am zahlreichsten, grössten und deutlichsten sind diese Sarkodekerne bei den Colliden, insbesondere in den intracapsularen Sarkodeströmen von *Thalassolampe margarodes*, wo ich bei allen beobachteten Exemplaren zahlreiche, länglich runde Gebilde von 0,01—0,02^{mm} Länge in der Sarkode vertheilt fand, welche ganz den Habitus gewöhnlicher Zellkerne zeigten: einen blassen, aber scharfen und deutlichen Contour und einen fein granulirten Inhalt, in dem sich ein grösseres, dunkleres, fettartig glänzendes Körperchen (Nucleolus) auszeichnete. Auch eingeschnürte Formen,

¹⁾ Nur beiläufig sei daran erinnert, wie sich auf diese Weise die Aufnahme der im Chylus suspendirten feinen Körnchen in die Chyluszellen erklären lässt.

welche sich auf Theilung beziehen liessen, habe ich hier zuweilen bemerkt. Aehnliche Nuclei sah ich seltener und nicht constant, bisweilen aber auch in ziemlicher Menge, in der intracapsularen Sarkode von *Physematium*, wo diese Sarkodekerne sich nicht von den Kernen der centripetalen Zellen unterscheiden. Viel seltener, als in diesen breiten, in der Centralkapsel eingeschlossenen Sarkodeströmen, lässt sich der Nachweis deutlicher, unzweifelhafter Zellenkerne in der extracapsularen Sarkode der Matrix und der Pseudopodien führen und habe ich dergleichen hier bei vielen, namentlich kleineren Radiolarien, nie überzeugend erkennen können. Doch lassen sie sich vielleicht auch hier bei schärferer Untersuchung, insbesondere der Matrix, allgemein nachweisen. Am deutlichsten sind sie hier wieder bei den Colliden, vor allen bei *Thalassicolla nucleata*, wo ich an einzelnen jüngeren und kleineren Exemplaren ebenso zahlreiche Sarkodekerne in der Matrix und deren Pseudopodien-Austrahlung allenthalben vertheilt fand, wie ich sie bei *Thalassolampe* in dem intracapsularen Sarkodetz wahrnahm. Doch sind sie dort viel kleiner und zarter als an letzterem Orte, gewöhnlich nur vom dritten oder vierten Theil der Länge der letzteren, übrigens ebenso fein und scharf contourirt und blass granulirt, mit einem grösseren Nucleolus, im Umriss meist länglich rund oder elliptisch. Während die Anzahl dieser Sarkodekerne in einzelnen sehr jungen und kleinen Individuen von *Thalassicolla nucleata* sehr bedeutend war, so dass nicht nur zahlreiche Kerne im Mutterboden angehäuft waren, sondern auch in knotigen Anschwellungen der Stromfäden bis zu deren äusserster Spitze hinauswanderten, fand ich dieselben in anderen, sonst wenig unterschiedenen Individuen nur in sehr geringer Anzahl, und vermisste sie bei vielen, namentlich den meisten älteren, völlig. Vielleicht lässt sich hieraus schliessen, dass diese Kerne, höchstwahrscheinlich die Zellenkerne der Protoplasmaklumpen (Primordialzellen), aus deren Verschmelzung die Sarkode hervorgegangen, im reiferen Lebensalter verloren gehen. Jedenfalls liegt aber in der Anwesenheit dieser Kerne in der Sarkode, wenngleich dieselben erst bei wenigen Arten, und bei diesen nicht constant, nachgewiesen sind, eine wichtige Stütze für die Annahme, dass die Sarkode der Radiolarien durch Verschmelzen mehrerer Zellen entstanden sei, was, wie wir unten sehen werden, für den Beweis der thierischen Natur der Radiolarien von der grössten Wichtigkeit ist.

Wir betrachten nach dieser Auseinandersetzung im Folgenden überall die Sarkode der Radiolarien als freies Protoplasma, entstanden durch Verschmelzung mehrerer membranloser Zellen oder Protoplasmaklumpchen mit Kernen. Wenn wir trotzdem diese contractile Substanz auch fernerhin mit dem von Dujardin ihr gegebenen und bereits eingebürgerten Namen Sarkode bezeichnen und nicht nach Schultze's Vorgange dies Wort mit dem allerdings bezeichnenderen und sinnvolleren Protoplasma vertauschen, so geschieht dies hauptsächlich, um damit das „freie Protoplasma“ im Gegensatz zu dem in Zellenmembranen eingeschlossenen Protoplasma der meisten thierischen und pflanzlichen Gebilde zu bezeichnen.

Vergleichen wir nach dieser allgemeinen Betrachtung der Sarkode den Sarkodekörper der Radiolarien mit der Sarkode der übrigen Rhizopoden und insbesondere mit der der Polythalamien, wie wir sie durch Dujardin und M. Schultze kennen gelernt haben, so finden wir im Ganzen zwar wesentliche Uebereinstimmung, im Einzelnen jedoch mannichfache Abweichung. Zunächst tritt zwischen beiden Gruppen der Hauptunterschied entgegen, dass bei den Polythalamien die ganze Masse des Weichkörpers aus Sarkode besteht, während dieselbe bei den Radiolarien nur eine peripherische Hülle um den inneren, voluminöseren, zellig differenzirten Theil des Weichkörpers, die Centralkapsel, bildet. Sehen wir von dieser Differenz zunächst ab, so finden wir einen weiteren Unterschied in dem Verhalten der Sarkode nach dem Tode. Bei den toten Polythalamien erscheinen die Fäden nach dem Tode in die Schale zurückgezogen und mit der gemeinsamen Grundmasse des Körpers, die die Kammern erfüllt, völlig verschmolzen, ohne dass weiter eine Veränderung im Volumen oder Aussehen dieser Masse bemerkbar würde. Bei den toten Radiolarien erscheinen die Pseudopodien ebenfalls in die gemeinsame Grundmasse der Matrix zurückgezogen und mit dieser zu einer homogenen Schleimhülle um die Centralkapsel verschmolzen. Diese ist aber constant mehr oder weniger vergrössert

und gewöhnlich durch Imbibition zu einer Gallerte aufgequollen, welche das Volum der früheren Sarkodemasse vielfach übertrifft und die Centralkapsel als eine mächtige, hyaline, mehr oder weniger von Körnchen durchsetzte Gallerthülle umgiebt. Es sei übrigens hier gleich bemerkt, dass diese Umwandlung der Sarkode der Matrix und ihrer Pseudopodien in eine homogene voluminöse Gallerte durchaus nicht blosses Leichenphänomen zu sein scheint, dass sie vielmehr auch während des Lebens ganz oder wenigstens theilweise zu Stande kommen und dann wieder völlig rückgängig werden kann, und wahrscheinlich auf Imbibition von Wasser beruht. Diese Imbibitionsfähigkeit der Sarkode ist den Radiolarien eigenthümlich und fehlt den übrigen Rhizopoden und insbesondere den Polythalamien ganz, wesshalb wir sie hier näher betrachten und alles darauf Bezügliche zusammenstellen wollen.

Radiolarien, deren Pseudopodien in eine Gallerte verwandelt waren, sind auch schon von den früheren Beobachtern gesehen, die Erscheinung jedoch anders gedeutet worden. Die von Huxley gefundenen Sphaerozoen (seine *Thalassicolla punctata*) waren Gallertmassen ohne Fäden, während er an den Gallertkugeln der *Thalassicolla nucleata* die Fäden beobachtete. Von dieser letzteren sagt Müller (Abhandl. p. 2): „Am ganzen äusseren Umfang sind nur die frei auslaufenden Enden der strahligen Fäden zu erkennen. Während diese an einem Exemplar in einer Gallertmasse eingebettet sind, fehlt diese Gallerte zwischen den Ausläufern an einem andern Exemplare gänzlich. An beiden war die Bewegung der Körnchen an der Oberfläche der Fäden sehr lebhaft, an dem Faden bald aufwärts, an verschiedenen nahe gelegenen Stellen oft in verschiedener Richtung, überall leicht wechselnd.“ Am ausführlichsten beschreibt er die Gallerte bei *Sphaerozoum* (Abhandl. p. 6). „Bei den toten Exemplaren sind die fadigen Ausläufer im ganzen Umfang des Meerqualsters mehr oder weniger in eine Gallerte verwandelt oder darin verhüllt, welche an frischen und lebendigen Exemplaren zwischen den frei auslaufenden äusseren Enden der Fäden gar nicht vorhanden ist, so dass an lebenden Sphaerozoen überhaupt eine Gallerte nicht sichtbar ist. Auch sind die toten Exemplare auf der Oberfläche der Gallerte gewöhnlich mit einem Anflug von Schmutz bedeckt, was bei lebendigen Exemplaren nicht der Fall ist, deren ganzer Umfang überall nichts als die frei auslaufenden hellen Fäden erkennen lässt.“ Bei den Polycystinen fand Müller, wenn die Körnchenbewegung an den Fäden aufgehört hatte, „die Fäden mehr oder weniger durch eine gallertige Ausschwitzung verhüllt, welche im frischen und lebendigen Zustande nicht vorhanden ist. Diese Exemplare sind todt. Man bemerkt den Eintritt des Todes, wie auch bei den Acanthometren, zuerst daran, dass die Fäden ihre steife Ausstreckung aufgeben und schlaff werden.“ (Abhandl. p. 9.) Auch bei den Acanthometren war Müller die Gallerthülle der Centralkapsel und ihre scheidenförmige Verlängerung auf die Stacheln wohlbekannt (Abhandl. p. 11). Er scheint sie aber hier nicht für die veränderte Pseudopodienmasse, sondern für einen Theil der Kapsel gehalten zu haben, wie aus seiner Beschreibung der Cilienkränze auf den Gallertscheiden hervorgeht, auf welche wir sogleich zurückkommen werden.

Die Imbibitionsfähigkeit der Sarkode scheint in den verschiedenen Familien verschieden stark zu sein und danach ist auch die Gallerthülle der Centralkapsel verschieden stark entwickelt. Das verhältnissmässig stärkste Volum erreicht dieselbe bei den Acanthometriden, welche wir mit ihren eigenthümlichen Stachelscheiden sogleich näher schildern werden. Demnächst findet sich die massenhafteste Gallerthülle bei den grössten Monozoen, den Thalassicollen, wo sie die Aussenfläche der Alveolenzone meist beträchtlich überragt. Aehnlich ist bei den toten Polyzoen die ganze Colonie von einer dicken, zusammenhängenden Gallertrinde umgeben. Auch bei den Cladococciden ist sie sehr dick. Bei den Ommatiden scheint sie je nach der Grösse der Centralkapsel verschieden entwickelt zu sein und bald nur den Raum zwischen Kapseloberfläche und Rindenschale auszufüllen, bald über diese hinauszutreten und zwischen den Stacheln noch eine äussere Gallertschicht über der letzteren zu bilden. So ist z. B. die biconvexe Gitterschale von *Heliodiscus phacodiscus* von einer mächtigen linsenförmigen Gallertschicht umgeben, deren kreisförmige Peripherie die Spitzen der Hauptstacheln berührt. Ebenso erreicht die Gallerthülle bei den Disciden und Sponguriden ein ansehnliches Volum, und ist hier die ganze Schale völlig in einen Gallertmantel eingeschlossen, welcher bei den mit Stacheln

versehenen Arten wieder zwischen diesen ausgespannt ist (Taf. XXVII, Fig. 2—5). Auch bei den Acanthodesmiden hüllt die Sarkodegallert Kapsel und Skelet meistens ganz ein. Spärlicher erscheint sie bei den Ethmosphaeriden und insbesondere bei den Cyrtiden, wo sie meist nicht aus dem Kieselgitter vortritt und, da bei letzteren gewöhnlich der obere Theil der Centralkapsel der Innenfläche der Gitterschale eng anliegt, nur an der Basis der ersteren, im unteren freien Theil der Schale bemerkbar wird.

Die Consistenz der Sarkodegallert ist meist ziemlich bedeutend, und so viel sich unter dem Mikroskop aus dem Verhalten gegen Druck etc. abnehmen lässt, etwa gleich derjenigen der Gallertscheibe der höheren Medusen, z. B. eines Stückes von *Pelagia*. Stets ist sie ganz farblos, wie die hyaline Grundmasse der Sarkode, nur bisweilen mit einem wenig auffallenden, gelblichen oder bläulichen Schimmer. Bald erscheint sie vollkommen homogen und structurlos, in allen Theilen ganz gleich, bald mehr oder weniger deutlich radial gestreift, zuweilen so ausgeprägt, als ob sie aus einer Anzahl prismatischer oder keilförmiger Stücke zusammengesetzt wäre. So hat sie schon Müller von *Lithocircus* abgebildet (Abhandl. Taf. I, Fig. 1). Selten erscheint sie ausserdem concentrisch geschichtet, was auf einer etwas verschiedenen Consistenz der inneren und äusseren Schichten zu beruhen scheint, indem erstere trüber, dunkler, letztere schichtweise klarer, durchsichtiger, blasser erscheinen. Die gewöhnlichen Einschlüsse der lebenden Sarkode finden sich auch in der todten Gallerte wieder und zwar bald durch ihre ganze Masse zerstreut, bald zunächst der Kapsel angehäuft. So erscheinen namentlich die Körnchen bald mehr in der peripherischen, bald mehr in der centralen Schicht der Gallerthülle angehäuft, bald mehr gleichmässig vertheilt und dann häufig, entsprechend der radialen Streifung, in radiale Reihen angeordnet. Sehr häufig sieht man die mittlere Schicht der Gallerte klar, die innere und äussere körnig und durch Einschlüsse getrübt. Die Sarkodegallert zeigte sich fast an allen in Weingeist und Liqueur conservativ mitgebrachten Radiolarien vollkommen wohl erhalten und von ziemlich fester Consistenz.

Nach meinem Dafürhalten kommt die Gallertschicht, welche ich im Umkreise der Centralkapsel aller von mir beobachteten Radiolarien unter gewissen Umständen wahrnehmen konnte, nicht durch Exsudation, wie Müller meint, sondern durch Imbibition zu Stande, und sie ist auch nicht allemal ein sicheres Zeichen des Todes, sondern scheint, wenigstens zuweilen, ganz wieder verschwinden zu können. Ich führe hierfür namentlich Beobachtungen an *Thalassicolla pelagica* und *Th. nucleata* und *Aulacantha scolymantha* an, welche ich mehrere Tage hindurch lebend erhalten und unter verschiedenen Umständen beobachten konnte. Gewöhnlich strahlten die Fäden, wenn die charakteristische Körnchenbewegung recht lebhaft war, nach allen Seiten gleichmässig frei weit in das Wasser hinaus, nur hie und da die gewöhnlichen Anastomosen zeigend. Anderemale erschienen dagegen die Fäden verkürzt und an ihrer Basis, unmittelbar aussen über der Alveolenzone, durch eine hyaline Gallertschicht von wechselnder Dicke verbunden, ohne dass die Körnchenbewegung in dem darüber hinausragenden freien Theile der Fäden, wenn auch langsamer geworden, aufgehört hätte. Beobachtete ich dann dieselben Individuen nach einiger Zeit wieder, so war die vorher sehr deutliche Gallertschicht entweder ganz verschwunden oder sehr reducirt und die mehr verlängerten Fäden ragten weiter in das Wasser hinaus. Hatte aber die anfangs basale Gallertschicht eine bedeutendere Mächtigkeit erlangt und etwa die Hälfte der frei vorragenden Fadenzone verhüllt, so erschien späterhin die ganze Zone in eine zusammenhängende, dicke, hyaline Gallerthülle mit sphärischer Oberfläche verwandelt, welche die Centralkapsel concentrisch einschloss. Dann war in der von Körnchen durchsprengten Gallerthülle keine Spur von Fäden oder von Bewegung dieser Körnchen sichtbar, häufig aber sehr deutlich eine feine oder gröbere radiale Streifung. Zwar glaube ich einigemal auch an *Thalassicolla pelagica* beobachtet zu haben, dass die schon ganz ausgebildete Gallerthülle, in der alle Fäden verschwunden waren, sich nachher wieder löste, und dass an den wieder frei gewordenen Pseudopodien das Spiel der Sarkodeströmung und der Körnchenbewegung aufs Neue begann, so dass das vorher todt geglaubte Thier von Neuem wieder aufzuleben schien. Doch sind diese wenigen Beobachtungen nicht so

sicher, dass ich viel Werth darauf legen will, zumal der Fall eintreten zu können scheint, dass an einem Theile der Oberfläche die Pseudopodien noch unverändert ihr Spiel treiben, während sie an einem anderen Theile völlig in eine Gallertmasse verschmolzen sind. Dieser letztere Umstand bringt mich auf die auch aus anderen Gründen sehr wahrscheinliche Vermuthung, dass die Verwandlung der Sarkode der Matrix und ihrer Pseudopodien in eine homogene Gallerte, welche immer mit bedeutender Volumszunahme (durch Wasser-Imbibition) verbunden ist, nicht immer absolut cadaveröses Phänomen ist, sondern auch bei Lebzeiten des Thieres, wenigstens bis zu einem gewissen Grade, eintreten und sich dann wieder lösen kann, während gewöhnlich allerdings eine einfache Retraction der Pseudopodien ohne Volumszunahme und Imbibition dadurch geschieht, dass dieselben sich verkürzen, verdicken und an ihrer Basis unter einander und mit der gemeinsamen Matrix verschmelzen. Erst dann, wenn die Gallertmasse eine gewisse Stufe der Ausdehnung erreicht hat und wenn sich die Oberfläche derselben mit verschiedenartigem Schmutze bedeckt, scheint mir dies ein sicheres Zeichen des Todes zu sein. Der letztere bereits von Müller erwähnte Umstand, der Anflug von Schmutz, scheint allgemein bei der Gallerthülle aller todtten Radiolarien einzutreten und erklärt sich wohl einfach durch die klebrige Beschaffenheit auch der imbibirten Sarkode. Wie im Leben, so bleiben auch im Tode die verschiedensten Körperchen leicht an der klebrigen Sarkode haften. Während sie aber am lebenden Thiere durch die beständigen Ströme in das Innere geführt werden, so häufen sie sich am todtten leicht auf der Oberfläche an. Bei den todtten Meerqualstern, den Polyzoen, geht diese Bedeckung mit den verschiedenartigsten, im Seewasser suspendirten und namentlich im pelagischen Mulder massenhaft sich anhäufenden Körperchen, den verschiedensten kleinen Organismen, den Resten grösserer Thiere und Pflanzen u. s. w. so weit, dass die Qualster häufig dadurch ganz unkenntlich werden, und man die einzelnen Individuen darin nicht mehr ohne Weiteres wahrnimmt.

Die Matrix der vollkommen lebendigen und lebenskräftigen Radiolarien, welche man ganz unversehrt mit dem Glase geschöpft hat, zeigt unmittelbar nach dem Einfangen, wenn man sie mit der gehörigen Vorsicht betrachtet, gewöhnlich keine Spur einer Gallerte. Als der Mutterboden der Pseudopodien bildet sie in allen Fällen eine zusammenhängende Schleimschicht, welche die Centralkapsel völlig umschliesst und nur bei den Entolithien von den aus der letzteren hervortretenden Skelettheilen durchsetzt wird. Die Mächtigkeit derselben wechselt in den verschiedenen Familien. In vielen Familien, besonders der Ektolithien, erscheint sie bei reichlich ausgestreckten Fäden nur als eine dünne, zarte Schleimhülle der Kapsel von oft kaum 0,001^{mm} Dicke. So bei den Acanthodesmiden, Cyrtiden, Ethmosphaeriden, bei welchen Familien sie im Leben häufig sehr wenig in die Augen fällt und erst nach dem Tode, in Wasser gequollen, mächtig anschwillt. In einer Reihe anderer Familien, namentlich der Entolithien, bildet dagegen der Mutterboden constant ein ansehnlich dickes Lager, welches zuweilen ziemlich undurchsichtig ist und den Kapselinhalt mehr oder weniger verdeckt. Häufig sind dann zahlreiche Bläschen und Körnchen eingelagert und verleihen ihm ein flockiges, oft fast wolliges Aussehen, und eine trüb gelbliche oder weissliche Färbung. So hüllt er häufig bei den Cladococciden die aus den Kapseln vortretenden Stacheln noch eine Strecke weit ein. Bei den Ommatiden füllt er gewöhnlich den Raum zwischen Kapsel und Rindenschale mehr oder weniger aus. Ebenso erscheint er innerhalb der Spongoidschalen der Spongosphaeriden, Spongocycliden und Spongodisciden sehr entwickelt. Auch bei den Entolithien mit Discoidschale, den Disciden, ist er meist recht dick und undurchsichtig, so dass sich die Grenze zwischen ihm und der Centralkapsel schwerer als sonst bestimmen lässt. Am mächtigsten erscheint er da, wo Pigment oder andere besondere Einlagerungen in Menge in ihn eingebettet sind, so bei *Coelodendrum*, *Thalassoplaneta*. Bei den mit einer Alveolenhülle umgebenen Colliden, *Thalassicolla*, *Aulacantha*, kann man sogar die ganze Alveolenhülle mit zum Mutterboden rechnen, da erst ausserhalb derselben isolirte Fäden hervortreten. Aehnlich bei den Polyzoen. Doch ist bei letzteren, sowohl bei den Sphaerozoiden als Collosphaeriden, meistens sehr deutlich eine besondere, oft ansehnlich dicke, trübe Schleimhülle um jedes Individuum (Centralkapsel) vorhanden, welche bei den Collosphaeren oft den ganzen Zwischenraum zwischen Kapsel und

Gitterschale, in dem die gelben Zellen liegen, ausfüllt. Hier ist sie auch bereits von Müller erkannt, und als „farblose, feinkörnige, schmierige Masse“ bezeichnet (Abhandl. p. 55). Das Aussehen der Matrix wechselt auch je nach der Menge der aufgenommenen Nahrung. Ist diese bedeutend, so erblickt man rings um die Kapsel im Mutterboden sehr zahlreiche, kleine und grosse, dunkle Körnchen und helle Bläschen, und die verschiedensten fremden Körper. Die farblosen, hellen Bläschen sind wohl alle oder zum grossen Theil blos Vacuolen, in die Sarkode aufgenommene und kugelig abgerundete Flüssigkeitstropfen, und scheinen einer besonderen Membran zu entbehren. Auch grössere derartige Vacuolen kommen bisweilen als wandungslose, wässerige Kugeln im Sarkodeparenchym vor. Die als Nahrung aufgenommenen fremden Körper aber, Infusorien, Diatomeen, Desmidiaceen und andere Algen und die Fragmente und Gewebstheile der verschiedensten Thier- und Pflanzen-Reste, liegen nicht in Vacuolen, sondern sind unmittelbar von der Sarkode des Mutterbodens umschlossen und scheinen hier der Verdauung zu unterliegen.

Die Pseudopodien oder Wechselfüsschen oder Scheinfüsschen, die feinen, verästelten und anastomosirenden Fäden, welche allenthalben aus der Matrix ausstrahlen, sind bei den Radiolarien an Zahl, Gestalt und Grösse ebenso veränderlich, wie bei den Polythalamien. Doch finden sich auch hier charakteristische Abweichungen in einzelnen Familien, namentlich auch hinsichtlich der Körnchenbewegung und der Fähigkeit, sich zu verästeln und durch echte Anastomose zu verbinden. Zunächst ist im Allgemeinen hervorzuheben, dass die Körnchenbewegung bei allen Radiolarien vorkommt, dass sie aber auch unter bestimmten Verhältnissen bei allen fehlen zu können scheint. Dies wechselnde Verhältniss der Körnchenmenge auf den Fäden ist bisher noch nicht bei den Rhizopoden bemerkt worden. Bei allen Foraminiferen fand Schultze stets die Fäden mit Körnchen reichlich besetzt, mit einziger Ausnahme der *Gromia Dujardini*, bei der die Fäden, die auch fast nie anastomosiren, ganz hyalin und körnchenlos sind, und welche vielleicht gar nicht in diese Abtheilung gehört. Dagegen habe ich mich bei Radiolarien der verschiedensten Familien und zwar grade bei den Arten, die durch ihre Häufigkeit eine oft wiederholte Vergleichung vieler Individuen erlaubten, überzeugt, dass innerhalb einer und derselben Art die Fäden bald völlig hyalin, ohne Spur von Körnchen, bald mehr oder weniger spärlich mit Körnchen besetzt, bald ganz dicht damit gespickt vorkommen. Als Arten, bei denen ich diese Beobachtung mit Sicherheit oft wiederholt habe, führe ich namentlich an *Cyrtocalpis obliqua*, *Lithomelissa thoracites*, *Heliosphaera actinota*, viele *Acanthometrida*, *Haliomma capillaceum* und *H. erinaceus*, *Actinomma asteracanthion*, *Rhizosphaera trigonacantha*, *Spongosphaera streptacantha*, die verschiedenen Arten von *Trematodiscus*, *Stylodictya*, *Euchitonia* und *Spongocyclia*.

Diese wechselnde Quantität der Körnchen in der Sarkode der Pseudopodien führt uns auf die Frage, in welchem Verhältnisse dieselben zur Grundmasse der Sarkode überhaupt stehen und welche Bedeutung sie muthmasslich besitzen. Dass dieselben überhaupt in der Sarkode der Radiolarien völlig fehlen können, ist durch die erwähnten Beobachtungen bis jetzt noch nicht dargethan, da ich in allen Fällen, wo die Körnchen an den steif in grosser Zahl ausgestreckten hyalinen Fäden völlig fehlten, dennoch bei genauerer Untersuchung immer eine gewisse Menge derselben in der Grundsubstanz der Matrix nachweisen konnte. In diesen Fällen waren gewöhnlich auch die andern Einlagerungen der Matrix, die Vacuolen und Bläschen, nur sehr spärlich vorhanden, oder fehlten, wie alle fremden Körper, gänzlich; es lässt sich dies wohl nicht mit Unrecht auf einen Mangel an Nahrung beziehen. Auch waren dann nur selten Verästelungen und Anastomosen an den Fäden wahrnehmbar. Waren dagegen die Körnchen sehr reichlich, so erschienen meist auch die Fäden vielfach verzweigt und durch Substanzbrücken verbunden und gleichzeitig waren gewöhnlich fremde Körper in mehr oder weniger verdautem Zustande in der Matrix sichtbar. Da dieses Wechselverhältniss in zahlreichen Beobachtungen sich ziemlich constant herausstellte, darf man wohl daraus schliessen, dass die Körnchen aus den aufgenommenen und verdauten Nahrungsstoffen unmittelbar hervorgehen, wie etwa die Chyluskörnchen im Darne der höheren Thiere, mit denen sie sich überhaupt am besten vergleichen lassen. Jedenfalls sind die Körnchen in der Sarkode, wie wechselnd auch ihre Menge sein

mag, nicht einfach eingeführte fremde Körperchen, wie die Infusorien und Diatomeen und die verschiedenen organischen Fragmente, welche mit den Körnchen in der Sarkode circuliren, sondern durch die Einwirkung der Sarkode erst entstandene oder metamorphosirte Körperchen, welche als zur Substanz des Körpers gehörig zu betrachten sind, wie die gleichen Körnchen im Protoplasma der Zellen. Es wird dies aufs sicherste dadurch bewiesen, dass die Körnchen bei einigen Arten constant rothgefärbt sind. Die Radiolarien, die diese merkwürdige Auszeichnung besitzen, sind Acanthometriden. Bei *Acanthostaurus purpurascens*, welcher bei Messina sehr häufig ist, erscheint die dicke Gallerthülle, welche das todte Thier umschliesst und welche auf die Stacheln in Form dicker, stumpf-konischer Stachelscheiden mit Cilienkränzen sich verlängert, von einem dichten Netze rother Fäden durchzogen, welche aus an einander gereihten purpurrothen Körnchen zusammengesetzt sind (Taf. XIX, Fig. 1). Leider habe ich diese Art, obwohl ich sie sehr häufig und constant mit diesem rothen Körnchen-Netze versehen fischte, niemals lebend gesehen. Indess lässt sich, da diese Gallerte der aus der Verschmelzung der Pseudopodien mit der Matrix hervorgehenden Gallerthülle der andern Radiolarien entspricht, da auch deren Gallerthülle häufig von ähnlichen, aber farblosen Körnchen durchsetzt ist, und da andere farblose Körnchen in der Gallerte von *Acanthostaurus purpurascens* nicht vorkommen, mit Sicherheit annehmen, dass diese rothen Körnchen den farblosen, in die Sarkode eingebetteten Körnchen der andern Radiolarien entsprechen. Ich darf dies um so sicherer aussprechen, als Herr Dr. Krohn gleiche rothe Körnchen an einem lebenden *Acanthochiasma* auf Madera beobachtet hat. Nach der gütigen brieflichen Mittheilung desselben ist an diesem *Acanthochiasma* „die äussere Schicht des Leibes (Mutterboden?) transparent, die Centralsubstanz (Centralkapsel?) bräunlich oder schmutzig roth. Die äussere Schicht ist von einer viel grösseren Menge weit nach aussen vorgestreckter Pseudopodien, als man sie bei den Acanthometren antrifft, durchsetzt, die Pseudopodien körnerreich, die Körnchen in sichtlicher Bewegung. Bei einzelnen Exemplaren zeigte sich die Oberfläche roth gesprenkelt. Es sah aus, als enthielte die äussere Schicht eine Menge zerstreuter Bläschen von dieser Farbe. Bei genauerer Untersuchung ergab es sich jedoch, dass diese vermeintlichen Bläschen nichts anderes, als verdickte, rothgefärbte Stellen der Pseudopodien waren. Bei lebenskräftigen Exemplaren mit weit vorgestreckten Pseudopodien zeigten sich diese gefärbten Anschwellungen verlängert. An einzelnen Pseudopodien liessen sich mehrere solche hinter einander gereihte Anschwellungen wahrnehmen. Die Anschwellungen bestehen aus einer Accumulation rother Körnchen.“

Die Zahl der Pseudopodien ist bei der Mehrzahl der Radiolarien nicht geringer, als bei den Polythalamien, und scheint im Gegentheil die der letzteren oft bedeutend zu übertreffen. Aeusserst zahlreich sind dieselben bei den Thalassicollen, wo jedes Individuum weit über 1000 auszustrecken fähig ist. Aeusserst zahlreich sind ebenso die Fäden bei den meisten anderen Monozoen mit Ausnahme der Acanthometriden; besonders zeichnen sich die Cladococciden und Spongosphaeriden aus, ebenso die Ommatiden, wo, wie Müller sehr treffend sagt, „das Gitter der Schale überall einen dichten Sammet von Fäden ausschickt“. Auch die Spongocycliden und Trematodisciden zeigen sehr reiche Strahlenkränze. Bei den Polyzoen, von denen wir noch besonders sprechen, ist das Verhältniss wechselnd. Auffallend gering ist dagegen die Zahl der Fäden bei den Acanthometriden, oder wenigstens bei den echten Acanthometren, wo sogar auffallenderweise eine bestimmte Zahl von Pseudopodien bei jeder Art vorhanden zu sein scheint. Diese Eigenthümlichkeit der Acanthometren, die auch sonst durch manches Besondere im Bau der Weichtheile vor den übrigen Radiolarien sich auszeichnen, ist bereits von Müller bemerkt worden, der dieselbe ausführlich bespricht (Abhandl. p. 11): „Bei den Acanthometren sind die Fäden viel sparsamer, bei vielen, vielleicht allen, befindet sich ein regelmässiger, einzeiliger Kranz von Fäden um jeden Stachel an der mehr oder weniger, oft stark hervorragenden und dann scheidenförmigen Stelle der Haut, die von dem Stachel durchsetzt wird, und diese Fäden sind an todtten Exemplaren oft verkürzt erhalten, sie erscheinen dann als ein Kranz mehr oder weniger langer, zuweilen ganz kurzer Cilien um den Stachel. Die Kränze von Cilien sind auch dann auf den zapfenförmigen Hautverlängerungen, den Stachelscheiden oder Stachelwarzen,

vorhanden, wenn die Stacheln unentwickelt geblieben und so kurz sind, dass sie nicht durch die Haut durchgebrochen sind. Die Erscheinung der Cilienkränze um die Stacheln todter Acanthometren hat mich lange beunruhigt, bis ich mich überzeugen konnte, dass sie nichts Anderes, als die Stümpfe der zurückgezogenen verdickten Fäden sind, indem ich sie auch lang in der kranzförmigen Anordnung wiedersah. Bei der *Acanthometra pellucida* zählte ich gegen 20 solcher Cilien im regelmässigen Kreis auf jeder Stachelwarze. Die verkürzten Tentakelfäden oder Cilien todter Acanthometren fallen auch leicht ab; man sieht ihre Spuren dann auch wohl in der Nähe ihres Sitzes, oder vermisst sie gänzlich. Uebrigens sind die Stachelscheiden überaus veränderlich, sie sind zuweilen so wenig ausgebildet, dass die Haut am Stachel sich gar nicht erhebt, zuweilen schliesst sie sich eng und kurz an den Stachel an, oft begleitet sie den Stachel als ein zapfenförmiger Gipfel eine ganze Strecke.“ Diese Erscheinung, welche ich bei den von mir beobachteten Acanthometren nur selten vermisste und welche ich auch bei den andern Acanthometriden, namentlich bei *Astrolithium* und *Litholophus*, fast allgemein wiederfand, ist so eigenthümlich und ist bei der sonstigen Natur der Sarkode so auffallend, dass die künftigen Radiolarien-Beobachter hier gewiss noch manche interessante Einrichtung nachweisen und manche Lücke in der Beobachtung ausfüllen werden. Mir ist es trotz vielfacher Bemühungen und trotz vieler einzelner neuer Beobachtungen doch nicht gelungen, die Darstellung von Müller durch Ergänzung der noch vorhandenen Lücken zu einem zusammenhängenden Ganzen abzurunden, insbesondere haben sich mir hinsichtlich der Hauptfrage noch manche Zweifel aufgedrängt, nämlich wie sich die Gallerthülle an den todten Acanthometren mit ihren Stachelscheiden und Cilienkränzen zu der Sarkode am lebenden Thiere und zu den von ihm ausgestreckten Pseudopodien mit Körnchenbewegung verhält, ob jede Cilie in der That einer Pseudopodie entspricht und ob auch ausserdem noch andere Fäden da sind, die nicht als Cilien am todten Thiere sichtbar bleiben. Die Beantwortung dieser Fragen ist insbesondere deshalb so schwierig, weil es verhältnissmässig nur selten gelingt, lebende oder wenigstens recht lebenskräftige Acanthometren zu erhalten. Ich war in dieser Beziehung nicht glücklicher, als Müller, welcher „die mehrsten todt fand unter Umständen, unter welchen die mehrsten Polycystinen noch lebten.“ Der Uebelstand, dass der Mechanismus der pelagischen Fischerei, die Reibung an den Fäden des feinen Netzes und die Vermischung mit dem verschiedenartigen Mulder, die äusserst zarten und empfindlichen Thierchen tödtet, tritt hier viel störender, als bei den Sphaerozoiden und Collosphaeriden entgegen, bei denen man ihn dadurch vermeidet, dass man die lebenden Qualster ohne irgend welche Berührung mit dem Glasgefässe schöpft und sie, ohne sie aus dem natürlichen Element zu entfernen, beobachtet. Dies ist bei den Acanthometriden wegen ihrer geringen Grösse nicht möglich, und wenn man mit dem Netze lebende Thiere unversehrt fängt, ist dies ein ausnahmweis glücklicher Zufall. Selten erhält man damit so lebenskräftige Exemplare, wie die auf Taf. XV, Fig. 3 abgebildete *Acanthometra Muelleri* und den auf Taf. XIX, Fig. 5 dargestellten *Acanthostaurus hastatus*, wo der Mutterboden um die Centralkapsel nur eine dünne Schleimschicht bildet und wo zahlreiche feine Fäden davon ausstrahlen, die Körnchenbewegung und Anastomosenbildung zeigen. Bei weitem häufiger findet man die Kapsel von einer dicken Gallertschicht umschlossen, welche sich auf die Stacheln in Form der oben beschriebenen Stachelscheiden (oder Stachelwarzen) verlängert, deren jede den Stachel mit einem regelmässigen einzeiligen Cilienkranze umgiebt.

Sowohl die Form der Stachelscheiden, als die Zahl der Cilien ist bei den verschiedenen Acanthometriden verschieden. Die Zahl der Gallertscheiden entspricht der Zahl der Stacheln, obwohl sie auch dann schon vorhanden sind, wenn die Stacheln noch nicht die Kapsel durchbrochen haben. Bei den eigentlichen Acanthometren Müllers, den Acanthostauriden, und bei den Astrolithiden beträgt sie also 20. Die Form der Stachelscheiden richtet sich besonders nach ihrem Verhältniss zu der gemeinsamen Gallertschicht zunächst der Kapsel (der Matrix), aus welcher sie ihren Ursprung nehmen. Je mehr die letztere entwickelt ist, desto kürzer und desto weniger scheidenartig sind die Stachelscheiden, so dass sie bei Einigen, wo die gesammte Gallerthülle sehr dick ist, ganz fehlen, so z. B. bei *Acanthometra fragilis* (Taf. XV, Fig. 4), bei *Acanthostaurus forceps* (Taf. XIX, Fig. 3). Je dünner

umgekehrt die gemeinsame Gallertschicht des Mutterbodens zunächst der Kapsel ist, desto selbstständiger sind die einzelnen Stachelscheiden in Form gallertiger, glocken- oder halbkugelförmiger oder cylindrisch-walzenförmiger Scheiden um die Stacheln entwickelt, so bei *Astrolithium dicopum* und *A. bifidum* (Taf. XX, Fig. 3, 5), bei *Acanthostaurus purpurascens* (Taf. XIX, Fig. 1). Rein cylindrisch sind sie bei *Acanthometra brevispina* (Taf. XV, Fig. 5), konisch-zeltförmig bei *A. bulbosa*, wo sie von einer Stachelspitze zur andern gespannt sind (Taf. XV, Fig. 2); umgekehrt nach innen keilförmig verschmälert, nach aussen kolbig angeschwollen bei *A. elastica* (Taf. XV, Fig. 1). Das äussere dickkolbige Ende ist hier an der Austrittsstelle des Stachels nabelförmig eingezogen. Die Ausbildung der gallertigen Stachelscheiden ist übrigens je nach der Quantität der Sarkodegallert individuell verschieden, obwohl die Form innerhalb der Art sehr constant zu sein scheint. So fand ich namentlich alle die erwähnten und auf Taf. XV, XVI, XIX, XX abgebildeten Formen der Stachelscheiden an zahlreichen Individuen der betreffenden Arten sehr gleichförmig wieder. In keiner Beziehung steht dieselbe zur Länge der Stacheln, wie bereits Müller bei (jungen?) Individuen von *Acanthometra pellucida* mit ganz kurzen, in der Kapsel versteckten Stacheln sah (Abhandl. Taf. XI, Fig. 1, 3). In der That sind die Gallertscheiden ebenso entwickelt bei sehr langstacheligen Arten (z. B. *A. dolichoscia*) als bei solchen, wo sie kaum dem Kapseldurchmesser an Länge gleichkommen und stets ganz in den Gallertscheiden versteckt sind. Auch bei den langstacheligen Arten sind sie schon fast ebenso ganz in der Jugend entwickelt, wo die Anfänge der Stacheln noch in der Kapsel verborgen sind, als später, wenn sie Kapsel und Gallerthülle durchbrochen haben (Taf. XV, Fig. 7, 8). Es ist dies um so interessanter, als das merkwürdige Müller'sche Gesetz über die Stellung der Stacheln also auch für die Stachelscheiden, ganz unabhängig von den Stacheln selbst gilt. Die 20 Gallertscheiden nehmen so genau den durch dies Gesetz vorgeschriebenen Platz ein, dass die Stacheln später, wenn sie die Kapsel durchbrechen und in die Scheiden hineinwachsen, genau in die Axe derselben zu liegen kommen.

Ebenso, wie die Form der Stachelscheiden, scheint auch die Zahl der auf deren Spitze stehenden Gallertzapfen, Müllers „Cilien“, welche in einem einfachen Kranze den austretenden Stachel umgeben, eine bei den verschiedenen Species gesetzmässig constante zu sein. Niemals zählte ich deren unter 5 um jeden Stachel. Soviel fand ich z. B. bei *Acanthometra Muelleri*, *Amphilonche heteracantha*; 10 zählte ich bei *Acanthometra bulbosa*, *Xiphacantha spinulosa*; 15 bei *Acanthometra elastica*. Die häufigste Zahl scheint 20 zu sein, so bei *A. pellucida*, *A. brevispina* u. A., bei *Astrolithium dicopum*, *A. bifidum*. Aber auch mehr kommen vor, 30 bei *A. quadrifolia*, und sogar 40 bei *A. dolichoscia*. Bei allen Arten, bei denen die Zählung sehr genau ausgeführt werden und oft wiederholt werden konnte, ergab sich regelmässig 5 oder ein Multiplum von 5. Die Zählung ist übrigens nicht leicht und erst bei oft wiederholter Zählung aller Kränze an vielen unversehrten Individuen einer und derselben Art überzeugt man sich von deren Constanz. Die Gallertcilien fallen nämlich leicht von den Scheiden ab; man sieht sie dann oft noch in der vollen Anzahl neben der Scheide liegen, diese selbst aber ganz entblösst. Zuweilen erkennt man noch die Stelle, wo sie gesessen. Die Gallertcilien haben übrigens ganz das homogene hyaline Aussehen der Scheiden selbst und scheinen substantiell nicht verschieden zu sein, jedoch starken chemischen und physikalischen Einflüssen eine grössere Resistenz entgegenzusetzen. Die Form ist bei allen Arten ziemlich dieselbe, cylindrisch, mit fingerförmig abgerundetem Ende, an der Basis, wo sie auf der Scheide aufsitzen, oft etwas verdünnt oder abgeschnürt. Ihre Länge schwankt in der Regel zwischen 0,015 — 0,03^{mm}, ihre Dicke zwischen 0,002 — 0,004^{mm}; häufig sind sie etwas concav gegen den Stachel gekrümmt. Bald laufen sie demselben mehr steif parallel (*A. brevispina*), während sie anderemale fast senkrecht gegen denselben einwärts gerichtet sind (*A. elastica*). Auch sitzen sie zuweilen an der Basis enggedrängt zusammen und divergiren büschelförmig nach aussen. Gewöhnlich aber stehen sie in einiger Entfernung von dem Stachel ab und umgeben ihn als ein sehr regelmässiger einzeliger Ring.

Dass die Gallertcilien in der That nichts Anderes, als die verkürzten Pseudopodien sind, ist durch Müllers erwähnte Beobachtung, der sie auch lang in der kranzförmigen Anordnung wiedersah,

entschieden (Abhandl. Taf. XI, Fig. 5). Es ist mir nie gelungen, mich von dieser Identität, an der ich übrigens nicht zweifeln will, direct zu überzeugen. Es ist nämlich sehr schwer, an lebenden Acanthometren mit ausgestreckten Fäden den weiteren Verlauf der einzelnen Fäden, namentlich nach innen zu, wo sie sich mannichfach kreuzen, zu verfolgen. Theils die ausserordentlich dünne und zarte Beschaffenheit der Fäden, theils ihre Verbindungen, theils die gewöhnliche Undurchsichtigkeit der darunter liegenden Kapsel erschweren diese Beobachtung sehr. Auch ist ja am ganz lebendigen Thier statt der dicken Gallerthülle nur die dünne Sarkode-Matrix vorhanden und die Stachelscheiden treten erst auf, wenn die Pseudopodien allmählich retrahirt werden.

Wird die Natur der Gallerteilien als verkürzter Pseudopodien aber durch weitere Beobachtungen bestätigt, so ist diese Thatsache in vieler Hinsicht sehr merkwürdig. Wir haben dann hier eine erste Differenzirung der diffusen Sarkode in bestimmte Organe von gesetzmässig festgestellter Zahl, Grösse und Lage, welche also eher den Namen Tentakeln als Pseudopodien verdienen. Es ist dies um so auffallender, als sie während des Lebens sich nicht anders, als die übrigen Pseudopodien der Radiolarien verhalten, und dieselben Erscheinungen der Verästelung und Anastomose, wie die letzteren, wenn auch in beschränkterem Maasse, darbieten. Es lässt sich allerdings denken, dass die erwähnte Schwierigkeit, die lebenden Pseudopodien einzeln zu verfolgen, ihre gesetzmässige Anordnung dem Blicke entzöge; indess bleibt auch noch eine andere Erklärung übrig, dass nämlich die Gallerteilien von den übrigen Pseudopodien verschieden und eigenthümliche differenzirte Sarkodetheilchen, Organe von bestimmter Bedeutung, seien, etwa vergleichbar der eigenthümlichen Sarkode-Geissel, welche mehrere Trematodisciden und Spongocycliden auszeichnet.

Die Sarkode-Geissel habe ich bisher nur in den drei Gattungen *Euchitonia*, *Spongocyclia* und *Spongasteriscus* wahrgenommen, wo sie auch Herr Dr. Krohn (nach brieflicher Mittheilung) bei den von ihm auf Madera beobachteten Arten gesehen hat. Ich fand sie bei allen in Messina lebend beobachteten Arten von *Euchitonia* und bei den meisten gesehenen Arten von *Spongocyclia* (*orthogona*, *scyllaea*, *charybdaea*), sowie bei *Spongasteriscus quadricornis*, und vermisste sie nur bei *Spongocyclia cycloides* und *S. elliptica*. (Vergl. Taf. XXVIII, Fig. 5, 8; Taf. XXX, Fig. 1.) Bei diesen Radiolarien, welche sämmtlich bilateral symmetrisch und durch Bildung einer mittleren Längsaxe mit 2 verschiedenen Polen ausgezeichnet sind, verhielt sie sich in Bezug auf Lage, Grösse, Form und sonstige Eigenschaften völlig übereinstimmend. Das Sarkode-Flagellum ist ein sehr dicker, homogener, hyaliner, stielrunder Gallertfaden, welcher die übrigen Pseudopodien vielfach an Stärke und häufig auch an Länge bedeutend übertrifft. Bei *Euchitonia* war er meistens nicht viel länger, als die Pseudopodien, welche hier gewöhnlich der halben Körperlänge gleichkommen. Bei *Spongocyclia*, deren kürzere Fäden meist nur $\frac{1}{4}$ des Körperdurchmessers erreichen, war die Geissel gewöhnlich doppelt so lang, als erstere. In allen Fällen betrug die Länge zwischen 0,12—0,15^{mm}, die Breite zwischen 0,002—0,005^{mm}. An der Basis am breitesten, verdünnt sich der Gallertfaden allmählich gegen die äussere Haarspitze hin, so dass seine Form eigentlich einen sehr verlängerten Kegel darstellt. Gewöhnlich erscheint er nicht grade und steif ausgestreckt, wie die übrigen Pseudopodien, sondern mehr oder weniger S förmig gebogen, oft wellenförmig geschlängelt, oder selbst mit ein oder ein paar hakenförmigen Einbiegungen. Die Bewegung der Geissel scheint sehr langsam zu geschehen und wurde nicht direct wahrgenommen, sondern nur aus der successiven Veränderung der bald graden, bald geschlängelten Form erschlossen. Dass das Flagellum von den übrigen Pseudopodien, hauptsächlich wohl durch starrere Consistenz, verschieden sei, war daraus ersichtlich, dass es niemals Körnchen führte, mochten nun die benachbarten Pseudopodien von Körnchen ganz frei oder dicht damit bedeckt sein. Besonders bemerkenswerth ist die Lage der Sarkode-Geissel, welche sich constant genau in der Längs-Mittellinie des Körpers befand, bei *Euchitonia* in dem Winkel zwischen den beiden symmetrischen Schenkeln (also in der Verlängerung der Mittellinie des unpaaren hinteren Schenkels); bei *Spongocyclia charybdaea* tritt sie aus dem Mittelpunkt des breiteren, graden, (vorderen) Körperrandes hervor, bei *S. scyllaea* aus der längeren von den beiden parallelen Trapezoidseiten, bei *S. orthogona* und

bei *Spongasteriscus quadricornis* aus dem Mittelpunkt von einer der beiden kürzeren Seiten. Alle die genannten geisselführenden Arten mit kieseligem Schwammgerüst sind bilateral symmetrische Formen mit einer ausgesprochenen verticalen und horizontalen Mittelebene des nach einem Ende hin verschmälerten Körpers und bei allen fällt die Sarkode-Geissel mit der Kreuzungslinie dieser beiden auf einander senkrechten Ebenen zusammen, und tritt an der einen der beiden schmälern Körperseiten in jener Linie hervor.

Ähnliche besondere differenzirte Theile des Sarkodekörpers scheinen auch noch bei anderen Radiolarien vorzukommen und es bedürfen dieselben einer viel genaueren Untersuchung, ebenso wie die speciellen Abänderungen in Zahl, Grösse, Form, Consistenz und Lagerung der Pseudopodien in den verschiedenen Familien, in welcher Beziehung meine Beobachtungen sehr unvollkommen sind. Im Verhältniss zum Körperdurchmesser ist die Länge der Pseudopodien sehr verschieden, am bedeutendsten bei den Cyrtiden, Ethmosphaeriden, Acanthometriden und Ommatiden, wo sie den ersteren oft mehrfach übertreffen. Kürzer sind gewöhnlich die Fäden bei den Spongosphaeriden, Colliden und Polyzoen, und am kürzesten bei den Trematodisciden, Spongocycliden und Spongodisciden, wo sie oft kaum $\frac{1}{4}$ so lang als der Durchmesser des Körpers sind. Die peripherische Ausbreitung der Fäden ist gewöhnlich gleichmässig allseitig bei den regulären Radialformen, wogegen bei den mit einer ausgeprägten Längsaxe versehenen und bei den bilateral-symmetrischen Gestalten die Fäden oft ungleichmässig vertheilt und ungleich lang, und insbesondere in der längeren Körperaxe länger und zahlreicher entwickelt sind. Bei den mit einer besonderen Mündung an dem unteren Pole der Längsaxe versehenen Cyrtiden können die Fäden nicht allein durch alle einzelnen Löcher des Kieselgitters, sondern auch durch die grössere untere Mündung in Menge hervortreten. Ist diese ein sehr weites, nicht übergittertes Loch, so strahlen insbesondere zahlreiche Fäden von dem Mündungsrand dieses Loches in Gestalt eines Kegelmantels aus, während spärlichere Fäden im Hohlraum des Kegels herabhängen. Allenthalben, wo Spitzen, Haare, Borsten, Ecken, Stacheln und längere Vorsprünge vom Kieselskelet abgehen, zeigen die Pseudopodien eine Neigung, diese als Stütze zu benutzen und sich an sie anzulehnen, so dass sie erst am Ende der Spitze frei hervortreten. „Die Stacheln sind“, wie sich Müller immer ausdrückt, „in Fäden verlängert.“ Es sieht dann häufig ganz so aus, als ob die Fäden von einem im Inneren des Stachels oder Fortsatzes verborgenen Canal eingeschlossen seien, und erst am Ende desselben durch eine Endmündung frei hervorträten. Dieser Anschein bestimmte Müller, einen ähnlichen Centralcanal, wie ihn Claparède an den Stacheln der Acanthometren nachgewiesen zu haben glaubte, auch an den Stacheln von *Haliomma*, *Pterocanium* etc. anzunehmen. Die Fäden sollten an der Innenseite der Schale in den Stachel ein- und am freien Ende austreten. Ein solcher Centralcanal der Stacheln existirt aber bei diesen und den verwandten Gattungen so wenig, als bei einer *Acanthometra*, wie wir bereits oben bewiesen haben, und entsteht der Anschein der Verlängerung der Stacheln in Fäden, ausgenommen die wirklich hohlen Stacheln von *Aulacantha*, *Aulosphaera* und *Coelodendrum*, einfach dadurch, dass die Fäden sich gern an die feste Stütze anlehnen und mittelst ihrer starken Adhäsion am ganzen Verlauf derselben festhaften.

A n h a n g :

Die Organisation der Radiolarien-Colonien.

Polyzoen oder Polycyttarien?

Eine gesonderte Betrachtung erfordern schliesslich noch die Sarkodetheile der polyzoen Radiolarien, der coloniebildenden Collozoen, Sphaerozoen und Collosphaeren. Zwar verhalten sich sowohl die Pseudopodien, als die die Centralkapsel umschliessende Matrix derselben, hier im Wesentlichen nicht anders, als bei den monozoen Radiolarien. Die Substanz der Sarkode mit ihren eigenthümlichen Strömungen und Lebenserscheinungen ist hier wie dort dieselbe. Aber grade die Art der Verbindung der Einzelwesen in diesen Colonien ist von besonderem Interesse und liefert für die

wesentlichen Eigenschaften der Sarkode nach mehreren Seiten hin neue, treffliche Erläuterungen. Wir werden daher hier zugleich die Gelegenheit ergreifen, den Bau der Radiolarien-Colonien, der im Allgemeinen bereits oben in den einleitenden Betrachtungen (p. 25, 26) skizzirt worden ist, in seinen feineren anatomischen Verhältnissen, so weit die gewonnene Kenntniss reicht, zu schildern. Dass die Polyzoen, aus den Gattungen *Collozoum*, *Sphaerouzoum* und *Collosphaera* bestehend, Colonien von gesellig lebenden Einzelthieren, gleich den Polypenstöcken seien, ist bereits von den drei früheren Beobachtern dieser Thiere ausgesprochen worden, obwohl keiner derselben die eigentliche Art ihrer Zusammensetzung erkannt hat. Meyen bezeichnet die Sphaerozoen als „kugelförmige Aggregate von Individuen von Physematien“. Huxley hält seine *Thalassicolla nucleata* nur für einen „Reproduktionszustand“, für eine losgelöste und vergrösserte Einzelzelle des *Sphaerouzoum punctatum*, aus dem sich dieselbe, wie die Schwärmsporen der Spongien aus aggregirten Spongienzellen, entwickle. Sowohl der letztere als der erstere betrachten, unabhängig von einander, diese Colonien wie „thierische Palmellen“. Müller erkannte nicht nur die Sphaerozoen als gesellig verbundene Thalassicollen an, sondern hielt auch von Anfang an die Collosphaeren für Colonien von Polycystinen (vergl. oben p. 3, 13, 16). Allein über die eigenthümliche Art der Zusammensetzung dieser Colonien, wie über ihre gemeinsamen Lebensäusserungen finden sich bei den genannten 3 Forschern fast gar keine weiteren Angaben, was namentlich bei Müller sich daraus erklärt, dass er gewöhnlich nicht lebende, sondern durch den Mechanismus der pelagischen Fischerei getödtete Polyzoen zur Untersuchung erhielt. Meyen glaubt, dass die Einzelwesen, wie bei *Palmella*, einfach in die gemeinsame Gallertsubstanz eingelagert seien. Auch nach Huxley werden die Zellen blos durch die gallertartige, structurlose Rindenschicht zusammengehalten, welche eine grosse centrale, oder mehrere kleinere, helle, blasenförmige Höhlungen (Vacuolen) umschliesst. Doch sah er zuweilen von den Zellen, die keine andere Verbindung unter einander haben, zarte, verzweigte, fein granulirte Fäden ringsum in die Gallerte ausstrahlen. Dagegen überzeugte sich Müller bereits davon, dass die Gallerte, welche an toten Thieren die Hauptmasse des Qualsters bildet, im Leben nicht vorhanden ist. „Bei den toten Exemplaren sind die fadigen Ausläufer im ganzen Umfang des Meerqualsters mehr oder weniger in eine Gallerte verwandelt oder darin verhüllt, welche an frischen und lebendigen Exemplaren zwischen den frei auslaufenden äusseren Enden der Fäden gar nicht vorhanden ist, so dass an lebenden Sphaerozoen überhaupt eine Gallerte nicht sichtbar ist. Auch sind die toten Exemplare auf der Oberfläche der Gallerte gewöhnlich mit einem Anflug von Schmutz bedeckt, was bei lebendigen Exemplaren nicht der Fall ist, deren ganzer Umfang überall Nichts als die freien, hell auslaufenden Fäden erkennen lässt. Letztere sind, so weit sie von der äusseren Seite der Nester ausgehen, radial gestellt und ausgestreckt; diejenigen Fäden, welche den nächststehenden Nestern zugekehrt sind, bilden Büschel, welche zwischen den benachbarten Nestern hinziehen, und sich hier mit anderen Bündeln von anderen Nestern kreuzen. Die nach aussen strahlenden Fäden lassen hin und wieder Verbindungen unter einander erkennen, so dass die Körnchenbewegung zuweilen von einem auf den anderen Faden übergeht oder gar an dem zweiten Faden in entgegengesetzter Richtung sich fortsetzt. Diese Bewegung ist überhaupt einem häufigen Wechsel der Richtung unterworfen. An Fäden, welche zwischen den Nestern hingehen, ist auch Körnchenbewegung gesehen. — Ueber eine Verbindung der Fäden verschiedener Nester konnte keine Sicherheit erhalten werden.“ (Abhandl. p. 6, 7.)

Ich hatte gleich im Beginn meiner Untersuchungen ein Hauptaugenmerk darauf gerichtet, mir über den Zusammenhang der verschiedenen Nester einer Colonie, wie über den Bau dieser merkwürdigen Thierstöcke überhaupt, Klarheit zu verschaffen. Nach vielen vergeblichen Versuchen überzeugte ich mich, dass die äusserst zarten und empfindlichen Thiercolonien sowohl der Sphaerozoen als der Collosphaeren durch die mit der pelagischen Fischerei verbundene mechanische Beleidigung, die Reibung an den Netzmaschen etc. gewöhnlich zu Grunde gehen und allemal wenigstens mehr oder minder verletzt zur Beobachtung kommen. Ich versuchte daher, die Thiere auf andere Weise mir unverletzt und ohne jede Berührung einzufangen, und es gelang dies leicht durch Schöpfen mit

einem weiten Glasgefässe. Die so geschöpften Thiere sinken zwar gewöhnlich gleich nach dem Fange zu Boden; allein sie erheben sich bald wieder, und können, wenn das Wasser gehörig vorsichtig gewechselt wird, 2—3 Tage am Leben erhalten werden. Man sieht sie dann abwechselnd langsam in dem Glasgefässe auf- und niedersteigen und ihre Stellung im Raume vielfach ändern, oft auch stundenlang unbeweglich an der Oberfläche des Wassers flottiren. Indess auch diese völlig lebendigen und unverletzten Radiolarien-Colonien erlauben eine genügende Einsicht in ihre Organisation nicht ohne Mühe und es bedarf mannichfacher Beobachtungsmethoden, um völlig über dieselbe klar zu werden. Insbesondere leisteten mir feine, dünne Querschnitte mit einer recht scharfen Scheere hier die besten Dienste. Die ganzen Thierstöcke, die man so lebend fängt, sind gewöhnlich viel zu gross, um, vorsichtig in einem tiefen Uhrgläschen mit viel Seewasser unter das Mikroskop gebracht, in toto betrachtet und bei starker Vergrösserung im Zusammenhang untersucht zu werden. Dies ist nur bei den ganz kleinen Qualstern mit wenigen Nestern möglich, wie man sie nur selten durch einen Zufall lebend erhält. Viele einzelne derartige Beobachtungen und sehr zahlreiche Versuche mit Präparationsmethoden verschiedener Art haben mir nun als Gesamtergebniss das im Folgenden zusammengestellte Bild von dem Bau der Radiolarien-Colonien geliefert. (Vergl. Taf. XXXII—XXXV.)

Die Hauptmasse der Polyzoen-Qualster, den grössten Theil des Volums der lebenden Collosphaeriden und Sphaeroiden, bilden die Alveolen, jene bereits oben geschilderten kugeligen, durch gegenseitigen Druck oft polygonal abgeplatteten, dünnhäutigen, geschlossenen Blasen mit wasserhellem Inhalt, welche ganz mit den gleichen Gebilden in der Alveolenzone der Thalassicollen und Aulacanthien übereinstimmen. Diese Alveolen, welche nicht blosse Vacuolen, wandungslose Aushöhlungen in der zähflüssigen Sarkode, sondern selbstständige Blasen mit eigener Wand sind, bestimmen durch ihre gegenseitige Gruppierung und Anlagerung die äussere Form sowohl als das gesammte Volum der genannten Meerqualster. Sie sind das gemeinsame Gerüste, gleichsam das zarte Skelet, welches wie die Hauptmasse des Polypenstockes, allen Thieren der Colonie gemeinsam ist, die gemeinsame Binde- und Stütz-Substanz, auf der die Einzelthiere in bestimmten Abständen zerstreut sind. Lediglich die Ausdehnung dieser voluminösen Blasen verleiht den Polyzoen den ansehnlichen Umfang, den sie ohne dieselben durch die Anhäufung der dem blossen Auge nur als Punkte erkennbaren Einzelthiere nicht entfernt erreichen würden. Der Durchmesser, der bei den kugeligen Qualstern in der Regel nicht 5^{mm} übersteigt, erreicht bei den ellipsoid und endlich cylindrisch verlängerten, deren Dicke auch meist 5^{mm} nicht übersteigt, in der Länge bis über 50^{mm} (2 Zoll). Rein kugelig fand ich stets die Form der Collosphaeren-Qualster. Die der Sphaeroiden dagegen weicht von der regulären Kugelgestalt vielfach durch Verlängerung in der Richtung einer Axe ab, ohne dass der Grund dieser Gestaltung irgendwie zu errathen wäre, falls man darin nicht, im Hinblick auf die rosenkranzförmigen Einschnürungen, die Vorbereitung zu einem Zerfall der Colonien in mehrere Stücke erblicken will. Diese verschiedenen Formen kommen fast bei allen Arten der Sphaeroiden vor, insbesondere bei *Collozoum inerme* (Taf. XXXV, Fig. 1—5) und bei *Sphaerouzoum italicum* und *S. punctatum*. Besonders häufig sind bei ersteren die Ellipsoid-Formen, deren längerer Durchmesser meist das doppelte oder dreifache des kürzeren beträgt; bei letzteren überwiegen die sehr verlängerten dünnen Gallert-Cylinder, mit stumpf abgerundeten Enden. Diese sind dann nicht selten durch eine Anzahl mehr oder weniger tiefer, querer Einschnürungen oder ringförmiger Kerben in eine Kette von meist 5—10, höchstens 20—30, meist nicht ganz gleichen, hinter einander gereihten Gliedern perlschnurförmig abgetheilt. Eine sehr seltene und zierliche Gestaltung bot mir ein Meerqualster von *Collozoum inerme*, den ich beim Beginn meiner Untersuchungen in Messina erhielt; es war ein vollkommen regulärer, ganz geschlossener, kreisrunder Ring oder Kranz von 20^{mm} Durchmesser, zusammengesetzt aus 25 unter einander fast gleichen keilförmigen Stücken, die in ihrer Radialdimension 5^{mm} hoch und in ihrem ganzen Umfang durch seichte, in Radialebenen liegende Einschnürungen von einander getrennt waren¹⁾. (Taf. XXXV, Fig. 1.)

¹⁾ Dieser schöne Gallertkranz war das erste pelagische Thier, das ich am ersten Tage meines Aufenthalts in Messina erhielt; nachher habe ich unter vielen hundert Exemplaren eine ähnliche Form nie wiedergesehen.

Im Bau stimmen alle diese Qualsterformen, welche für die einzelnen Arten nicht charakteristisch sind, vollkommen überein. Wie die Grösse und Form, so bestimmen die wasserhellen Alveolen auch die farblose, durchsichtige und gallertige Beschaffenheit des frischen, lebenden Meerqualsters, an dem von einer Gallerte ausserhalb der Alveolen keine Spur sichtbar ist. Vielmehr ist die gesammte freie Oberfläche der Alveolen-Aggregate überall mit einem dichten Walde lang und fein ausstrahlender Pseudopodien besetzt, welche von den an der Oberfläche des Gallertstockes liegenden Einzelthieren nach allen Seiten ausgehen. Nur die nach der Oberfläche des Qualsters gerichteten Pseudopodien treten frei in das umgebende Wasser vor; alle übrigen Sarkodefäden treten in die Zwischenräume der Alveolen hinein, bilden zwischen diesen ein durch den ganzen Stock verzweigtes Sarkodenetz und dienen ebenso allen benachbarten Nestern zur directen, wie allen weiter entfernten zur indirecten Verbindung. Die Sarkode der polyzoen oder socialen Radiolarien bildet ein durch die ganze Thiercolonie zwischen den Alveolen ausgespanntes, vielverzweigtes Netz, in dessen Knotenpunkten die auf diese Weise innig verbundenen Einzelthiere, die Centralkapseln oder Nester, ihren Sitz haben. Es findet sich also ein ganz analoges Verhältniss der Einzelthiere zur Colonie, wie bei den Coelenteratenstöcken der gesellig lebenden Polypen, Hydroiden und Siphonophoren. Auch hier bei den socialen Radiolarien ist nicht nur die Hauptmasse des Körpers, sondern auch die gemeinsame Ernährungsflüssigkeit allen Individuen des Thierstaats gemeinsam; das Verhältniss ist jedoch insofern ein viel innigeres, als bei jenen, als hier die Sarkode nicht lediglich die Ernährungsflüssigkeit ist, sondern zugleich in einer und derselben Materie die empfindenden (reizbaren) und bewegenden Kräfte des Körpers in sich vereint. Wie in den solitären oder monozoen Radiolarien jedes Sarkodetheilchen seinen Ort beliebig zu wechseln und an die Stelle jedes andern zu treten fähig ist; so findet auch ganz dasselbe zwischen den verschiedenen Thieren einer und derselben Colonie statt. Man kann sich leicht durch anhaltende Beobachtung überzeugen, dass die Sarkodeströme, welche von dem Mutterboden einer jeden Centralkapsel ausgehen, nicht nur innerhalb des Bezirks dieses Einzelthiers sich bewegen, vielfach unter einander sich verzweigen und anastomosiren, sondern dass sie auch weit darüber hinaus mit den von allen andern Einzelthieren ausgehenden Sarkodeströmen in mehr oder weniger directer Communication, immer aber in ihrer Gesamtheit in continuirlicher Verbindung stehen. Die in dem zähen Sarkodefluidum suspendirten und von der activen Strömung desselben passiv mit fortgeführten dunkeln Körnchen geben auch hier wieder den trefflichsten Wegweiser für die Richtung und das sicherste Maass für die Geschwindigkeit jener communicirenden Ströme ab. Wenn man ein einzelnes grösseres Körnchen scharf ins Auge fasst und längere Zeit hindurch ohne Unterbrechung unter dem Mikroskop verfolgt, so kann man sich aufs Bestimmteste überzeugen, dass dasselbe nach allen Richtungen hin ohne bestimmte Regel das gesammte Stromnetz des ganzen Gallertstockes durchwandern kann. Von der kaum sichtbar feinen, frei auslaufenden Spitze des nach aussen gekehrten Fadens wandert das Korn in den die Centralkapsel umhüllenden Mutterboden zurück, geht von da mittelst der in tangentialer Richtung ausstrahlenden Ströme auf die damit zusammenhängenden Fäden eines benachbarten Nestes, dann in dessen Mutterboden über und kann von hier in das Innere des Gallertstockes gelangen, wo es sich seinen Weg zwischen den Alveolen hindurch nach der entgegengesetzten Seite der Colonie bahnt, um endlich hier wieder in den Mutterboden einer andern Centralkapsel und mit deren centrifugalen Strömen an die Oberfläche nach aussen zu gelangen.

Es kann nach diesen Beobachtungen, die ich vielfach wiederholt habe, kein Zweifel mehr sein, dass in der That alle Individuen einer Colonie mittelst ihrer communicirenden Sarkodenetze in der innigsten Communication stehen und dass möglicherweise im Laufe der Zeit die um die einzelnen Centralkapseln befindlichen Mutterböden ihre Sarkodesubstanz successive völlig austauschen können. Natürlich wird durch irgend welche Einrichtung das Gleichgewicht zwischen den einzelnen Individuen in der Art gewahrt sein, dass jedes derselben beständig von einer gewissen Quantität der Sarkode umgeben bleibt, wie auch bei andern socialen Thierstöcken die Ernährungsflüssigkeit auf die Einzelthiere gleichmässig vertheilt wird. Vielleicht mag die Centralkapsel selbst in dieser Beziehung als

centralisirender Attractionspunkt von Bedeutung sein. Mit den Sarkodeströmen werden auch die rings zwischen den Nestern zerstreuten und in den Mutterböden angehäuften gelben Zellen, sowie auch die häufig vorkommenden extracapsularen Oelkugeln allenthalben in der Substanz der Colonie, in dem gemeinsamen Alveolenkörper, umhergeführt, so dass auch sie zum Gemeingut des Thierstaats gehören und von keinem einzelnen Individuum beansprucht werden können. Allerdings sind sowohl bei den Sphaerzoiden als bei den Collosphaeriden häufig alle gelben Zellen in bestimmter Ordnung auf die Einzelthiere vertheilt und in deren Mutterböden, nächst der Centralkapsel, angehäuften, während in den Intervallen zwischen den Kapseln, in den Zwischenräumen des Alveolen-Aggregates, keine einzige gelbe Zelle zu erblicken ist (Taf. XXXV, Fig. 10, 11); bei den Collosphaeren sorgt über dem noch die kieselige Gitterschale, innerhalb deren, zwischen Schale und Kapsel, die gelben Zellen meist beisammenliegen, für eine vollständige Abgrenzung. Allein in anderen, kaum seltneren Fällen sind die gelben Zellen regellos im Qualster zerstreut oder sogar, wie es scheint, möglichst weit von den Kapseln, im Mittelpunkt ihrer Intervalle, zusammengeführt (Taf. XXXV, Fig. 9). Als einzig Individuelles, als unveräusserliches Eigenthum bleibt also den Einzelthieren der Polyzoen nur die Centralkapsel übrig.

Nach dieser Darstellung muss es zweifelhaft erscheinen, ob wir denn in der That unsere socialen Radiolarien als gesellig verbundene Individuen oder nicht vielmehr als Einzelthiere mit Multiplication eines Organes, der Centralkapsel, aufzufassen haben. Die letztere Ansicht dürfte um so gerechtfertigter erscheinen, als die Centralkapsel, wenn auch histologisch der am meisten differenzirte Theil des Radiolarienleibes, und morphologisch von der grössten Wichtigkeit, doch an physiologischer Bedeutung hinter dem extracapsularen Sarkodekörper zurück zu stehen, und, wie wir unten sehen werden, allein oder wenigstens vorzugsweise als Fortpflanzungsorgan zu fungiren scheint. Müller war, da ihm dies Verhältniss nicht bekannt war, vollkommen im Rechte, wenn er die Sphaerzoen und Collosphaeren, gleich den beiden früheren Beobachtern, als Colonieen gesellig verbundener Thiere auffasste. Sollten aber fernere Untersuchungen herausstellen, dass die Centralkapsel wirklich weiter nichts, als das Fortpflanzungsorgan der Radiolarien ist, so würden die Polyzoenstöcke vielleicht mit grösserem Rechte als einzelne Individuen mit Vervielfachung eines bestimmten Organes anzusehen sein. Wie bei vielen andern analogen Thierstöcken, namentlich unter den Coelenteraten (Polypen, Hydroiden, Siphonophoren), bei den Cestoden etc., wo die in neuester Zeit so vielfach ventilirte und mit so vielen Gründen Für und Wider vertheidigte Frage: Ob Organ? Ob Individuum? immer noch schwebt, und wo die Meinungen der Forscher über die Auslegung der wohl bekannten Thatsachen immer noch getheilt sind, so könnten dann auch bei den zusammengesetzten Radiolarien ebenso viel Gründe für, als gegen die Auffassung dieser Thiere als Colonieen geltend gemacht werden. Einerseits haben wir in jeder solchen socialen Radiolarien-Gesellschaft einen Verband mehrerer unter sich gleicher Einheiten, deren jede für sich isolirt ein vollständiges Thier, ein monozoes Radiolar, z. B. eine Thalassicollide, vorstellen könnte; jede dieser Einheiten besitzt Alles, was zum individuellen Leben nothwendig ist: eine Centralkapsel, umhüllt von einem Mutterboden, in dem gelbe Zellen liegen, und von dem Pseudopodien ausstrahlen; an den abgelösten Einzelthieren, welche die Grundlage einer neuen Colonie bilden, haben wir sogar den directen Beweis, dass jede dieser Einheiten ein selbstständiges individuelles Leben für sich führen kann. Andererseits sind diese mehrfach vorhandenen Einheiten in den zusammengesetzten Meerqualstern unter einander so innig verbunden, dass ihre Individualität im höchsten Grade problematisch erscheinen muss. Erstens besteht die Hauptmasse dieser socialen Qualster aus einem Aggregat von Theilen, den grossen wasserhellen Alveolen, die sich in keiner Weise auf die einzelnen Individuen vertheilen, sondern durchaus nur als Gemeingut des ganzen Stockes, als gemeinsame Stütz- und Bindesubstanz auffassen lassen. Zweitens lassen sich auch die gelben Zellen nicht bestimmt dem oder jenem Individuum zuerkennen; zeitweis sind sie zwar in der innigsten Berührung mit den einzelnen Centralkapseln lediglich in deren Mutterboden angehäuften; aber zu andern Zeiten erscheint dieser Verband völlig gelöst und die gelben Zellen erscheinen ebenso wie die oft vorkommenden extracapsularen Oeltropfen regellos in der gemeinsamen Bindesubstanz des

Stockes zwischen den Alveolen zerstreut. Drittens endlich, und dies ist das Wichtigste, ist derjenige Körpertheil, den wir in jeder Beziehung als den bedeutungsvollsten des Radiolarien-Organismus aufzufassen haben, dem wir nicht nur die Functionen des Stoffwechsels, sondern auch der Empfindung und Bewegung zuzuschreiben haben, die Sarkode, in ihrer gesamten Substanz allen Individuen des Stockes gemeinsam. Ihrer ganzen Natur nach, als zähes Fluidum, dessen Moleküle in beständiger Verschiebung begriffen sind und fortwährend wechselnde Strömungen nach allen Richtungen veranlassen, kann die contractile Sarkode, welche um jede einzelne Centralkapsel in Form des Mutterbodens angehäuft ist, nicht auf diese Einheit beschränkt bleiben. Sie wird vielmehr vermöge ihrer eigenthümlichen Lebenseigenschaften, mittelst der allenthalben ausstrahlenden Stromfäden, die sich mit denen aller anderen Individuen des Stockes zu einem zusammenhängenden Netze verbinden, in beständiger Communication, in unaufhörlichem Stoffaustausch mit diesen letzteren begriffen und aufs innigste mit ihnen verbunden sein. Diese Vereinigung, dieses Substanztausch kann offenbar so weit gehen, dass, wie wir oben schon erörtert, die um die Centralkapseln angehäuften Sarkodemassen (Matrices), die nicht im Mindesten dauernd an dieselben gebunden erscheinen, successive, als Gesamtergebnis vieler einzelner hin- und rück-führender Strömchen, von einer Kapsel auf die andere wandern und in allen beliebigen Intervallen des Stockes um gewisse centralisirende Attractionspunkte sich versammeln können. Als solche Centralherde, die einen neuen Ausgangspunkt oder Knoten für ein neues selbstständiges Stromsystem bilden werden, können hier insbesondere die jungen, eben erst in der Colonie durch Theilung (oder auch durch innere Keimbildung) selbstständig gewordenen Nester oder neuen Centralkapseln angesehen werden. Offenbar erscheint hier, sogar vom morphologischen Gesichtspunkt aus betrachtet, der Begriff der Individualität der fraglichen Einheiten vollständig vernichtet. Wo jedes Theilchen der Sarkodesubstanz von einer Centralkapsel beliebig auf die andere wandern kann, da kann man unmöglich diese Sarkodekörper länger als selbstständige, individuelle Einheit auffassen, und wie werthlos auch in morphologischer Hinsicht die an Volum, wie an histologischer Differenzirung weit hinter der Centralkapsel zurückstehende Sarkode erscheinen mag, so muss man sich dann doppelt daran erinnern, dass sie in physiologischer Beziehung offenbar der wichtigste Theil des Radiolarienleibes ist.

Hiernach wäre also die Gesamtheit eines polyzoen Meerqualsters als ein einziges solitäres Individuum aufzufassen, wesentlich bestehend aus einem vielverzweigten, netzförmigen Sarkodekörper, der an seiner Oberfläche allenthalben feine, radiale Fäden, freie Pseudopodien, ausstrahlt; die Zwischenräume oder Maschen des Sarkodegerüsts oder Stromnetzes wären mit voluminösen Alveolen, geschlossenen, wasserhellen Blasen, ausgefüllt, wie sie ganz in gleicher Weise auch die Intervalle des Sarkodenetzes von manchen entschieden solitären Radiolarien (*Thalassicolla*, *Aulacantha*) ausfüllen und den Pseudopodien zur Stütze dienen; dazwischen allenthalben zerstreut, hier, wie dort, die gelben Zellen; endlich wären in bestimmten Intervallen in gewisse Knotenpunkte dieses Sarkodenetzes mehrere geschlossene, mit zelligen Elementen gefüllte Kapseln abgelagert, welche bei den sogenannten Monozoen nur in Einzahl vorhanden sind, und welche wahrscheinlich nur die Bedeutung von Fortpflanzungsorganen haben. Nach dieser Auffassung haben also die Centralkapseln („Nester“), welche in der bisherigen Anschauung als Individuen galten, entschieden nur den Werth von Organen, und der einzige Unterschied zwischen den solitären und socialen Radiolarien besteht darin, dass diese Organeinheiten, seien sie nun bloß Fortpflanzungswerkzeuge oder dienen sie nebenbei auch andern Zwecken, dort in Einzahl, hier in Mehrzahl vorhanden sind. Man würde dann fortan jene nicht als *Monozoa*, sondern als *Monocyttaria* oder Einkapselige, diese nicht als *Polyzoa*, sondern als *Polycyttaria* oder Vielkapselige¹⁾ zu bezeichnen haben. Ob diese oder jene Auffassung die naturgemässere ist, würde sich eher entscheiden lassen, wenn wir über alle Lebenserscheinungen und insbesondere über die Vertheilung der physiologischen Functionen auf die verschiedenen Theile des

¹⁾ *κύτταριον*, τό, Deminutivum von *κύτταρος*, ό; capsula.

Radiolarienkörpers besser unterrichtet wären. Indess wird der unten folgende kurze physiologische Abschnitt, welcher versuchsweise die Lebenserscheinungen darzustellen unternimmt, zur Genüge darthun, wie sehr hier noch Alles im Dunkeln liegt, und wie wenig Hoffnung auf eine klarere Gestaltung der Anschauungen hier zunächst vorhanden ist. Vorläufig lässt sich nur sagen, dass die Lebenserscheinungen, welche man selbst an besonders lebenskräftigen Meerqualstern wahrnimmt, so indifferent, schwach und undeutlich sind, dass sie weder für das Eine noch für das Andere beweisend sind. Die sehr schwachen Phänomene der Empfindung (Reizbarkeit) äussern sich hier nicht anders, als bei den Monozoen; die sehr trägen Bewegungserscheinungen sind ebenso wenig verschieden; die socialen Radiolarien steigen ebenso wie die solitären im Wasser auf und nieder; das träge Spiel der Sarkodefäden bietet hier, wie dort, dieselben Erscheinungen. Wenn die Nester, wie wir gleich sehen werden, durch die Contraction der Sarkodestränge von der Oberfläche des Qualsters zurückgezogen und im Centrum zusammengedrängt werden, so kann dies ebenso gut auf die Organe eines Individuums, wie auf die Individuen einer Colonie bezogen werden. Dass die Function der Ernährung dem ganzen Stocke gemeinsam ist, braucht nach der obigen Darstellung des communicirenden Sarkodenetzes nicht erst erwähnt zu werden. Es bleiben also schliesslich nur die noch so wenig erkannten Vorgänge der Fortpflanzung und Entwicklung übrig, um die Frage von dieser Seite zu entscheiden. Diese scheinen allerdings wesentlich in der Centralkapsel ihren Sitz zu haben und demnach würde dieselbe also mehr als Organeinheit aufzufassen sein, wiewohl andererseits auch dann noch die Auffassung derselben als „Fortpflanzungsindividuum“ sich rechtfertigen liesse. Die einzelnen Individuen der Colonie würden dann wesentlich die Vermehrung derselben getrennt und selbstständig besorgen, während Ernährung und alle anderen Functionen dem gemeinsamen Mutterstocke anheimfielen.

Versuchen wir aus dieser kurzen Betrachtung, die sich leicht, namentlich durch Herbeiziehen der parallelen Verhältnisse bei andern Thiercolonieen (Coelenteraten, Cestoden etc.) viel weiter ausdehnen liesse, einen Schluss zu ziehen, so scheint dieser in der Annahme zu liegen, dass die Nester (Centralkapseln) der Collozoen, Sphaerozoen und Collosphaeren vom morphologischen Standpunkte aus mehr als Individuen einer socialen Colonie von Polyzoen, vom physiologischen Standpunkte aus dagegen mehr als Organe eines solitären Individuums, eines Polycyttariums, aufzufassen sind. Wie indess bei Betrachtung jedes organisirten Körpers keiner dieser beiden Standpunkte allein berücksichtigt werden darf, sondern erst aus der Vereinigung beider uns das volle und wahre Bild des Organismus entgegentritt, so werden wir auch hier diesen beiden Ansichten ihre Berechtigung zugestehen müssen. Man kann die zusammengesetzten Radiolarien als beweisendes Beispiel für die Behauptung benutzen, dass die beiden Begriffe des Individuums und des Organs in der Natur durchaus nicht so verschieden oder durch eine so scharfe Grenze getrennt sind, wie man sie gewöhnlich festzuhalten pflegt¹⁾. Unter den Radiolarien selbst findet sich das Beispiel

¹⁾ Organ und Individuum gehen hier, wie an so vielen Stellen in der Natur, ohne feste Grenze in einander über; wir begegnen unter den niederen Thieren, wie allenthalben im Pflanzenreich, einer Masse von organisirten Körpertheilen, die wir weder als Organ noch als Individuum mit Sicherheit zu bezeichnen im Stande sind. Diese beiden Begriffe sind ebenso, wie die Begriffe des Thiers und der Pflanze, von deren allmählichem Uebergang wir noch unten sprechen werden, lediglich subjective, willkürliche Abstractionen des menschlichen Verstandes; die Natur kennt die Grenze, die der Mensch hier zieht, nicht. Die vielen vergeblichen Versuche, die in der letzten Zeit gemacht worden sind, eine scharfe Grenze zwischen Organ und Individuum zu ziehen, und die um so mehr scheiterten, je weiter man in die Kenntniss der zweifelhaften Zwischenstufen eindrang, bezeugen hinlänglich, ebenso wie die immer fruchtloseren Versuche, die Grenze von Thier und Pflanze festzustellen, dass diese Bestrebungen durchaus künstliche sind. Wir finden diese subjectiven, abstracten Begriffe an den Grenzmarken in der Natur nirgends rein verkörpert, sondern vielfach durch allmähliche Uebergänge verwischt; auch hier steigt die Scala der Organisation ganz allmählich, aus dem Einfachsten sich entwickelnd, zum Zusammengesetzten empor. In den einfachsten Organismen, in den einzelligen Pflanzen, in den niedersten Rhizopoden, erscheinen Organ und Individuum identificirt. Das ganze Individuum ist ein einfaches Organ, welches die verschiedensten Functionen gleichzeitig besorgt. Dann erscheinen eine Reihe complicirter Bildungen, bei denen die Beantwortung der Frage: Ob Organ? Ob Individuum? lediglich der subjectiven Willkühr des Beobachters anheim gegeben wird. Endlich ist die Differenzirung des Organismus so weit vorgeschritten, dass eine Colonie von mehreren Individuen sich von einem Individuum mit mehreren Organen sofort sicher unterscheiden lässt.

eines Thiers, welches, selbst wenn man die Polyzoen als Colonieen anerkennt, den Uebergang von diesen zu den Monozoen herzustellen scheint. Es ist die Gattung *Physematium*, deren genau bekannte Art, *Ph. Muelleri*, durch ihren eigenthümlichen Bau Anhaltspunkte für die eine, wie für die andere Auffassung liefert. Schneider betrachtet die mehrfach vorhandenen eigenthümlichen Organeinheiten in dieser Gallertkugel als Analoga der Nester der Sphaerozoen, von denen sie sich besonders dadurch unterscheiden, dass sie keine eigene Hüllmembran haben. Danach wäre also *Physematium* ein *Polyzoum*. Müller dagegen legt mehr Gewicht auf die gemeinsame Hüllmembran der Gallertkugel und auf die einfache in ihrem Centrum liegende eigenthümliche Kugel („centrale Zelle“), und betrachtet demnach das Ganze als ein *Monozoum*. (Vergl. unten die specielle Beschreibung von *Physematium Muelleri*.) Eine scharfe Analyse dieses Organismus beweist trefflich, wie schwer hier die Grenze zu ziehen ist. Hier, wie anderwärts, dürfen wir niemals diesen allmählichen Uebergang des Individuums in das Organ vergessen, wenn wir gezwungen sind, uns dieser beiden willkürlich abgegrenzten Begriffe in unseren künstlichen Betrachtungs- und Scheidungsmethoden der Natur zu bedienen.

Die zusammengesetzten Radiolarien können also ebenso gut als Colonieen von mehreren Individuen (Polyzoen), wie als Individuen mit mehrfach vorhandenen Organeinheiten (Polycyttarien) aufgefasst werden. Da wir indess einmal, um in dem unvermeidlichen Systeme uns zurecht zu finden, uns für das Eine oder das Andere entscheiden müssen, so scheint es am besten, wie wir auch unten bei der Entscheidung — ob Thier? ob Pflanze? — gethan haben, den morphologischen Charakteren, als den sicherern und am besten bekannten, das grössere Gewicht beizulegen und somit die zusammengesetzten Radiolarien, bis auf weitere Erkenntniss ihrer Organisation, gleich den bisherigen Beobachtern, für sociale Thiercolonieen zu erklären und mit dem Namen *Polyzoa* zu belegen.

Bevor wir die verschiedenen Zustände, in denen die Radiolarien-Colonieen zur Beobachtung kommen, kurz erörtern, scheint es zweckmässig, zuvor noch einen anatomischen Blick auf die Centralkapsel der Polyzoen, als auf den eigentlich allein individuellen Theil der Einzelthiere der Colonie zu werfen. In der Grösse gleicht die Kapsel, dem blossen Auge meist deutlich als feiner Punkt erkennbar, durchschnittlich der Centralkapsel der Monozoen mittlerer Grösse. Ihre Membran ist sehr fest, oft doppelt contourirt, bis zu 0,002^{mm} dick, und also dicker, als bei den meisten Monozoen; ihr Inhalt ist meist besser, als bei den letzteren, zu erkennen, da er heller, durchsichtiger und meist farblos ist, seltener durch Pigmentkörner gefärbt: blau bei *Collozoum coeruleum* und bei mehreren Varietäten von *Collosphaera Huxleyi*; braun bei *Sphaerouzoum fuscum*. In der Mitte der Centralkapsel, die bei den monozoen Thalassicollen von der Binnenblase eingenommen wird, liegt gewöhnlich eine grosse, stark lichtbrechende Oelkugel, vielleicht von einer besonderen Membran umgeben. Seltener fehlt dieser centrale Oeltropfen oder es sind statt dessen mehrere kleinere vorhanden. Die Hauptmasse des übrigen Inhalts bilden die kleinen, kugeligen, wasserhellen Bläschen, welche in der Centralkapsel keines Radiolars zu fehlen scheinen und deren Zellennatur, wie wir oben gesehen, zweifelhaft ist. Häufig enthalten sie 1 oder mehrere dunkle Körnchen. Aehnliche Körnchen scheinen auch in der zähen, schleimigen Flüssigkeit zwischen den Bläschen, in der intracapsularen Sarkode, zerstreut zu sein. Sehr häufig finden sich zwischen den Bläschen grosse Mengen sehr kleiner, dunkler, stäbchenförmiger Körper zerstreut. Zuweilen sind sie ganz verdeckt durch das Pigment oder durch die namentlich bei *Collozoum* vorkommenden Massen kleiner, wetzsteinförmiger, starklichtbrechender, schwerlöslicher Krystalle. Zwei in einander geschachtelte Zellen, wie sie Müller seinem *Sphaerouzoum bicellulare* zuschreibt, sind mir niemals vorgekommen (vergl. darüber unten). Der die Centralkapsel umschliessende Hof von Sarkode stellt einen meist ansehnlichen, bisweilen sehr dicken Mutterboden dar, in dessen zähem, körnigem Schleim zahlreiche Körner und Bläschen, sowie die fremden, zur Nahrung dienenden Körper angehäuft sind. Letztere scheinen nicht mit in das Innere der Colonie fortgeführt zu werden, sondern nachdem die Aufnahme stattgefunden und die peripherischen Pseudopodien die nährenden Stoffe ausgezogen, alsbald wieder durch centrifugale Ströme entfernt zu werden. Die Zahl der aus dem Mutterboden ausstrahlenden Pseudopodien ist sehr beträchtlich, ebenso gewöhnlich

die Zahl ihrer Verbindungen, durch die sie das continuirlich zusammenhängende Sarkodennetz herstellen. Dass Müller die sehr zahlreichen Anastomosen der Fäden verschiedener Nester niemals sah, ist wohl nur dem Umstand zuzuschreiben, dass er meist tote Exemplare erhielt, obwohl dieselben auch hier noch oft deutlich zu verfolgen sind. Die wechselnde Lage der bald um die Nester angehäuften, bald im ganzen Qualster zerstreuten gelben Zellen ist bereits mehrfach erwähnt, ebenso das Verhalten der extracapsularen Oeltropfen. (Vergl. unten: Fortpflanzung.) Am meisten an der Centralkapsel auffallend erscheint ihre sehr veränderliche Gestalt, welche entweder von einer Compression, einer in bestimmter Richtung erfolgenden Contraction des umhüllenden Sarkode-Mutterbodens, oder aber von einer Contractilität der Kapsel selbst abgeleitet werden muss. Während die Kapsel der Monozoen mir niemals einen Wechsel ihrer charakteristischen Gestalt gezeigt hat und immer ganz starr erscheint, habe ich die Form der Polyzoen-Nester, selbst innerhalb eines und desselben Qualsters, so verschieden gesehen, dass eine Contractilität derselben höchst wahrscheinlich erscheinen muss. Allerdings ist schon das Theilungsvermögen derselben durch die Fähigkeit der Zusammenziehung bedingt. Doch konnte ich den Act des Ueberganges von einer Form in die andere niemals unmittelbar verfolgen. Die Gestalt der Kapsel geht, abgesehen von den unten zu schildernden bisquitförmigen Theilungsformen, aus der Kugel in das Ellipsoid, besonders aber in die flache, biconvexe Scheibe, eine Linse mit abgerundetem Kreisrande, über (Taf. XXXII, Fig. 9, 10; Taf. XXXIII, Fig. 5; Taf. XXXV, Fig. 6, 7). Sehr eigenthümlich verhält sich die Gestalt der Centralkapseln von *Collozoum pelagicum*, welche von verschiedenen Seiten unregelmässig polygonal comprimirt sind (Taf. XXXII, Fig. 4, 5).

Untersucht man nach den verschiedenen Richtungen hin den Bau eines vollkommen lebendigen Meerqualsters, so findet man in der Regel, dass die Nester nur auf der Oberfläche, nicht im Inneren des Alveolen-Aggregates zerstreut sind, und dass sie alle einer flachen, biconvexen Linse gleichen, so stark comprimirt, dass die centrale Oelkugel fast an die beiden gekrümmten Flächen der Membran anstösst. Die linsenförmigen Nester erscheinen meist sehr gleichmässig über die Oberfläche des Meerqualsters vertheilt und sind durch regelmässige Intervalle getrennt, welche ihrem eigenen Durchmesser gleich sind oder denselben um das Doppelte, seltener Mehrfache übertreffen. Wird der Qualster rasch getödtet, z. B. indem man ihn ohne mechanische Verletzung in ein Gefäss mit Weingeist oder Liqueur conservativ wirft, so erhalten sich die Einzelthiere vollkommen in dieser Form und Stellung. So sehe ich sie noch jetzt an den in Liqueur mitgebrachten Qualstern. Auch Huxley hat bereits die Nester des *Sphaerouzoum punctatum* in dieser Form abgebildet¹⁾. So oft ich durch Meerqualster dieser Art in frischem, lebenskräftigem Zustande Querschnitte machte, so sah ich stets den ganzen inneren Raum nur von dem Alveolenaggregat erfüllt, und die linsenförmig comprimirten Nester nur rings im Umfange in gleichen Abständen vertheilt. Jedes Nest erschien von einem Hofe von Spicula und von gelben Zellen umgeben. Spicula sah ich auch bisweilen allenthalben im inneren Raum zwischen den Alveolen, und zwar bemerkte ich dann fast allemal, dass die in der Aussenzone rings um die Nester liegenden Spicula viel grösser waren und die vollkommen ausgebildete charakteristische Form der Art zeigten, also bei *Sphaerouzoum punctatum* den starken Mittelbalken und an beiden Enden desselben die 3 divergirenden, mit kleinen Zähnen besetzten Schenkel; dagegen schienen die im Inneren zwischen den Alveolen zerstreuten Spicula jüngere Zustände zu repräsentiren; sie waren meist viel kleiner, zum Theil noch ganz dünne, feine Nadeln, mit den ersten kurzen Anlagen der 3 Schenkel an beiden Enden, zum Theil bereits grösser und dicker, und mit ziemlich ausgebildeten, aber noch nicht gezähnten Schenkeln; nur die grössten und dicksten waren mit Zähnen besetzt. Die von dem Mutterboden rings um die Nester ausstrahlenden Pseudopodien liessen sich in den meisten Fällen deutlich, sowohl im ganzen Umfang des Querschnitts, als zwischen den Alveolen im Inneren verfolgen (Taf. XXXIII, Fig. 5). Immer bildeten sie ein zusammenhängendes Netz von mehr oder weniger zahlreichen, gröberen oder feineren, vielfach verzweigten und anastomosirenden Sarkodeströmen, welche

¹⁾ Annals and Mag. of nat. hist. II Ser. 1851, Pl. XVI, Fig. 1—3.

sich im Ganzen ebenso verhielten, wie die Stromnetze zwischen den Alveolen der Monozoen, *Thalassicolla*, *Aulacantha* etc. Die zunächst benachbarten Nester waren immer unmittelbar durch sehr zahlreiche Anastomosen der seitlich ausstrahlenden Fäden verbunden. Andere Fadenbündel kreuzten sich mit denen der nächststehenden Nester und liefen weiter in das Innere zwischen die Alveolen hinein oder zu anderen entfernteren Nestern hin, um mit diesen eine Verbindung herzustellen. Je weiter nach innen, desto spärlicher und dünner erschienen die Sarkodefäden zwischen den Alveolen. Niemals wurde aber ein continuirlicher Zusammenhang aller Nester unter einander durch dieses Fadengerüst vermisst. Auch die Körnchenbewegung wurde an hinreichend gut erhaltenen Exemplaren zwischen den Alveolen hin öfter verfolgt, schien jedoch hier nie diejenige Intensität und Schnelligkeit zu erreichen, wie an den frei nach aussen strahlenden peripherischen Pseudopodien, die den ganzen Umfang des Qualsters mit einem dichten Sammet feinsten Stromhaare überziehen. Eine besondere Gallertmasse zwischen den Basen der Pseudopodien konnte ich bei lebenden Thieren ebenso wenig, als Müller wahrnehmen; vielmehr wird die gallertige Consistenz des Qualsters hier lediglich durch die Beschaffenheit der Alveolen, im Verein mit dem sie verbindenden Sarkodenetz bedingt. Am toten Qualster schliesst dagegen eine dicke Gallertschicht den ganzen Umfang desselben nach aussen scharf ab.

Während die ganz frischen und lebendigen Sphaerizoiden, welche ohne Berührung mit dem Glase geschöpft wurden, mir fast immer in vollkommen lebenskräftigem Zustande das geschilderte Verhalten zeigten: linsenförmig abgeplattete, seltener kugelige Nester, nur auf der Oberfläche des Qualsters zerstreut, mit an der ganzen Oberfläche steif ausgestreckten Fäden, so erschienen dagegen die mit dem pelagischen Netze gefischten Qualster fast immer in mehr oder weniger verändertem Zustande, nämlich die Nester meist kugelig oder unregelmässig rundlich und meist in das Innere des Alveolenaggregats mehr oder weniger tief hineingedrängt, dabei die Fäden verbogen, gekrümmt und häufig in breite Massen verschmolzen. Solche schon mehr oder weniger veränderte, durch den Fang beschädigte Exemplare, scheint Müller, welcher auch die Sphaerizoiden nur mit dem Netz fischte, allein gehabt zu haben, wie aus seiner Abbildung von dem „Verhalten der Fäden bei einem ganz frischen und lebendigen *Sphaerizoum*“ (Abhandl. Taf. VIII, Fig. 1.) hervorgeht. Hier sind die Nester bereits im Innern des Qualsters zusammengeläuft, über dessen Oberfläche zwischen den gekrümmten Fäden die Alveolen vortreten. Im höchsten Grade geht diese Veränderung so weit, dass die kugeligen Nester dicht an einander gedrängt als zusammenhängendes, maulbeerförmiges Conglomerat im Centrum des Qualsters erscheinen, und dass dann das Alveolenaggregat rings um dieselben eine Gallerthülle bildet. Dann erscheinen aber die Fäden meist ganz zurückgezogen und gewöhnlich die Oberfläche des Qualsters noch über dem Alveolenkörper mit einer dünnen Gallertschicht bedeckt. Erreicht diese Gallertschicht über dem Alveolenkörper eine gewisse Dicke, so kann man diesen Zustand des Thiers wohl als Tod betrachten. Dagegen scheint ein geringerer Grad dieser Veränderung sich wieder nachträglich lösen zu können, indem die Sarkodeströmung sich wieder herstellt, die Gallerte von der Oberfläche (das Product einer Exsudation oder Imbibition der Sarkode) verschwindet und die Pseudopodien wieder vortreten. Viel genauere und anhaltendere Beobachtungen sind hier noch erforderlich, um einen sicheren und klaren Ueberblick über diese Verhältnisse zu gewinnen und insbesondere um die Beziehungen zwischen den sehr verschiedenen äusseren Erscheinungsweisen der Qualster und den inneren Veränderungen in diesen Thiercolonieen zu erkennen. Vorläufig glaube ich mich, wenn ich die Menge der sehr verschiedenartigen Zustände, die ich in dieser Beziehung beobachtet habe, überblicke und daraus ein allgemeines Resultat zu ziehen suche, nur zu der Annahme berechtigt, dass die Einzelthiere der Radiolariencolonieen das Vermögen besitzen, ihren Platz innerhalb des Alveolenstockes vielfach zu ändern, und dass sie in ungestörtem, lebendem Zustande an die Oberfläche desselben hervortreten, während sie, wenn sie gestört werden oder langsam absterben, sich in das Innere und zuletzt bis zum Centrum des Alveolenaggregates zurückziehen. Wahrscheinlich wiederholt sich dieser Vorgang während des Lebens sehr häufig und er zeigt aufs neue, wie wenig die einzelnen Thiere des Stockes individualisirt sind, da offenbar sowohl die Sarkode, als die Alveolen

und die gelben Zellen ihre Beziehungen zu den einzelnen Centralkapseln bei dieser Unbestimmtheit ihrer wechselnden Lage vielfach ändern müssen. Die Zustände, in denen man die Qualster mit zurückgezogenen Nestern trifft, sind, wie schon angedeutet, nach Form und Grösse des Qualsters, nach dem Grade der Störung, die das Zurücktreten der Nester veranlasste, und nach anderen mannichfachen Umständen, sehr verschieden. Während die meisten kleineren Qualster, welche langsam im pelagischen Mulder abgestorben sind, gewöhnlich eine einfache, von Gallerte umschlossene Maulbeere, d. h. ein einziges, zusammenhängendes, kugeliges Conglomerat kugeliger Nester in dem Mittelpunkt eines von einer kugeligen Gallertschicht umschlossenen Alveolenaggregates darstellen, so vertheilen sich die Nester in grossen, gestörten Qualstern oft in sehr mannichfacher Weise, indem sie z. B. in den rosenkranzförmig eingeschnürten, langen, cylindrischen Qualstern in eine Reihe von solchen Maulbeeren zusammentreten, deren je eine im Mittelpunkt jedes Gliedes oder Gallertabschnitts liegt. In sehr grossen, kugeligen oder ellipsoiden Qualstern erscheinen häufig eine verschiedene Anzahl in ungleichen Abständen vertheilter und ungleich grosser Maulbeeren, indem die zurückgezogenen Nester in sehr ungleicher Weise sich um beliebige Mittelpunkte gruppieren. So z. B. sah ich in einem ellipsoiden Qualster von *Sphaerozoum spinulosum* von 18^{mm} längerem, 11^{mm} kürzerem Durchmesser, zwischen sehr zahlreichen einzelnen Nestern und kleinen Haufen von je 2—4 Nestern, die durch die ganze Dicke des Alveolenstockes versprengt waren, etwa 20 grössere Maulbeeren von je 40—60 Nestern¹⁾. In andern Fällen hatten sich die Nester gleichmässiger von der Peripherie zurückgezogen und halten, indem sie näher gegen das Centrum zusammenrückten, ihre gegenseitige Lage ziemlich gleichmässig bewahrt. Die im Centrum zusammengeballten Nester erschienen stets kugelig. Die zwischen den Alveolen zerstreuten und meist rings um die Nester angehäuften gelben Zellen verhielten sich in den Qualstern mit zurückgezogenen Nestern verschieden. Bald folgten sie den Nestern und lagerten sich in dichtem Gedränge rings um die maulbeerförmigen Conglomerate der Nester ab, bald bildeten sie in einiger Entfernung einen Kranz um dieselben, bald waren sie regellos in der ganzen äusseren Alveolen-Masse zwischen denselben zerstreut. Auch die Pseudopodien strahlten bisweilen, selbst wenn alle Nester im Centrum zusammengehäuft waren, von diesen aus, durch die Zwischenräume der Alveolen hindurch nach aussen und traten bisweilen selbst noch wie ein dichter, sammetartiger Haarbesatz über die äussere Oberfläche des Qualsters hervor. Wenn die Nester in einem grösseren Qualster gruppenweis conglomerirt waren, so bildete jede einzelne Maulbeere den Mittelpunkt für eine Strahlenkugel von Pseudopodien (Taf. XXXIII, Fig. 3, 4). Auch in diesen Fällen waren die Fäden oft noch steif ausgestreckt, sehr lang und zeigten Körnchenbewegung. Häufiger allerdings war die letztere nur noch schwach oder gar nicht mehr sichtbar. Die Verbindungen der Fäden zwischen den Nestern und Nestergruppen blieben aber häufig auch dann noch sichtbar, wenn bereits der Tod eingetreten war und eine dicke, oft radiär gestreifte Gallertschicht den ganzen Qualster rings umhüllte.

Die Ursache dieser Ortsveränderungen der Nester in den Qualstern ist wohl nur in den Contractionen der Fäden, in einer mehr und mehr überhandnehmenden centripetalen Richtung der Sarkodeströme aller Nester zu suchen. Dass die Nester selbst, d. h. die Centralkapseln, obwohl sie, wie wir eben gesehen haben, einer Gestaltsveränderung fähig sind, nicht diese, jedenfalls nur sehr langsam vor sich gehenden Contractionen, die Verwandlung der Kugel- in die Scheiben-Form und umgekehrt, zum Eindringen in die Alveolenmasse benutzen, ist aus vielen Gründen sehr wahrscheinlich. Es ist ja auch leicht möglich, dass diese Gestaltsveränderung nicht von einer activen Contraction der Centralkapsel selbst herrührt (in welchem Falle sie auf Rechnung der zwischen den Bläschen in der Kapsel enthaltenen Sarkode zu setzen sein würde), sondern dass sie rein passiv durch eine Contraction der dickeren Sarkodeschicht des umgebenden Mutterbodens erfolgt. Wenn auch nicht diese Formveränderung, so ist doch gewiss die beschriebene Lageveränderung der Centralkapseln (Nester) als Product länger anhaltender bestimmter Richtungen der Sarkodeströme zu betrachten. Schon

¹⁾ Einen ähnlichen kugeligen Qualster derselben Art mit sehr ungleichmässig vertheilten und zusammengeballten Nestern zeigt Taf. XXXIII, Fig. 3; ein einzelnes, maulbeerförmiges Conglomerat mehrerer Nester aus demselben Fig. 4.

Müller spricht diese Ansicht in seiner Abhandlung (p. 7) aus: „Bewegungen der ganzen Sphaerozoen, wie sie Meyen angegeben, habe ich auch an den frischesten Exemplaren mit lebhafter Körnchenbewegung niemals wahrgenommen; gleichwohl ist mir die Contractilität der Fäden nicht zweifelhaft, ich erkläre mir daraus die Erscheinung, dass man die frischen, lebendigen Exemplare zuweilen locker mit weit von einander abstehenden Nestern, zuweilen ganz verdichtet mit zu einem Klumpen zusammengehäuften Nestern antrifft, während hingegen die strahligen, frei auslaufenden Fäden in beiden Fällen weit ausgebreitet sind.“ Jedenfalls geschieht die Lageveränderung der Nester innerhalb des Qualsters, welche als das Resultat der zusammenwirkenden Contractionen vieler einzelner Pseudopodien aufzufassen ist, so langsam, dass die Erscheinung dieser Contractionen nur sehr schwer direct wahrnehmbar sein würde. Man bemerkt diese Bewegungserscheinungen, ebenso wie manche pendelartige Bewegungen der frei ausstrahlenden Fäden, eben nur an dem Erfolg, den sie haben, hier an der veränderten Stellung der Fäden gegen ihre Nachbarn, dort an der veränderten gegenseitigen Entfernung der Nester. Da die Sarkode zwischen allen Nestern ein zusammenhängendes und den ganzen Alveolenstock durchziehendes Netz bildet, so werden sämtliche Nester bei gleich starker und allseitiger Contraction der gesamten Sarkodemasse, d. h. bei einer allgemeinen und überall gleich intensiven centripetalen Strömung gegen den Mittelpunkt des Qualsters hinbewegt werden. Es scheint, dass auch diese Ansammlung der Nester in der Mitte des Qualsters, in Folge einer von aussen einwirkenden Störung, ebenso wie das Hervortreten der Nester an die Oberfläche des Alveolenaggregates beim Nachlass der Störung, in Folge eines gemeinsamen Impulses geschieht, der alle Individuen der Colonie beherrscht, und dessen Leitung von und zu den einzelnen Nestern offenbar durch das continuirliche Sarkode-Netz vermittelt wird. Auch in dieser Beziehung erscheint wieder die Radiolarien-colonie, vom physiologischen Gesichtspunkte aus betrachtet, als Individuum (Polycyttarium), mit einem Multipolum gleicher Organe (Centralkapseln), ebenso wie die Anhänge einer Siphonophorencolonie, physiologisch aufgefasst nur den Werth von Organen eines Individuums besitzen, während, wenn man den morphologischen Standpunkt behauptet, der Polycyttarien-Qualster auch dann noch als eine Colonie innig verbundener Individuen aufgefasst werden kann.

II B. Die Lebenserscheinungen der Radiolarien.

Die Lebenserscheinungen der Radiolarien entsprechen in ihrer Einfachheit und Eigenthümlichkeit ihrem Körperbau, und wie wir allenthalben in der organischen Natur sehen, dass die physiologischen Verrichtungen eines Organismus einzig und allein durch die feinere und gröbere Structur seiner Organe und durch die chemischen und physikalischen Eigenschaften der die Organe zusammensetzenden Gewebe hervorgerufen und modificirt werden, so sehen wir auch, dass die Functionen des Radiolarienkörpers aufs innigste und unmittelbarste seiner einfachen anatomischen Zusammensetzung und den physikalischen und chemischen Eigenthümlichkeiten seines Gewebes entsprechen. Vor Allem ist es hier wieder die Sarkode, die unser Interesse fesselt. Die Bedeutung der in der Sarkode zerstreuten anderen Formelemente, der gelben Zellen, der Pigmente, Alveolen etc., ist uns fast gänzlich unbekannt, kaum weniger die Bedeutung der von der Sarkode umschlossenen Centralkapsel, wenngleich wir mit grosser Wahrscheinlichkeit die Vermuthung hegen dürfen, dass ihr Inhalt, mindestens grossentheils, zur Reproduction verwendet werde. Wir können von der Betrachtung der genannten, ausser der Sarkode vorhandenen Formelemente, bei der physiologischen Betrachtung zunächst um so eher absehen, als dieselben den nahverwandten Polythalamien fehlen, und als bei diesen ganz dieselben Lebenserscheinungen, wie bei den Radiolarien, sich an der Sarkode allein wiederholen. Hier, wie dort, fehlen Nerven, Muskeln, Sinnesorgane, Verdauungsorgane, als gesonderte, aus differenzirten Geweben zusammengesetzte Organe völlig; alle Functionen, welche bei den höheren Thieren auf jene verschie-