

Ueber den Sarcoderkörper der Rhizopoden.

Von

Dr. **Ernst Häckel.**

Prof. in Jena.

Mit Tafel XXVI.

Nachdem die wesentlichen Eigenthümlichkeiten des Rhizopodenorganismus durch die in den letzten 30 Jahren angestellten sorgfältigen Untersuchungen von *Dujardin*, *Huxley*, *Claparède*, *Krohn*, hauptsächlich aber *Max Schultze* und *Johannes Müller* mindestens in ihren Grundzügen festgestellt zu sein schienen, ist in den letzten drei Jahren eine völlig entgegengesetzte Darstellung desselben von *Reichert* gegeben worden, und wird noch fortwährend, aller dagegen vorgebrachten Widerlegungen ungeachtet, von demselben mit der grössten Bestimmtheit aufrecht erhalten. Die eigenthümliche Art und Weise, in welcher *Reichert* diesen Gegenstand fortdauernd behandelt, veranlasst mich, der Anführung der von mir angestellten neuen Beobachtungen und zu liefernden Beweismittel eine kurze historische Skizze von der Entwicklung unserer Rhizopodenkenntnisse und der damit verbundenen Controverse vorzuschicken¹⁾.

Die wahre Natur des Rhizopodenkörpers, die halbflüssige Beschaffenheit der schleimigen Sarcod, welche denselben ganz oder grösstentheils zusammensetzt, und die charakteristischen Lebenserscheinungen dieser Sarcod, namentlich das Verästeln und Verschmelzen der von ihr ausgehenden Pseudopodien und die Körnchenbewegung an den letzteren — alle diese wesentlichen Eigenschaften und Leistungen des Rhizopodenkörpers sind im Jahre 1835 von *Dujardin* entdeckt worden. Zwar waren die zierlichen kalkschaligen Polythalamien, welche einen so grossen

1) Eine kurze Geschichte der Rhizopodenklasse bis 1860 habe ich in meine Monographie der Radiolarien (Berlin 1862) p. 194—199 aufgenommen. Die Geschichte der Radiolarien ist ausführlicher ebendasselbst p. 1—24 behandelt. Die nähere Geschichte der Polythalamien enthält *Max Schultze's* Werk über den Organismus der Polythalamien (Leipzig 1854) p. 1—7.

Theil der Rhizopodenklasse bilden, schon mehr als hundert Jahre zuvor von *Beccarius* (1734) und *Breyn* (1732) entdeckt und beschrieben und von *Janus Plancus* (1739) abgebildet worden. Da indess diese Beobachter sich bloß mit den zierlichen gekammerten Kalkschalen dieser Thiere befassten, so blieb ihnen der weiche, darin eingeschlossene Körper unbekannt. Die oberflächliche Formähnlichkeit, welche einige jener gekammerten Kalkschalen mit der Schale von *Nautilus* besitzen, verleitete 1826 *A. d'Orbigny*, den Bewohnern derselben eine complicirte, derjenigen des *Nautilus* ähnliche Organisation anzudichten, von denen die höchst einfach organisirten Polythalamien keine Spur besitzen. Doch war *d'Orbigny* ehrlich und einsichtig genug, seine falschen Angaben später zurückzunehmen, nachdem er sich durch den Augenschein von der Richtigkeit der Angaben *Dujardin's* überzeugt hatte¹⁾.

Die vollkommen naturgetreue Darstellung, welche *Dujardin* 1835 von dem einfachen Organismus der Rhizopoden und von den Lebenserscheinungen der Sarcod gegeben hatte, wurde 1854 von *Max Schultze* in allen wesentlichen Punkten bestätigt, und durch zahlreiche eigene treffliche Beobachtungen vervollständigt und erweitert, die in seinem schönen Werke über den »Organismus der Polythalamien« niedergelegt sind. Bei zahlreichen im adriatischen Meere lebend beobachteten Polythalamien aus verschiedenen Familien fand *Max Schultze* überall dieselbe einfache Beschaffenheit des nicht differencirten schleimigen Weichkörpers, der von der gekammerten Schale umschlossen ist. Nirgends liess sich eine Spur von differencirten Geweben nachweisen. Ueberall werden sämtliche Functionen des Thierkörpers nur von der homogenen, mit feinen Körnchen durchsetzten, schleimigen Grundmasse (Sarcod) vollzogen, von welcher die ewig wechselnden feinen verzweigten und anastomosirenden Schleimfäden ausstrahlen, an denen man kleine Körnchen in wechselnder Richtung auf und nieder laufen sieht.

Noch vor den ausführlichen und sorgfältigen Untersuchungen von *Max Schultze* über die Polythalamien war bereits dasselbe merkwürdige Phänomen der Körnchenbewegung an der Sarcod anderer Thiere be-

1) Alle wesentlichen Eigenthümlichkeiten der Sarcod des Rhizopodenkörpers sind schon von *Dujardin* 1835 so vollkommen richtig erkannt und beurtheilt worden, dass ich nicht umhin kann, hier nochmals eine seiner Hauptstellen wörtlich anzuführen: »Die sehr feinen Sarcodefäden schreiten langsam in gerader 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 andern Fortsatzes zu dienen. Man kann diese Fäden nicht als wahre Tentakeln betrachten; es ist eine einfache thierische Ursubstanz, welche sich ausdehnt und verschiebt gleichsam wie Wurzeln.« *Annales des sciences naturelles* 1835. Tom. III. p. 312.

obachtet worden, deren Rhizopodennatur damals noch gar nicht bekannt war. Der ausgezeichnete englische Naturforscher *Huxley*, welcher auf seiner Erdumsegelung zum erstenmal lebende Thalassicollen, Sphaerozoen und Collosphaeren beobachtet hatte, beschreibt bei *Thalassicolla nucleata* »zahlreiche platte, verzweigte, sehr zarte Fäden, welche von den innersten Lagen der schleimigen Gallertkugel ausstrahlen. Diese Fäden waren dicht mit äusserst kleinen dunklen Körnchen besetzt, welche eine active Bewegung zeigten, als ob sie entlang den Fäden circulirten, jedoch ohne bestimmte Richtung¹⁾.«

Ganz dieselbe Körnchenbewegung an feinen Sarcodetäden wurde dann 1855 von *Claparède* und *Lachmann* an mehren Arten der Gattung *Acanthometra* und an *Plagiacantha* entdeckt, und bei der letzteren auch das Verschmelzen mehrer Schleimfäden zu bogenförmigen Schlingen beobachtet. *Claparède* sagt darüber, indem er die Identität dieser Phänomene mit dem an den Polythalamien beobachteten constatirte: »Une observation scrupuleuse des pseudopodes des polythalamies enseigne jusqu' à l'évidence, que ces organes sont bien réellement doués des propriétés singulières qui leur sont attribuées par l'école *Dujardin-Schultze*. Les granules, qu'on voit circuler dans ces expansions passent au point de fusion de l'une dans l'autre avec la plus grande facilité, ce qui ne pourrait avoir lieu, si ces expansions étaient simplement enchevêtrées les unes dans les autres²⁾.« Sehr schön ist ferner die Bildung weicher, grosser vielmaschiger Sarcodenetze, das Verschmelzen der verästelten Pseudopodien und die Körnchenströmung an denselben von *Claparède* bei seiner *Lieberkuehnia Wagneri* beschrieben und abgebildet (Pl. XXVI).

Von grosser Wichtigkeit für unsere Frage sind ferner die umfassenden Beobachtungen, welche *Johannes Müller* während einer Reihe von Jahren bei wiederholten längeren Aufenthalten an der Küste des Mittelmeeres und der Nordsee über den Organismus der Rhizopoden anstellte, und zwar sowohl über den der Polythalamien, als den der Radiolarien, welche er zuerst auf Grund der gleichen Structur des Sarcodetkörpers mit ersteren vereinigte. Bei *Thalassicolla nucleata* fand *Johannes Müller* in Nizza 1856 »die Bewegung der Körnchen an der Oberfläche der Fäden lebhaft, an dem Faden bald auf-, bald abwärts, an verschiedenen nahe gelegenen Stellen oft in verschiedener Richtung, überall leicht wechselnd. Sie gleicht ganz der Körnchenbewegung an den Fäden der Polythalamien« (Abhandl. 1858, p. 3). Von den Sphaerozoen sagt *Johannes Müller*: »Die nach aussen ausstrahlenden Fäden lassen hin und wieder Verbindungen unter einander erkennen, so dass die Körnchenbewegung zuweilen von einem auf den andern Faden übergeht, oder gar an dem zweiten Faden in entgegengesetzter Richtung sich fortsetzt.

1) *Annals and Mag. of nat. hist.* 1854. p. 433.

2) *Claparède et Lachmann, Études sur les Infusoires et les Rhizopodes*; 1858, Vol. I. p. 416.

Diese Bewegung ist überhaupt einem häufigen Wechsel der Richtung unterworfen. Bei den Collosphaeren verhielten sich die Fäden ganz wie bei den Sphaerozoen, und ebenso die Körnchenbewegung an den frischen Exemplaren.« Ganz ebenso fand ferner *Johannes Müller* die Körnchenströmung und das Verschmelzen der verzweigten Schleimfäden wieder bei den Acanthometren und zahlreichen Polycystinen, kurz bei Radiolarien der verschiedensten Familien. Erst auf Grund dieser zahlreichen und sorgfältigen Beobachtungen wagte er es alle diese Thiere in der Abtheilung der Radiolarien zusammenzufassen und als eine den Polythalamien nächstverwandte Gruppe mit diesen in der Classe der Rhizopoden zu vereinen. Von den Polythalamien hatte *Johannes Müller* namentlich Globigerinen und Rotalien sehr zahlreich lebend zu beobachten Gelegenheit, konnte sie unmittelbar mit den verschiedenen Radiolarien vergleichen und überzeugte sich völlig von der formellen Identität des Sarcodkörpers, der verschmelzenden Pseudopodien und der Körnchenströmung an allen diesen Rhizopoden. Von besonderer Wichtigkeit ist noch die von *Johannes Müller* zuerst gemachte und leicht zu bestätigende Beobachtung, »dass in vielen Fällen mit den an der Oberfläche der Fäden (der Polycystinen) in wechselnder Richtung fortgeführten Körnchen auch benachbarte fremde Körper, ganze Schleimklümpchen, unregelmässige Körnchenhaufen in die gleiche Strömung entlang den Fäden gerathen« und sich am Grunde zwischen den Fäden anhäufen.

Ganz in derselben Weise, wie die Erscheinungen der Körnchenströmung und der Verästlung und Verschmelzung an den Pseudopodien der Polythalamien und Radiolarien von *Max Schultze* und *Johannes Müller* ausführlich beschrieben worden waren, fand sie auch *August Krohn* an zahlreichen, von ihm theils im Mittelmeere, theils im atlantischen Ocean beobachteten Radiolarien wieder. Unter den zahlreichen werthvollen Beobachtungen *Krohn's* ist die eine von besonderem Interesse, dass bei einem Acanthometriden, *Acanthochiasma rubescens*, die an den Fäden sich bewegenden Körnchen roth gefärbt sind.

Während alle bisherigen Untersuchungen des Sarcodkörpers der Rhizopoden wesentlich darauf gerichtet waren, die thatsächlichen Erscheinungen festzustellen und möglichst genau in ihrer Eigenthümlichkeit aufzufassen, wurde nun bald auch von *Max Schultze* der erste gelungene Versuch zu einer theoretischen Erklärung derselben gemacht. Schon 1858¹⁾ hatte derselbe auf die vollständige Identität der Bewegungsercheinungen des Rhizopodenkörpers mit denjenigen hingewiesen, welche die verästelten und anastomosirenden Körnchenströme im Innern von *Noctiluca*, von kieselschaligen Diatomeen und von Pflanzenzellen (namentlich von den Staubfadenhaaren von *Tradescantia*) zeigen. Die vollständige Identität der Erscheinung führte ihn dann zur Annahme einer

1) Archiv für Anatomie, Physiologie etc. 1858. p. 336.

Identität auch der der Erscheinung zu Grunde liegenden Substanz, so dass er 1860 in seinem Aufsatz über *Cornuspira* und zugleich in seiner Abhandlung über Muskelkörperchen und das, was man eine Zelle zu nennen habe«, die Sarcode der Rhizopoden geradezu für freies Protoplasma erklarte¹⁾. Für diese, schon zehn Jahre früher von *F. Cohn*²⁾ ausgesprochene und dann auch von *Unger*³⁾ unterstützte Annahme brachte *Max Schultze* so schlagende Gründe bei, dass in der That das grosse und wunderbare Räthsel dieser Erscheinungen gelöst oder wenigstens unter die herrschenden Gesetze des Zellenlebens unterworfen schien. Weder die chemische und physikalische Beschaffenheit der Sarcode des Rhizopodenkörpers, noch das Verästeln und Verschmelzen der von ihr ausstrahlenden Pseudopodien, noch das Wechselspiel der strömenden Körnchen an denselben ist irgendwie zu unterscheiden von den ganz gleichen Phaenomenen, welche das im Innern der Pflanzenzellen eingeschlossene, in eine Cellulosehlle (bei den Diatomeen in eine Kieselschale) eingekapselte Protoplasma, der schleimige contractile stickstoffhaltige Pflanzenzellstoff darbietet.

Ich selbst hatte bei einem längeren Aufenthalte in Messina vom Oct. 1859 bis zum April 1860 ein volles halbes Jahr hindurch täglich die beste Gelegenheit mich von der völligen Richtigkeit der angeführten Beobachtungen zu überzeugen und dieselben nach vielen Richtungen hin zu erweitern. Täglich beobachtete ich stundenlang und anhaltend das wunderbare Schauspiel der Sarcodestromungen, das Ausstrecken der wechselnden feinen Schleimfäden, das Verästeln und Verschmelzen dieser Pseudopodien zu breiten Platten und reichen Netzen, das Zurückziehen derselben in die schleimige homogene Grundmasse, die in Richtung, Schnelligkeit und Rhythmus stets wechselnde Bewegung der in den Schleimstromen suspendirten, bald spärlichen, bald reichlichen Körnchen etc. Wen es interessirt das Nähere hierüber zu erfahren, der findet eine ausführliche Darstellung meiner Beobachtungen, sowie eine genaue Zusammenstellung aller bisherigen hierauf bezüglichen Mittheilungen in meiner Monographie der Radiolarien (Berlin 1862), namentlich in dem Abschnitte über die Sarcode (p. 89—126) und über die Lebenserscheinungen der Radiolarien (p. 127—159). Hier will ich nur kurz bemerken, dass ich an meine Untersuchungen mit dem grössten Misstrauen gegen *Dujardin's* Sarcodetheorie ging und dass ich die bisherigen, dieselbe bestätigenden Untersuchungen, namentlich von *Max Schultze*, damals nur oberflächlich kannte. Ich glaubte, es müssten sich durchaus andere und verwickeltere Organisationsverhältnisse hier nachweisen lassen. Ich versuchte mit den stärksten Vergrösserungen und mit der ausdauerndsten Geduld das Spiel der verästelten und verschmelzenden Schleimfäden als

1) Archiv für Naturgesch. 1860. p. 287. Archiv f. Anat., Phys. etc. 1861. p. 16.

2) Nova acta nat. cur. XXII. 2, p. 605. 1850.

3) *Unger*, Anatomie und Physiologie der Pflanzen. 1855. p. 282, 284.

einen zufälligen Complex verwickelter selbstständiger Tentakeln nachzuweisen. Ich versuchte die strömenden Körnchen als Contractionswellen ungleichmässig sich contrahirender Tentakeln zu deuten, oder als fremde Körper, die zufällig an diesen hängen geblieben seien, auszuweisen. Ich versuchte mit allen mir zu Gebote stehenden chemischen und physikalischen Mitteln irgend eine Differenz, irgend eine feinere Zusammensetzung der völlig homogenen Masse des contractilen Schleimkörpers nachzuweisen. Alles umsonst! die Sarcode blieb, was sie war — eine contractile, zähflüssige, schleimartige Eiweisssubstanz, in der jedes Partikelchen allen andern gleichwerthig erschien und alle Functionen dieses allereinfachsten Organismus gleichmässig vollzog. Das Verästeln und Verschmelzen der vorher einfachen Schleimfäden, die Strömung der Körnchen in denselben nach allen Richtungen hin, wie alle anderen Erscheinungen, die von *Dujardin* und *Max Schultze* geschildert waren, musste ich lediglich bestätigen. Ich überzeugte mich schliesslich an Ort und Stelle von der völligen Identität derselben mit den Protoplasmaströmungen innerhalb der Noctiluken und der grossen pelagischen Diatomeen (*Denticella*, *Coscinodiscus* u. a.), sowie ich nach meiner Rückkehr bei der sorgfältigsten Untersuchung der Protoplasmaströmungen innerhalb der Pflanzenzellen, wie namentlich in den Zellen der Staubfadenhaare von *Tradescantia*, ganz dieselben Erscheinungen wiederfand.

Man kann sich nach allem Angeführten meine Ueberraschung denken, als im Herbste 1862, in demselben Monate, als nach dreijähriger Arbeit meine Monographie der Radiolarien erschien, eine Mittheilung von Herrn *C. B. Reichert* (Prof. der menschlichen Anatomie und Director des Königl. anatom. Theaters in Berlin) publicirt wurde, worin derselbe auf das Bestimmteste versichert, dass sich alle bisherigen Beobachter der Rhizopoden im grössten Irrthum betreffs der Organisation dieser Organismen befunden hätten: Alle Strömungserscheinungen der Sarcode seien nur scheinbar! Die Körnchenbewegung, ja die Körnchen selbst existiren nicht! niemals kämen Verästelungen und Verschmelzungen der Fäden vor; die Körnchen seien Schlingen, welche an der Oberfläche der Fäden fortfließen etc. etc.

Also *Dujardin*, *Max Schultze*, *Huxley*, *Claparède*, *Krohn*, *Johannes Müller* befinden sich sämmtlich im grössten, handgreiflichsten Irrthum! Sie haben sämmtlich Monate lang, zum Theil Jahre lang diese höchst merkwürdigen und scheinbar von allen andern thierischen Lebenserscheinungen so abweichenden Phänomene untersucht und studirt, ohne dass auch nur einer von ihnen auf die Deutung gekommen ist, welche Herr *Reichert* gleich nach seinen ersten Beobachtungen als die wahre und entscheidende Lösung dieses Räthsels gefunden hat. In der That ist die Tragweite dieser überraschenden Entdeckungen *Reichert's* so gross, dass wir die Mittheilungen darüber nothwendig genau prüfen müssen. Es ist dabei nöthig, die betreffenden Hauptsätze stets wörtlich mit Anführungs-

zeichen zu citiren, um nicht des Verbrechens von *Max Schultze* theilhaftig zu werden, der den von *Reichert* gebrauchten Ausdruck »Schlinge« in »Oese« fälschte und dafür von demselben (der selbst die deutsche Sprache in der eigenthümlichsten Weise handhabt¹⁾) ernstlich zurechtgewiesen wurde.

In dem »Monatsberichte der Berliner Akademie der Wissenschaften vom 30. Juni 1862« (p. 406—426) findet sich die erste Mittheilung *Reichert's* »über die Bewegungserscheinungen an den Scheinfüssen der Polythalamien, insbesondere über die sogenannte Körnchenbewegung und über das angebliche Zusammenfließen der Scheinfüsse.« Dieser Aufsatz ist unverändert abgedruckt in *Reichert und du Bois-Reymond's* Archiv 1862, p. 638—654. Es wird darin die ganze, von allen oben genannten Forschern getheilte Auffassung des Rhizopodenkörpers auf das Bestimmteste in Abrede gestellt. Auf dem Standpunkte *Reichert's* »geht der Glanz der Dogmen in Betreff der Urschleimtheorie sehr bald verloren und die Irrlehre tritt dann klar und unzweideutig zu Tage« (p. 444).

An einer 1864 in Triest beobachteten »nicht näher bestimmten Species von *Miliola* und *Rotalia*« fand *Reichert* die merkwürdigsten Erscheinungen.

»Wie immer die Fäden ihre Form verändern, sich beugen, krümmen, scheinbar zusammenfließen und sich wieder trennen mögen — ihre ursprüngliche Form bleibt schliesslich unter allen Umständen bewahrt und erleidet keine Aenderung« (p. 443). *Reichert* findet es vollkommen »unbegreiflich und unverständlich, wie man auf den Gedanken gerieth, die Saftströmungen in den Zellen mit den Contractionsströmungen an den Pseudopodien zu identificiren« (p. 446).

Was »die sogenannte Körnchenbewegung« betrifft, so fand *Reichert*, »dass das scheinbare Korn über die Oberfläche fortzuhüpfen schien oder doch wenigstens eine zitternde Bewegung verrieth« (p. 447) (!). »An irgend einer beliebigen Stelle des hyalinen ausgestreckten Fadens zeigt sich das Korn plötzlich als eine scheinbare Verdickung von spindelförmiger Begrenzung — später verschwinden die Enden derselben dem Blick und die erhobene mittlere Partie hüpfet unter dem Bilde eines Kornes auf der Oberfläche des Fadens hin (sic!). Ganz auf dieselbe

1) Die merkwürdige individuelle Ausdrucksweise *Reichert's*, die absichtlich oder unabsichtlich sich in den dunkelsten Labyrinthwindungen bewegt, ist nirgends treffender beurtheilt worden, als es schon 1842 von *Carl Vogt* geschah. In seinen embryologischen Untersuchungen über *Alytes* sagt derselbe (p. IX): »Es hat mir ungemene Mühe gekostet, das *Reichert'sche* Buch zu verstehen, oder vielmehr auf den Punkt zu gelangen, wo ich glaubte es verstanden zu haben. Es läuft Alles gar sonderbar in einander in dem Buche: Thatsachen, Gedanken, Ahnungen, und man hat seine liebe Noth, bis man endlich begriffen hat, in welche dieser Abtheilungen das gehört, was man gerade liest. Oft glaubte ich eine Absicht oder eine Art Liebhaberei des Verfassers zu erkennen, weshalb gerade diese schwer fassliche Darstellungsweise gewählt wurde.«

Weise, jedoch in umgekehrter Ordnung, verschwindet das Körnchen beim Aufhören der Bewegung« (p. 418). Die scheinbare Körnchenbewegung »ist eine Contractionswelle, gebildet durch eine am Faden fortziehende Schlinge.« Diese Schlinge »muss das mikroskopische Bild eines hüpfenden Kornes gewähren«. Freilich ist es *Reichert* »nicht gelungen, eine der Schlinge entsprechende Zeichnung im mikroskopischen Bilde wahrzunehmen« (!). Er glaubt aber nicht, »dass hierauf unter den obwaltenden Umständen irgend ein Gewicht gelegt werden darf« (p. 421) (sic!!).

Die Verschmelzung und das Ineinanderfliessen der Pseudopodien zu schwimnhautähnlichen Platten wird von *Reichert* ebenfalls völlig geläugnet. Diese leicht zu beobachtenden, oft sehr grossen Platten, in denen man, wie an den feinsten Fäden, die Körnchenbewegung nach allen Richtungen hin verfolgen kann, entstehen nach ihm dadurch, »dass bei den unter einem spitzen Winkel gekreuzten und einander genäherten Pseudopodien, oder richtiger Pseudopodienbündeln einzelne in ihnen enthaltene Fäden aus ihrer Lage gerückt und in dem Winkel zur Bildung einer scheinbaren Platte zusammengeschoben werden.« Auch die Verästelungen der Fäden sind scheinbar, ebenso die Anastomosen, welche durch Aneinanderlagerung frei gewordener Fäden oder scheinbarer Aeste entstehen. »Durch Vervielfältigung solcher scheinbarer Anastomosen bilden sich jene netzartigen Configurationen, die unter dem Namen des Sarcodetnetzes bekannt sind« (p. 425). Die grobe Täuschung, in welcher alle übrigen Beobachter, von *Dujardin* bis auf *J. Müller*, befangen sind, »wird noch besonders dadurch zu Stande gebracht, dass die einzelnen überall hin leicht verschiebbaren Theilchen in ihren Berührungsgrenzen niemals unterschieden werden können« (sic!!).

Diese ganz neue Auffassung der Sarcode der Rhizopoden, welche derjenigen aller übrigen Beobachter schnurstracks zuwiderläuft, wird von *Reichert* auch in seinem Aufsätze »über die neueren Reformen in der Zellenlehre« (*Reichert und du Bois-Reymond's Archiv* 1863, p. 86—151) wiederholt ausgeführt und soll hier vorzüglich dienen, um die höchst wichtigen Fortschritte der Histologie, welche namentlich *Max Schultze* und *Ernst Brücke* durch den Nachweis membranloser Zellen angebahnt haben, als haltlose Irrthümer darzulegen.

Dass diese ganze Auffassung, die *Reichert* sich von dem Organismus der Rhizopoden und von ihrer Sarcode gebildet hatte, mit den jederzeit leicht und klar zu beobachtenden Erscheinungen ganz unvereinbar sei, wurde hierauf von *Max Schultze* in seiner vortrefflichen Schrift »über das Protoplasma der Rhizopoden und der Pflanzenzellen« (Leipzig, Engelmann, 1863) überzeugend nachgewiesen. Nach neuen eingehenden und ausführlichen Untersuchungen und zahlreichen schlagenden Experimenten ist *Schultze* zu einer vollkommenen Bestätigung aller früher von ihm und von mir gegebenen Darstellungen gelangt. Die Bewegungen der Körn-

chenströmung und der Anastomosenbildung an den Pseudopodien der Polythalamien sind von den ganz gleichen Bewegungserscheinungen des Protoplasma der Pflanzenzellen durchaus nicht zu unterscheiden. Weder in physikalischer, noch in chemischer, noch in histologischer Beziehung ist irgend eine Differenz nachzuweisen. Wie das Protoplasma der Pflanzenzelle von der Sarcode der Rhizopoden in seinem ganzen Aussehen und in allen einzelnen Lebenserscheinungen nicht zu unterscheiden ist, so verhalten sich beiderlei Substanzen auch ganz gleich gegen chemische Reagentien, gegen Licht, Wärme und Elektrizität.

Gegen diese vollkommen überzeugende Beweisführung *Schultze's* legte *Reichert* alsbald wieder Verwahrung ein in einem dritten Aufsätze »Ueber die Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Polythalamien« (*Reichert* u. *du Bois-Reymond's* Archiv 1863, p. 388—392). Auch hier wird wiederholt behauptet, »dass die scheinbaren Körner durch Contraction an den hyalinen Pseudopodien entstehen und wieder vergehen.« Doch wird schon zugegeben, dass bei andern Polythalamien als bei den beiden »nicht näher bestimmten Species von *Miliola* und *Rotalia*«, die *Reichert* allein untersucht hat, wirkliche Körnchen neben den scheinbaren vorkommen können. Ja, er läugnet sogar »nicht die Möglichkeit, dass feine Carminkörnchen in die Substanz der Pseudopodien eindringen« (!!). Die neuen thatsächlichen Beweise aber und die überzeugenden Versuche, welche *Max Schultze* in seiner Schrift über das Protoplasma beigebracht hatte, wie das Verhalten der Fäden und der sich auf ihnen bewegenden Körnchen gegen destillirtes Wasser, gegen physikalische und chemische Agentien, gegen zugemischte fein vertheilte Farbstoffe; alle diese wichtigen Thatsachen werden von *Reichert* theils einfach ignoriert, oder durch übelgewählte Witzworte und sophistische Wendungen abgefertigt, theils als nichtbeweisend verworfen oder geläugnet. Zugleich legt *Reichert* einen Theil seiner früheren, jetzt als unrichtig erkannten Aussprüche, gegen die *Max Schultze* angekämpft hatte, jetzt diesem in den Mund, um sie selbst zu widerlegen (!).

Die ganze Haltung und Art dieses Aufsatzes ist derart, dass er in der That nichts anderes verdiente, als die Erwiderung, welche *Max Schultze* ihm bald zu Theil werden liess (*Troschel's* Archiv für Naturg. 1863, 29. Jahrg. I. Bd. p. 361—362).

Indess auch mit dieser wohlverdienten Abfertigung ist Herr *Reichert* noch nicht zufrieden und, statt die früheren Missgriffe einzusehen und zu verbessern, findet sich in dem 30. Jahrg. von *Troschel's* Archiv für Naturg. (I. Bd. p. 192—194) eine neue Entgegnung desselben über »die sogenannte Körnchenbewegung an den Pseudopodien der Polythalamien.« Hier wird zum erstenmal eine bestimmte Species von Polythalamien als bestimmtes Beobachtungsobject bezeichnet, und zwar gerade jene schöne *Polystomella strigilata*, an welcher *Max Schultze* in so unübertrefflich naturgetreuer Weise (auf Taf. IV. seines vorzüglichen Polythala-

mienwerkes) die wirkliche Form der Körnchen und das wirkliche Zusammenfließen der Pseudopodien abgebildet hat. Auch hier findet jetzt Reichert »die sogenannten Körnchen in allen Fällen nur scheinbar; sie stellen den optischen Ausdruck einer Contractionswelle dar.« Hinzugefügt wird aber diesmal, wohl zu merken: »Jedenfalls ist das Bild, welches man als ein wirkliches Körnchen gedeutet hat, auf eine durch die Contraction bewirkte Veränderung in der Form der an sich hyalinen Pseudopodien zu beziehen — mag diese Formveränderung in einer Verdickung, oder in einer wellenförmigen oder schlingenförmigen Biegung der fadenförmigen Pseudopodie bestehen.«

Die letzte Bemerkung endlich, welche Herr Reichert über diesen Gegenstand veröffentlicht hat, machte derselbe in der Sitzung der Gesellschaft naturforschender Freunde zu Berlin am 18. October 1864. In den »Berlinischen Nachrichten von Staats- und gelehrten Sachen« vom 13. November ist darüber Folgendes zu lesen: »Gerade diejenigen Arten (von Polythalamien), auf welche sich die Anhänger der Dujardin'schen Theorie gegenwärtig als besonders günstige Untersuchungsobjecte berufen, sind für die Analyse der Bewegungserscheinungen am unbrauchbarsten; sie sind vorzugsweise dazu geeignet, das Auge des Beobachters zu täuschen und seine Phantasie durch ein wunderbares Naturspiel zu ergötzen (sic!). Die Arten mit nur einer Oeffnung, mit einem durchsichtigen einfachen Gehäuse, mit langsamen Bewegungen, oder doch in einem solchen Zustande, welchen der Vortragende schon vor drei Jahren zu beobachten das Glück hatte, sind für die Untersuchung am günstigsten; sie gestatten die Einsicht in die Fehlerquellen und belehren uns über das wunderbar mikroskopische Trugbild (sic!), das ruhige Forscher jederzeit wie ein Räthsel betrachtet haben, dessen Lösung nicht durch die Dujardin'sche Theorie, sondern durch eine richtige Erkenntniss der möglichen Fehlerquellen sich ergeben werde. Die Lösung dieses Räthsels wurde durch den Nachweis zweier Thatsachen eröffnet: 1) dass die Körnchen an jeder Stelle der Scheinfüsse entstehen oder vergehen, und also nur scheinbar und nur als Contractionserscheinung zu verwerthen sind; 2) dass die in jedem Punkte durch Contraction der Form nach veränderlichen, äusserst biegsamen Scheinfüsse bei gegenseitiger Berührung und Verschiebung die Abgrenzungslinien nicht erkennen lassen.«

Nach dieser wörtlichen Anführung der wesentlichen Einwände und Gegenbehauptungen, welche von Reichert gegen die Sarcod-Protoplastentheorie und gegen die allgemein gültige Auffassung des Rhizopodenkörpers mit solcher unumwundenen Bestimmtheit erhoben worden sind, mag es gestattet sein, bevor wir auf deren Widerlegung eingehen, noch einen Blick auf den eigenthümlichen Stand der beiden Parteien in dieser Frage zu werfen, zumal diese Frage nicht blos für das Verständniss des Rhizopodenorganismus, sondern auch für die gesammte Zellentheorie und

die allgemeine Physiologie von der grössten Bedeutung ist. Auf der einen Seite finden wir *Dujardin*, *Max Schultze*, *Huxley*, *Claparede*, *Krohn*, *Johannes Müller*, sechs Naturforscher, welche durch Arbeiten ersten Ranges um die zoologische Wissenschaft sich die anerkanntesten Verdienste erworben haben. Alle diese sechs Forscher haben sich mit dem Studium des Rhizopodenorganismus und seiner Sarcodetheorie Monate lang, Mehrere davon Jahre lang beschäftigt; zahlreiche Rhizopodenarten aus den verschiedensten Familien sind von ihnen auf das sorgfältigste und genaueste nach allen Richtungen hin untersucht worden; und sie Alle sind wesentlich zu demselben einfachen Resultate gelangt, obwohl das Streben von Mehreren derselben ausdrücklich darauf gerichtet war, complicirtere Verhältnisse hinter der anscheinenden Einfachheit zu entdecken. Auf der andern Seite finden wir Niemand, als allein Herrn *Reichert*, der, nachdem er kaum einige Wochen hindurch »eine nicht näher bestimmte Species von *Miliola* und *Rotalia*« untersucht hat, bereits in der glücklichen Lage ist, die ganze Sarcodetheorie mit einem Schlage umstossen und die sämtlich übereinstimmenden Beobachtungen und Auffassungen aller früheren Beobachter als die grössten Irrthümer nachweisen zu können. In der That, wer nicht näher mit den Verhältnissen bekannt ist, muss erstaunt sein über die ganz enorme Beobachtungsgabe und den ganz ausserordentlichen Scharfsinn des Herrn *Reichert*, der, als der unmittelbare Nachfolger von *Johannes Müller*, nur ein paar Wochen brauchte, um auf das Vollständigste und Bündigste an ein paar »nicht näher bestimmten Species« von Rhizopoden die Trugbilder und die groben Irrthümer zu widerlegen, in denen sich sein Vorgänger durch jahrelanges, mühevolltes Studium und Nachdenken befestigt hatte. Und dieser Vorgänger, anerkannt der erste Physiolog und Zoolog unsers Jahrhunderts, auf dessen Schultern wir Alle stehen, hatte sich seine bestimmten Anschauungen gebildet an einem Untersuchungsmaterial, das aus Tausenden von Individuen, aus 50 verschiedenen Arten von Radiolarien und aus vielen andern Arten von Rhizopoden verschiedener Familien zusammengesetzt war!

Ich muss mir nun erlauben, mein eigenes Verhältniss zu der vorliegenden Frage mit wenigen Worten zu berühren. Von allen Naturforschern, welche bis jetzt den Organismus der Rhizopoden untersucht und diese meerbewohnenden Protoplasmakörper in ihrer Heimath, im Meere selbst, aufgesucht haben, bin ich, was den Reichthum des Untersuchungsmaterials und die Gelegenheit, dasselbe gehörig zu verwerthen, betrifft, durch ein seltenes Zusammentreffen glücklicher Umstände wohl der am meisten Begünstigte gewesen. Während eines ununterbrochenen halbjährigen Aufenthaltes in Messina hatte ich Gelegenheit mehr als 150 verschiedene Radiolarienspecies in lebendem Zustande in voller Musse anhaltend zu beobachten. Unter diesen anderthalbhundert Arten waren Vertreter aller verschiedenen Familien, die allermeisten bis dahin noch nicht bekannt. Ich hatte ferner beständig Gelegenheit die merkwürdigen

Lebenserscheinungen ihres Sarcoderkörpers mit denjenigen der Polythalamien zu vergleichen und mich von der vollständigen Identität derselben zu überzeugen. Ebenso konnte ich dieselben an Ort und Stelle mit den innern Körnchenströmen grosser Diatomeen, namentlich der Protoplasma-bewegung von *Coscinodiscus* und *Denticella* vergleichen. Ich lebte anfangs, wie oben bemerkt, der Hoffnung, eine complicirtere Structur hinter den anscheinend so einfachen Verhältnissen zu finden. Das Resultat war das vollständige Gegentheil. Ich musste die Angaben meiner Vorgänger im Wesentlichen bestätigen und konnte nur im Einzelnen mancherlei erweiternde und ergänzende Beobachtungen hinzufügen. Stundenlang habe ich Tag für Tag jene sechs Monate hindurch die lebenden Radiolarien vor Augen gehabt und auf das Genaueste untersucht, und ich darf wohl sagen, dass ich das Gebiet der Radiolarien, welches mir durch ausnehmend günstiges Glück in so reichem Maasse zugänglich gemacht war, vollständiger habe kennen lernen, als es meinen Vorgängern vergönnt war. Wer sich die Mühe nimmt, meine Monographie der Radiolarien durchzusehen, wird sich von der Begründung meiner Angaben überzeugen. Ich bin aber gezwungen, diesen Punkt hier offen zu berühren, erstens um zu zeigen, dass mir wohl ein selbstständiges Urtheil in der vorliegenden hochwichtigen Frage zusteht, und zweitens, weil Herr *Reichert* meine sämtlichen Beobachtungen und Angaben von Anfang bis zu Ende vollständig ignorirt hat.

Im Voraus muss ich nun bemerken, dass dieser letzte Umstand es nicht ist, der mich jetzt zwingt, mein Schweigen zu brechen. Allerdings hat *Reichert* von den zahlreichen und gewichtigen Einwänden, welche er gegen seine Auffassung des Rhizopodenorganismus aus meiner Monographie der Radiolarien hätte entnehmen können, nicht einen einzigen berücksichtigt. Alle diese Beobachtungen existiren für ihn nicht. Allein ich war schon gleich nach dem Erscheinen der ersten Mittheilungen des Herrn *Reichert* so von der völligen Grundlosigkeit seiner Angaben oder vielmehr seiner künstlichen Deutungen überzeugt, dass ich es ruhig dem Laufe der Zeit überlassen konnte, die thatsächliche Wahrheit zur Geltung zu bringen. Auch nahm mir *Max Schultze* in seiner vorzüglichen Schrift über das Protoplasma die Mühe ab, die sämtlichen Angaben des Herrn *Reichert* durch die ganze Beweiskraft des bis jetzt erworbenen empirischen Beobachtungsmaterials nochmals zu widerlegen. Dazu fügte *Max Schultze* noch eine neue Reihe wichtiger Beobachtungen und Versuche, welche von neuem die Protoplasmatheorie der Sarcode, d. h. die Ansicht von der vollständigen Identität der Protoplasmaströme innerhalb der Pflanzenzellen und der Sarcodeströme des freien Rhizopodenkörpers zu bestätigen und noch fester zu begründen geeignet waren.

Es ist vielmehr das unverantwortliche Verhalten *Reichert's* gegenüber den gesammten andern Beobachtern der Rhizopoden, und namentlich gegenüber *Max Schultze*, welches mich endlich dennoch zwingt, in dieser Frage

selbst das Wort zu ergreifen, um zu ihrer endlichen Erledigung beizutragen. Obwohl der letztere die vollkommene Grundlosigkeit der Angaben *Reichert's* nun schon wiederholt so gründlich und überzeugend nachgewiesen hat, dass es überflüssig erscheinen könnte, noch ein Wort darüber zu verlieren, so fährt dennoch dieser ganz unbeirrt und getrost fort, immer dieselben willkürlichen Angaben in womöglich noch verkehrterer Weise zu wiederholen. Offenbar rechnet *Reichert* hierbei vorzugsweise auf die Urtheilslosigkeit, die gerade auf diesem Gebiete die grosse Masse der Naturforscher aus Mangel an eigener Anschauung haben muss; und dass er hierin nicht gefehlt hat, beweist die Aufmerksamkeit und Achtung, welche seine grundlosen Angaben immer noch auf vielen Seiten finden; dabei hüllt er dieselben in ein so geheimnissvolles Dunkel und bringt sie mit so viel scheinbarer Ueberzeugung immer von neuem wieder vor, dass der unbefangene und urtheilslose Zuhörer leicht dadurch getäuscht wird, und dass es allmählich hohe Zeit wird, das wahre Sachverhältniss durch erneute Untersuchungen nochmals begründet in das gebührende Licht zu setzen.

Natürlich wende ich mich mit der folgenden Ausführung nicht an *Reichert* selbst. Dass eine wissenschaftliche Verständigung mit demselben in dieser Frage überhaupt nicht möglich ist, hat die Art und Weise, wie er den Streit mit *Max Schultze* geführt hat, hinlänglich gezeigt. Die eigenthümliche Art der Discussion, nach der *Reichert* die überzeugendsten Beweise seines Gegners völlig ignorirt oder bis zum Unkenntlichen entstellt wieder vorbringt und nicht verstehen will, sowie die eigenthümliche Handhabung der deutschen Sprache und ihrer einfachsten Begriffe, welche er dabei übt, macht eine Annäherung oder gar eine Verständigung von vornherein unmöglich. Es kann Jemandem einfallen zu behaupten, die amöbenartige Blutzelle eines wirbellosen Thieres, welche mittelst der Bewegungen ihrer Pseudopodien feinertheilte körnige Farbstoffe in sich aufnimmt, wäre selbst wieder ein complicirteres Thier mit Nerven- und Muskelsystem, Sinnes- und Ernährungsorganen — die Pseudopodien seien feine aus Muskeln, Nerven und Haut zusammengesetzte Extremitäten, der Zellenkern sei ein Herz, oder eine Leber, oder ein Gehirn — so wird Niemand im Stande sein, diese Behauptung positiv widerlegen zu können, obwohl schwerlich viele gläubige Anhänger für dieses Dogma zu gewinnen sein werden. Ganz ebenso verhält es sich mit den festweichen Fädenconvoluten *Reichert's*. Diese können, dürfen und sollen nicht aus Protoplasma bestehen, und wenn man die dickflüssige Schleims substanz der Sarcode in der Hand zerdrücken könnte, — *Reichert* würde zweifelsohne stets etwas ganz Anderes, als das, was man sieht und fühlt, darin finden. Ein aus dickflüssigem Schleime bestehender Organismus, eine membranlose Zelle, welche blos aus einem solchen Schleimklumpen mit einem eingeschlossenen Kerne besteht (wie sich so leicht an den erwähnten Blutzellen der Wirbellosen nachweisen lässt) —

solche Dinge sind den theoretischen Bedürfnissen *Reichert's* zu sehr zuwider; sie können und dürfen nicht existiren.

Dass auch *Reichert* seinerseits jede wissenschaftliche Verständigung in dieser Frage von vornherein abweist, geht schon aus dem einen Satze hervor, in welchem seine Controverse ihr Ceterum censeo findet: »Schliesslich bemerke ich, dass *Max Schultze* nach wie vor einen Unterschied zwischen Zellsaftströmungen in den Pflanzenzellen und der Körnchenbewegung an den Pseudopodien nicht zu finden weiss. So lange der Verfasser auf diesem Standpuncte sich befindet, wird es für Jeden, der die Bildung und das Verschwinden der Körnchen in der Körnchenbewegung an den Pseudopodien verfolgt hat, unmöglich sein, sich mit ihm über die zur Sprache gebrachten Erscheinungen zu verständigen.« Nun verhält es sich aber mit diesem »Standpunct« folgendermassen: *Max Schultze* hat durch eine lange Reihe der sorgfältigsten und vielseitigsten Untersuchungen dargethan, dass irgend ein wesentlicher Unterschied zwischen den Körnchenströmen an den verästelten und anastomosirenden Schleimfäden der Rhizopoden und den gleichen Protoplasmanetzen innerhalb gewisser Pflanzenzellen nicht zu finden ist. Es ist bewiesen, dass beiderlei Schleimnetze aus derselben dickflüssigen Eiweissmasse bestehen, dass ihre Bewegungen ganz dieselben sind, dass sie sich gegen die verschiedensten Reize, Wärme, Electricität etc. ganz gleich verhalten; kurz, es ist eben irgend ein wahrnehmbarer Unterschied an Beiden mit unseren jetzigen Beobachtungsmitteln nicht nachzuweisen. Ihr chemisches und physikalisches, morphologisches und physiologisches Verhalten ist eben durchaus gleich. Ich selbst habe mich bei lange fortgesetzter Vergleichung vergeblich bemüht, irgendwie einen nachweisbaren Unterschied zwischen Beiden zu entdecken (vergl. Radiolarien p. 96—103). Jeder objective Beobachter muss die völlige Uebereinstimmung zugehen. Was folgt hieraus für Herrn *Reichert*? Dass es vollkommen unbegreiflich ist, wie man auf den Gedanken gerieth, die Saftströmungen in den Zellen mit den Contractionsströmungen an den Pseudopodien zu identificiren! Und dass man mit Jemandem, der diesen Standpunct festhält (— d. h. der keine Unterschiede da zu finden vermag, wo keine mit unseren fünf Sinnen und deren Hülfsmitteln nachzuweisen sind —), nicht über diese Frage sich verständigen kann!!

Obwohl ich nun unter diesen Umständen allerdings in meinen durch mehrjährige Beschäftigung mit diesem Gegenstande befestigten Anschauungen des Rhizopodenorganismus, wie ich sie in meiner Monographie der Radiolarien dargestellt habe, nicht erschüttert worden war, und obwohl ich mich durch die unfehlbare Bestimmtheit, mit der Herr *Reichert* seine entgegengesetzten Auffassungen vorträgt, nicht von deren Richtigkeit überzeugt fühlte, so habe ich dennoch die sich mir bietende Gelegenheit, nochmals die ganze Frage unparteiisch zu prüfen, nicht ungenützt vorüber gehen lassen. Ein siebenwöchentlicher Aufenthalt am

Golf von Nizza und Villafranca im März und April 1864 gab mir die günstige Gelegenheit, nochmals zahlreiche Rhizopoden aus verschiedenen Abtheilungen vergleichend auf das Genaueste zu untersuchen, die ich grösstentheils auf meinen täglichen pelagischen Excursionen mit dem feinen Netze fischte. Einzelne Polythalamien erhielt ich auch durch Schlämmen des steinigen flachen Seegrundes an der Küste von Villafranca und von S. Giovanni; so namentlich *Miliola obesa*, *Rotalia veneta* und *Polystomella strigilata*. In dem mit dem feinen Netze aufgetriebenen pelagischen Mulder fand ich nur zwei Polythalamien, *Rotalia veneta* und dann dieselbe *Globigerina*, welche ich auch bei Messina so massenhaft gefischt hatte, und welche ebenso von *Johannes Müller* getroffen wurde. Ferner bot mir ein ausgezeichnetes Untersuchungsobject ein unbeschalter nackter Rhizopode von höchst einfacher Organisation, welcher der von *Max Schultze* beschriebenen *Amoeba porrecta* am nächsten verwandt ist, und den ich unten als *Protogenes primordialis* beschreiben werde. Von Radiolarien beobachtete ich folgende grösstentheils von mir schon in Messina aufgefundene und in meinem Radiolarienwerke beschriebene Arten:

1. *Thalassicolla pelagica* (*Monographie der Radiolarien* p. 247).
2. *Thalassicolla nucleata* (*ib.* p. 249).
3. *Aulacantha scolymantha* (p. 263).
4. *Acanthodesmia polybrocha* (*nov. spec.*).
5. *Lithomelissa thoracites* (p. 304).
6. *Eucyrtidium zancleum* (p. 321).
7. *Eucyrtidium tropezianum* (p. 326).
8. *Cyrtidosphaera echinoides* (*nov. spec.*).
9. *Heliosphaera capillacea* (*nov. spec.*).
10. *Heliosphaera tenuissima* (p. 331).
11. *Arachnosphaera myriacantha* (p. 337).
12. *Acanthometra tetracopa* (p. 379).
13. *Litholophus ligurinus* (*nov. spec.*).
14. *Actinelius purpureus* (*nov. spec.*).
15. *Actinelius pallidus* (*nov. spec.*).
16. *Haliomma capillaceum* (*ib.* p. 426).
17. *Actinomma drymodes* (*ib.* p. 442).
18. *Rhizosphaera trigonacantha* (*ib.* p. 452).
19. *Spongosphaera streptacantha* (*ib.* p. 455).
20. *Lithelius spiralis* (p. 519).
21. *Collozoum inerme* (*ib.* p. 522).
22. *Collozoum coeruleum* (*ib.* p. 523).
23. *Sphaerouzoum italicum* (*ib.* p. 526).
24. *Sphaerouzoum ovodimare* (*ib.* p. 527).
25. *Rhaphidozoum acuferum* (*ib.* p. 530).
26. *Collosphaera Huxleyi* (*ib.* p. 534).

Von diesen Radiolarien habe ich die Sarcode und das Phänomen der Körnchenströmung an ihren Pseudopodien insbesondere nochmals genau untersucht bei *Thalassicolla pelagica*, *Thalassicolla nucleata*, *Aulacantha scolymantha*, welche drei Collidenarten sich vorzugsweise für diesen Zweck eignen; ferner bei den neuen Arten: *Acanthodesmia polybrocha*, *Cyrtidosphaera echinoides* und *Actinelius purpureus*; endlich bei den verschiedenen Arten der zusammengesetzten Radiolarien (Polycyttarien) aus den Gattungen *Collozoum*, *Sphaerouzoum*, *Rhaphidozoum* u. *Collosphaera*.

Das Resultat dieser wiederholten genauen und sorgfältigen Prüfung ist die vollständige Bestätigung Alles dessen, was ich in meiner

Monographie der Radiolarien über den Bau und die Lebenserscheinungen ihres Körpers, namentlich aber über die Natur der Sarcode und insbesondere über die Uebereinstimmung der Sarcode mit dem Protoplasma der Zellen ausgesagt habe. Ich kann deshalb hier einfach auf die dort gegebene ausführliche und möglichst erschöpfende Darstellung verweisen, insbesondere auf die Abschnitte, welche »die Sarcode der Matrix und der Pseudopodien« (p. 89—116), »die Organisation der Radiariencolonien« (p. 116—127) und »die Lebenserscheinungen der Radiolarien« (p. 127—165) behandeln. In keinem einzigen Punkte habe ich meine dort früher gegebene Beschreibung und Deutung zu verbessern oder wesentlich zu ergänzen vermocht. In keinem einzigen Punkte habe ich der von *Reichert* versuchten Deutung beipflichten können. Dieselbe scheint mir noch mehr als vorher in jeder Beziehung vollkommen unhaltbar, eben so willkürlich als gekünstelt, und mit einer unbefangenen Beobachtung vollkommen unvereinbar. Einige besonders wichtige Erscheinungen fasse ich nochmals kurz zusammen.

1. Die Sarcode, welche den grössten Theil des extracapsularen Weichkörpers der Radiolarien und den ganzen Weichkörper der Polythalamien bildet, erscheint als eine dickflüssige schleimartige Eiweissmasse, eine homogene, klebrige, zähe Flüssigkeit, welche sich mit Wasser nicht mischt, und welche chemisch und physikalisch, physiologisch und morphologisch sich vollkommen gleich dem Protoplasma der thierischen und pflanzlichen Zellen verhält.

2. Diese Sarcode ist in den beiden Hauptabtheilungen der eigentlichen Rhizopoden, den Radiolarien und Acyttarien (Polythalamien, Monothalamien und Athalamien) wesentlich von der gleichen Beschaffenheit und zeigt dieselben fundamentalen Lebenserscheinungen. Die vorkommenden Differenzen sind nur sehr untergeordneter Art.

3. Die Consistenz der zähflüssigen schleimigen Sarcode bietet bei verschiedenen Familien, Gattungen und Arten unwesentliche Modificationen dar, die jedoch in ihren Extremen als ziemlich auffallende Differenzen erscheinen können. Am dünnflüssigsten und beweglichsten erscheint die Sarcode unter den Radiolarien bei den Colliden, Heliosphaeriden, Sphaerizoiden und Collosphaeriden. Am dickflüssigsten und starrsten erscheint sie andererseits bei den Acanthometriden.

4. Die Sarcode befindet sich bei den lebenden Rhizopoden bald in zeitweiser Ruhe, wobei die gesammte Schleimmasse als ein homogener Eiweissklumpen mit glatter Oberfläche erscheint — bald in mehr oder weniger rascher Bewegung, wobei eine Anzahl von fadenförmigen, feinen, oft verästelten und anastomosirenden Schleimströmen (Pseudopodien oder Scheinfüsschen) von dem Sarcodkörper nach allen Richtungen hin ausgehen.

5. Die Zahl, Form, Grösse (Länge, Breite und Dicke), Verästlung und Verbindungsweise dieser Schleimströme (Scheinfüsschen oder Pseu-

dopodien), sowie die Schnelligkeit, Stätigkeit und Richtung ihrer Bewegung ist in der Regel einem continuirlichen und unerschöpflich mannichfaltigen (wenn auch meistens langsamen) Wechsel unterworfen.

6. Jedes Theilchen des contractilen Sarcodekörpers kann seine Lage gegenüber allen andern so verändern, dass es successive an alle verschiedenen Stellen des Sarcodekörpers gelangen kann. Infolge dessen können die ausgestreckten, verästelten, verschieden dicken Pseudopodien bei der Berührung verschmelzen und eine wahre Anastomose mit Substanztausch eingehen.

7. Die Sarcode erscheint, abgesehen von den in ihre Grundsubstanz eingebetteten Körnchen und den zufällig hineingelangten fremden Körpern, vollkommen homogen, ohne Spur einer histologischen Differenzirung.

8. Bei manchen Rhizopoden sind in die Grundsubstanz rundliche Körper eingebettet, welche in chemischer und physikalischer Beziehung von gewöhnlichen Zellkernen nicht zu unterscheiden sind und die Annahme rechtfertigen, dass der Sarcodekörper einem Complex von mehreren innig verbundenen membranlosen Zellen entspreche.

9. In die formlose homogene Grundmasse der Sarcode erscheinen gewöhnlich bei den lebenden Rhizopoden sehr zahlreiche kleine geformte Körperchen eingelagert, welche theils verschiedenartige, zufällig an den klebrigen Fäden haften gebliebene fremde Körper (Nahrungsbestandtheile etc.) sind, theils rundliche, stark lichtbrechende, kleine Körnchen, welche bei den meisten Arten eine gewisse mittlere Grösse haben, und als »Sarcodekörnchen« schon zur Substanz des Körpers selbst gehören.

10. Die Zahl der Sarcodekörnchen ist (bei den Radiolarien!) bei einem und demselben Individuum zu verschiedenen Zeiten verschieden. Bald sind die Pseudopodien eines und desselben Thieres dicht mit Körnchen gespickt, bald nur spärlich damit besetzt, bald ganz hyalin, so dass die Körnchen ganz zu fehlen scheinen. Die Quantität der Körnchen erscheint abhängig von der Masse der aufgenommenen Nahrung (bei den Polythalamien sollen die Pseudopodien nach *M. Schultze* stets Körnchen führen).

11. Die Form der Sarcodekörnchen ist unregelmässig rundlich und nicht für die einzelnen Arten charakteristisch, indem oft bei einem und demselben Individuum ausser den gewöhnlichen kugligen auch conische und cylindrische, selbst stäbchenförmige Körnchen vorkommen. Die Grösse jedoch scheint bei verschiedenen Rhizopoden einen gewissen mittlern Durchschnitt zu haben, indem z. B. die Acanthometriden unter den Radiolarien, die Milioliden unter den Acytarien sich regelmässig durch besonders feine und kleine Körnchen auszeichnen.

12. Die Farbe der Sarcodekörnchen ist bei einigen Rhizopodenarten ein specifischer Charakter. Bei drei Radiolarien aus der Familie

der Acanthometriden, bei *Acanthostaurus purpurascens*, *Acanthochiasma rubescens* und *Actinellius purpureus* sind die Körnchen constant roth oder röthlich gefärbt.

43. Die Sarcodkörnchen sind chemisch von der Sarcode verschieden, indem sie (wenigstens bei manchen Radiolarien) gewissen Lösungsmitteln (z. B. kaustischen Alkalien) Widerstand leisten, in denen die Sarcode sich löst. Bei der allmählich erfolgenden Zersetzung und Auflösung des todten Rhizopodenkörpers im Wasser lösen sich die Körnchen langsamer und später als die Sarcodegrundsubstanz auf.

44. Die Sarcodkörnchen sind höchst wahrscheinlich assimilirte Substanzen, welche durch die chemische Thätigkeit der verdauenden Sarcode aus den aufgenommenen Nahrungsbestandtheilen gebildet sind und später selbst wieder in Sarcode umgebildet werden.

45. Die Sarcodkörnchen sind physikalisch von der Sarcode verschieden durch ihr stärkeres Lichtbrechungsvermögen und ihre viel bedeutendere Consistenz. Stets ist der Aggregatzustand ein viel festerer, als der der zähflüssigen Sarcodegrundsubstanz.

46. Die Sarcodkörnchen werden in der Substanz der ausgestreckten Pseudopodien bei den lebenden Rhizopoden meistens in beständig wechselnder Bewegung angetroffen. Diese Bewegung der Körnchen ist eine passive, indem sie von den activ beweglichen Theilchen der contractilen Sarcode mit fortgerissen werden. Mit den letzteren können die Körnchen durch den ganzen Körper wandern und namentlich an anastomosirenden Schleimfäden von einem Faden auf den andern übergehen.

47. An todten Radiolarien, deren Sarcode durch Imbibition zu einer dicken, homogenen, hyalinen, die Centalkapsel umhüllenden Gallertmasse erstarrt (gerinnt), sind die Körnchen in dieser Masse noch eben so deutlich erkennbar, wie in der lebenden Sarcode, theils unregelmässig zerstreut, theils in radiale Reihen geordnet.

48. Die extracapsularen gelben Zellen, welche bei den meisten Radiolarien (die Acanthometriden ausgenommen) in der Matrix der Sarcode ausserhalb der Centalkapsel zerstreut sind, werden von der strömenden Bewegung stärkerer Pseudopodien erfasst und mit fortgerissen.

49. Ebenso werden kleine fremde Körper (pelagische Diatomeen u. dergl.), welche zufällig mit den Pseudopodien in Berührung kommen und an deren klebriger Oberfläche haften bleiben, von der rückkehrenden Strömung erfasst und in den Mutterboden mit hineingeführt, wo sie verdaut werden.

20. Lässt man auf einen Büschel ausgestreckter Pseudopodien einen starken mechanischen oder chemischen Reiz einwirken, so ziehen sich dieselben, indem sie kürzer und dicker werden, zurück, und verschmelzen zu einer vollkommen homogenen Gallertmasse.

24. Die kieseligen S k e l e t e der Radiolarien und die kalkigen Sch a-

len der Acyttarien (Polythalamien etc.) sind Ausscheidungen der Sarcode.

Der Aufführung dieser hauptsächlichsten, die Sarcode und ihre Körnchen betreffenden, Thatsachen lasse ich nun noch die kurze Beschreibung einiger bei Nizza beobachteten Rhizopoden folgen, deren Organismus in mehrfacher Hinsicht von besonderem Interesse ist. Insbesondere gilt dies von einem nackten, auf Taf. XXVI. Fig. 4, 2 dargestellten, schalenlosen Rhizopoden, welcher der von *Max Schultze* beschriebenen *Amoeba porrecta* nahe verwandt, jedoch durch viel bedeutendere Grösse, weit zahlreichere Fäden und dünnflüssigere Consistenz der Sarcode von ihr verschieden ist. Wegen seiner höchst einfachen Structur, oder vielmehr wegen des Mangels jeder besondern Structur, verdient dieser merkwürdige Körper, namentlich mit Rücksicht auf seine beträchtliche Grösse, besondere Aufmerksamkeit, und darf wohl von allen lebenden Wesen als eines der einfachsten und niedrigsten bezeichnet werden. Da er uns gewissermassen den ersten Anfang der Organisation repräsentirt, nenne ich ihn *Protogenes primordialis*. Der nahe verwandte kleinere Rhizopode, den *Max Schultze* als *Amoeba porrecta* beschrieben und auf Taf. VII. Fig. 18 seines Polythalamienwerkes abgebildet hat, stellt einen homogenen rundlichen Sarcodkörper dar, von dem gegen zwanzig zarte, zum Theil verzweigte und anastomosirende Pseudopodien ausstrahlen. Feine Körnchen sind in der homogenen Grundmasse zerstreut und bewegen sich, von den strömenden Sarcodetheilchen mit fortgerissen, an den Fäden auf und ab. Der grössere *Protogenes*, den ich in Nizza in fünf verschiedenen Exemplaren beobachtete und in Fig. 4 u. 2 abgebildet habe, strahlte weit zahlreichere und längere Fäden aus, mindestens über hundert, bei den grösseren Exemplaren wohl weit mehr als tausend. Das grösste Individuum erschien in zusammengezogenem Zustande als ein durchsichtiges, rundes Gallertkugelchen von ungefähr 1 Mm. Durchmesser. Schon bei 30maliger Vergrösserung (Taf. XXVI. Fig. 4) zeigte sich, dass nur etwa ein Drittel dieses Durchmessers auf die centrale, homogene und solide Sarcodkugel kam, während die äussern zwei Drittel auf eine peripherische Kugelzone sich theilten, die lediglich aus tausenden von sehr feinen radialen Pseudopodien bestand, welche von dem mittleren Schleimkörper ausstrahlten. Das Thierchen glich jetzt einer einfachen colossalen *Actinophrys Sol*, aber ohne contractile Blasen und ohne Kerne; auch waren die Pseudopodien weit zahlreicher. In einem Uhrschildchen mit Seewasser längere Zeit ruhig stehen gelassen dehnte sich der *Protogenes* auf dem Boden desselben zu einer flachen unregelmässigen Platte von 3—4 Mm. Durchmesser aus, die als eine sehr dünne, vollkommen homogene und hyaline Schleimschicht erschien. Ihr Lichtbrechungsvermögen war in diesem ausgedehnten Zustande von dem des Seewassers wenig verschieden, so dass die Umrisse sehr zart und blass erschienen. Von einer umschliessenden Mem-

bran war weder an dem zusammengezogenen kugligen Klumpen, noch an der hautartig ausgedehnten Platte eine Spur zu bemerken, ebensowenig von einer Zusammensetzung der Sarcode aus Zellen. Auch Körper, welche Zellenkernen ähnlich gewesen wären, wurden vollständig in derselben vermisst. Zwei kleinere Individuen maassen in ausgedehntem Zustande nur 0,3—0,5 Mm., die beiden kleinsten noch nicht 0,4 Mm. Diese vier Exemplare fand ich sämmtlich in einem kleinen Schälchen mit pelagischem Mulder, mit zahlreich ausgestreckten und verästelten Pseudopodien, vom Ansehen eines colossalen *Actinophrys Sol* und theilweise Diatomeen und Algenreste im Innern einschliessend. Das erstgenannte grösste Individuum wurde an der Wand eines Glases anheftend bemerkt, auf dessen Boden sich geschlämmter Sand befand, und in Gesellschaft des nackten krochen auch mehrere beschalte, jedoch viel kleinere Rhizopoden, nämlich Rotalien, an der Wand umher. Sämmtliche beobachtete Individuen enthielten, in die hyaline blasse Grundsubstanz der Sarcode eingebettet, sehr zahlreiche feine Körnchen von verschiedener Grösse, dazwischen auch einzelne grössere unregelmässige Körner und Klümpchen, die sich theils in der centralen Hauptmasse des Sarcodklumpens langsam strömend umherbewegten, theils von da auf die reichlich verästelten und anastomosirenden Pseudopodien übergingen und hier nach allen Richtungen hin und her geführt wurden, auch durch die plattenförmigen Anastomosen hindurch von einem Faden auf den andern wanderten. Die grösseren unter den Körnchen erschienen weit gröber, als die gewöhnlich in der Sarcode der Radiolarien vertheilten Körnchen und glichen eher den Sarcodeeinlagerungen der *Lieberkühnia*.

Die meisten Individuen enthielten kleine pelagische Diatomeen und Stücke von niederen Algen. Ein mittleres Individuum (Taf. XXVI. Fig. 2), welches bereits eine *Navicula* und eine kleine grüne Kugelzelle umschloss, daneben noch mehrere kleine runde Körperchen, brachte ich in einem flachen Uhrsälchen isolirt mit einem grossen lebenden *Ceratium (tripus?)* zusammen, dessen Geissel und Wimperkranz sich noch bewegten. Der nackte Rhizopodenkörper, welcher in der Nähe des *Ceratium* auf ein Klümpchen zusammengezogen lag und unregelmässige Umrisse zeigte, fing nach einiger Zeit an, auf der ganzen Oberfläche Pseudopodien auszustrecken. Ueberall entwickelten sich feinere und gröbere Schleimströme, an denen eine langsame Körnchenbewegung sichtbar wurde. Die Schleimfäden derjenigen Seite, welche dem *Ceratium* zugewandt war, kamen mit demselben in Berührung und legten sich scheinbar an seine Oberfläche an. Als ich einige Zeit nachher wieder nachsah, waren die Pseudopodien nur noch auf dieser Seite entwickelt, auf den andern Seiten eingezogen, und neben einem Busche von gekrümmten, theilweis verschmolzenen Fäden (Taf. XXVI. Fig. 2 links) gingen drei dichte Büsche von gestreckten, theils parallelen, theils divergirenden Fäden zu der Schale des *Ceratium* hin und hatten theils den mittleren

Körper, theils die drei Hörner desselben umspinnen. Die Geissel und die Wimpern des mittlern Wimperreifes waren nicht mehr sichtbar. Die Körnchenbewegung entlang der Fäden war weit lebhafter als zuvor. Dies war Vormittags geschehen. Als ich etwa sechs Stunden später, gegen Abend, das Schälchen nochmals unter das Mikroskop brachte, konnte ich den Rhizopoden nicht mehr finden. Er schien verschwunden und das *Ceratium* allein übrig zu sein. Erst bei genauerem Zusehen bemerkte ich, dass der ganze mittlere Theil des *Ceratium* Körpers nebst der Basis der Fortsätze von einer an verschiedenen Stellen verschieden dicken feinkörnigen Schleimschicht überzogen war. Der Rhizopodenkörper hatte sich offenbar mittelst seiner Fadenbündel allmählich an das *Ceratium* herangezogen, dasselbe mehr und mehr umspinnen und war schliesslich vollständig um dasselbe herumgeflossen, so dass er jetzt nur wie ein gallertartiger Ueberzug des Panzers erschien. Am andern Morgen lag der Rhizopode auf einen kugligen Klumpen zusammengezogen und mit Massen von Körnchen gefüllt neben der ausgesogenen leeren Schale des *Ceratium*, deren gelber Körperinhalt verschwunden war. Neben dem *Ceratium* lag die ebenfalls entleerte Kieselschale der *Navicula* und die scheinbar nicht veränderte grüne Kugelzelle. Als ich nach mehreren Stunden abermals nachsah, waren die feinen Fäden wieder nach allen Seiten ausgestreckt und die Körnchen auf denselben in lebhafter Bewegung. Bei der Berührung einer Stelle des Fadennetzes mit der Nadel entstand an dieser Stelle eine Stockung, und die benachbarten Fäden flossen mit dem betroffenen Stück zu einer kleinen Platte zusammen, in welcher die Bewegung für kurze Zeit aufhörte, während immer neue Schleimmasse von anderen Fäden zuffloss und die Platte verdickte. Nach einiger Zeit begann aber auch in dieser Sarcodeanhäufung wieder die Körnchenbewegung und sie löste sich in feine Fäden auf, die nach allen Richtungen auseinander gingen. Dieses mehrmals wiederholte Experiment, welches zweifelsohne einen gewissen Grad von Reizbarkeit darthut, wurde stets mit demselben Erfolge angestellt.

Das Wichtigste jedoch, was ich an diesem höchst einfachen Rhizopodenorganismus constatiren konnte, war die Fähigkeit der Selbsttheilung. Eins der grösseren Individuen, welches reichlich mit Körnchen erfüllt war, die lebhaft auf den dicht verzweigten und anastomosirenden Pseudopodien sich auf und ab bewegten, hatte ich schon zwei Tage hindurch in einem kleinen Uhrschälchen isolirt gehalten. Am Morgen des dritten Tages fand ich zu meiner grossen Ueberraschung statt des einen grossen zwei kleinere Sarcodekörper, beide ungefähr von gleicher Grösse und allenthalben zahlreiche Fäden ausstrahlend. Da ich mich vorher auf das Bestimmteste von der völligen Isolirung des Rhizopoden überzeugt hatte, so konnten die beiden Körper nur durch spontane Theilung des ursprünglichen einfachen entstanden sein.

Ueber die systematische Verwandtschaft dieses höchst einfachen Sar-

codekörpers könnte man zweifelhaft sein. Er erinnert durch seine beträchtliche Grösse, die ziemlich dünnflüssige Beschaffenheit seiner schleimigen Grundsubstanz, die reiche Verzweigung und Netzbildung der von ihr ausgehenden Fäden, durch die rasche Strömung der an denselben haftenden Körnchen am meisten an die Plasmodien von gewissen kleineren Myxomycetenformen. Da jedoch diese Organismen im Meere nicht vorkommen, so bleibt nichts übrig, als ihn entweder für eine selbstständige nackte Rhizopodenform, oder für einen jugendlichen, noch nicht beschalteten Zustand eines schalentragenden Rhizopoden zu halten. Zu letzterer Annahme war auch *Max Schultze* (a. a. O. p. 29) betreffs seiner *Amoeba porrecta* geneigt, »der nur die Hülle fehlt, um eine junge Miliolide, Rotalie etc. darstellen zu können.« Für unsere eben beschriebene Form möchte ich dagegen eine selbstständige Stellung in Anspruch nehmen, obschon das grösste beobachtete Exemplar in der Gesellschaft von kalkschaligen Rotalien gefunden wurde. Letztere waren aber weit kleiner als ersteres. Namentlich scheint mir der Selbsttheilungsact dafür zu sprechen, dass wir es hier mit einem selbstständigen Organismus zu thun haben.

Jedenfalls scheint mir dieser Organismus den einfachsten Typus in der Rhizopodenklasse und zugleich eins der allerniedrigsten Wesen in der gesammten Organismenwelt zu repräsentiren: Ein einfacher, formloser, vollkommen homogener, zähflüssiger Sarcodeklumpen, ohne jedwede Differencirung und weitere Organisation, selbst ohne Kern; in hohem Grade contractil und begabt mit der Fähigkeit, fremde Körper in sich aufzunehmen und zu assimiliren, sowie durch Selbsttheilung sich fortzupflanzen. Am nächsten würde diesem typischen Rhizopodenkörper die von *Claparède* beschriebene *Lieberkuehnia Wagenéri* kommen, welche sich aber durch ein feines Häutchen unterscheidet, das den grössten Theil der rundlichen Oberfläche überzieht, so dass die Sarcodeströme blos an einer Stelle heraustreten können. Von *Actinophrys sol* unterscheidet sich unser *Protogenes* durch die weit bedeutendere Grösse, dünnflüssigere Beschaffenheit der Sarcode und Mangel des contractilen Hohlraums, von *Actinophrys (Actinosphaerium) Eichhornii* ausserdem noch durch den Mangel der Differencirung in die äussere blasige und innere zellenhaltige Parenchymschicht. Mit den echten Amoeben, die einen Kern und eine contractile Blase besitzen, und deren Pseudopodien dicker, lappenförmig sind und nicht anastomosiren, kann unser *Protogenes* keinesfalls zusammengestellt werden: dasselbe gilt auch von *Schultze's* *Amoeba porrecta*. Sollte dieser kleinere Sarcodkörper, der sich von unserem *Protogenes primordialis* durch weit geringere Zahl der Pseudopodien und viel kleinere Dimensionen unterscheidet, ebenfalls eine selbstständige Form sein, so würde sie sich als *Protogenes porrectus* dem ersteren anschliessen lassen. Die Protogeniden würden neben den Actinophryiden zu den *Acyttaria athalamia* zu stellen sein.

Von den oben erwähnten neuen Radiolarien des Mittelmeeres, welche ich im Frühling 1864 bei Nizza beobachtete, ist von besonderem Interesse eine neue Gattung aus der Familie der Acanthometriden, von welcher zwei verschiedene Arten daselbst vorkamen. Die Centralkapsel dieses neuen Thieres ist kuglig und von einer unbestimmten Anzahl unsymmetrisch vertheilter radialer Stacheln durchbohrt, welche in deren Centrum mit keilförmig zugespitzten inneren Enden in einander gestemmt sind (Taf. XXVI. Fig. 4). Die dünnhäutige und undurchsichtige kuglige Centralkapsel ist von einer ziemlich dicken Sarcodeschicht umhüllt, dem Mutterboden der sehr zahlreichen und langen Pseudopodien, die allenthalben von derselben ausstrahlen. Bringt man die Thierchen vorsichtig in einem Uhrsälchen mit viel Seewasser unter das Mikroskop, so erscheinen sie als eine äusserst zierliche Strahlenkugel, deren Peripherie aus vielen sehr dünnen, hellen (den Pseudopodien) und aus wenigen dunkleren und breiteren Strahlen (den Kieselstacheln) zusammengesetzt ist. Ich nenne deshalb die neue Gattung *Actinelius*, Strahlensonne. Beide Arten der Gattung waren ziemlich häufig und ungefähr von gleicher Grösse. Der mittlere Durchmesser der kugligen Centralkapsel betrug bei beiden 0,4—0,45 Mm.; die radialen Stacheln waren bei den jüngeren Individuen etwas kürzer, bei den älteren etwas länger als der Kapseldurchmesser. Die Stacheln der einen Art, *Actinelius purpureus*, sind sehr dünn, cylindrisch, höchstens 0,002 Mm. dick, nach beiden Enden hin allmählich zugespitzt und am innern in einen kleinen vierseitigen Keil zugeschnitten. Ihre Centralkapsel ist undurchsichtig und dunkel purpurroth von kleineren und grösseren Körnern (Zellen?) gefärbt. Die Stacheln der andern Art, *Actinelius pallidus*, sind dicker, 0,005 Mm. dick, vierseitig prismatisch, und gleichbreit von der in einen vierseitigen Keil zugespitzten Basis bis zu dem abgestutzten äussern Ende. Die Centralkapsel dieser Art ist etwas durchscheinend, blassgelblich gefärbt. Gelbe Zellen waren weder bei der einen, noch bei der andern Art vorhanden. Die Zahl der Radialstacheln schwankte bei beiden Arten zwischen zehn und vierzig und schien mit dem Alter zuzunehmen, indem die kleineren Individuen weniger, die grösseren mehr zeigten.

Actinelius purpureus ist nun deshalb von besonderem Interesse, weil die in der Sarcode vertheilten Körnchen beständig roth gefärbt sind. Es ist dies bereits das dritte Radiolar, bei dem diese auffallende Beschaffenheit der Sarcodekörnchen beobachtet wird. Bei *Acanthochiasma rubescens* ist sie zuerst von *Krohn* entdeckt, darauf von mir bei *Acanthostaurus purpurascens* gefunden worden (vergl. meine Monographie p. 333, 403). Bei allen diesen drei Arten ist die rothe Färbung der Körnchen ganz constant und wird niemals vermisst. Alle drei Arten gehören der Acanthometridenfamilie und zwar drei verschiedenen Unterfamilien derselben an. Bei anderen Radi-

larien ist eine ähnliche Färbung der Sarcodkörnchen noch niemals beobachtet worden. Diese besondere, bei einzelnen Species constante Beschaffenheit der Körnchen scheint mir von der grössten Bedeutung zu sein für den Beweis, dass die fraglichen Körnchen nicht allein als solche, d. h. als festere, von dem weichern Sarcodeschleim chemisch und physikalisch verschiedene Körperchen in demselben vertheilt sind, sondern dass sie auch bereits integrirende Bestandtheile des Rhizopodenorganismus und keineswegs fremde Körper sind, wie solche ebenfalls häufig an der Sarcode hängen bleiben und mit den Körnchen fortbewegt werden. Wie schon wiederholt hervorgehoben, halte ich die Körnchen demgemäss für assimilirte Substanzen, welche aus den fremden Körpern durch die verdauende assimilirende Kraft der Sarcode bereitet und späterhin selbst wieder zum Ersatz der verbrauchten Sarcodesubstanz benutzt werden. Die purpurrothe Färbung der Körnchen von *Actinellius purpureus* ist auch noch an den kleineren Körnchen deutlich wahrzunehmen, tritt aber besonders deutlich an den grösseren und an Stellen hervor, wo sich die Körnchen an den Fäden, oder in der Matrix der Sarcode zu Klumpen anhäufen. An dem toten Thiere, wo die gesammte extracapsulare Sarcode zu einer kugligen Gallerthülle zusammenschmilzt, die die Centralkapsel umschliesst und durch Wasserimbibition zu beträchtlicher Dicke anschwillt, erscheinen die rothen Körnchen in unregelmässige radiale Reihen gelagert, welche wie durchbrochene Ketten die ganze Dicke dieser Gallerthülle durchsetzen.

Von den bisher bekannten Radiolarien steht die Gattung *Actinellius* am nächsten dem seltsamen *Litholophus rhipidium*, welchen ich auf p. 402 meiner Monographie beschrieben und auf Taf. XIX. Fig. 6 abgebildet habe. Die Centralkapsel dieses Thieres ist kegelförmig und wird von einem conischen Büschel von 12—23 Stacheln durchbohrt, welche in der Spitze der Centralkapsel zusammenstossen und innerhalb des Raumes eines Kugelquadranten von diesem gemeinsamen Mittelpunkte aus divergiren. Ich gründete für diese abweichende Acanthometridenform die besondere Unterfamilie der Litholophiden, deren Charakter ich folgendermaassen umschrieb (a. a. O. p. 404): »Skelet ist zusammengesetzt aus mehreren radialen, ohne bestimmte Anordnung nach verschiedenen Seiten divergirenden Stacheln, deren Enden in einem gemeinsamen Mittelpunkte innerhalb der Centralkapsel durch Anlagerung verbunden sind.« Diese Charakteristik, welche ich auch heute noch festhalte, passt ebensowohl auf *Litholophus*, als auf *Actinellius*, welchen letzteren ich demgemäss als ein zweites Genus dieser Gruppe einfüge. Der Beschreibung von *Lithellius*, bei welchem die Stacheln innerhalb eines Kugelquadrantenraumes divergiren, fügte ich damals bei: »Man würde aber auch in diese Subfamilie andere Gattungen bringen können, bei denen die Stacheln einen grössern Raum erfüllen, aber in demselben ohne bestimmte Ordnung zerstreut und in einem gemeinsamen Stützpunkte inner-

halb der Kapsel in einander gestemmt sind.« Eine solche Gattung ist nun in *Actinelius* in der That gefunden.

Auch von der Gattung *Litholophus* selbst habe ich bei Nizza eine neue Species in mehreren Exemplaren beobachtet. Sie ist dem *Litholophus rhipidium*, der vierkantige Stacheln mit ausgeschweift gezähnelten Kanten besitzt, im Ganzen sehr ähnlich, unterscheidet sich aber durch vierseitig prismatische Stacheln mit glatten Kanten. Ich nenne ihn *Litholophus ligurinus*. Die Stacheln sind im äussern Theile gleich breit, nach dem innern Ende hin allmählich verschmälert und an der Basis in einen kleinen vierseitigen Keil zugespitzt, mittelst dessen sie sich aneinander legen. Die Zahl der Stacheln, welche zusammen einen conischen Büschel, gleich einem Federbusch, bildeten, betrug zwischen 15 und 20. Sie sind 0,005 Mm. breit, gegen 0,3 Mm. lang, die undurchsichtige, dunkelbraune, kegelförmige Centralkapsel ist 0,06 Mm. lang. Gelbe Zellen fehlten. Ich hebe diese Art deshalb hier besonders hervor, weil ich sie lebend mit ausgestreckten Pseudopodien und deutlicher Körnchenbewegung an denselben beobachtete, während ich *Litholophus rhipidium* nur todt gefunden hatte, mit einer Gallertschicht bedeckt, welche um die einzelnen Stacheln Cilienkränze bildete. Die Pseudopodien waren bei *L. ligurinus* nicht sehr zahlreich, zeigten wenige Anastomosen und bildeten, gleich den Stacheln, an die sie sich anlegten, einen kegelförmigen Büschel, der sich innerhalb des Raumes eines Kugelquadranten hielt.

Von den übrigen neuen Radiolarien, welche ich bei Nizza beobachtete, erwähne ich nur ganz kurz eine neue *Heliosphaera*, welche ich *H. capillacea* nenne. Sie zeichnet sich aus durch 30—40 dünne unregelmässig vertheilte, radiale Hauptstacheln, welche ungefähr so lang als der Radius der Gitterkugel sind und zwischen denen zahlreiche kleine radiale Nebenstacheln sitzen, nur so lang als der Durchmesser der etwas unregelmässigen sechseckigen Maschen der Gitterkugel. Dieser misst etwa $\frac{1}{10}$ von dem Kugeldurchmesser selbst, der 0,25 Mm. beträgt, die farblose, durchsichtige, sphärische Centralkapsel in der Mitte der Gitterkugel maass nur 0,08 Mm. im Durchmesser. Die Stacheln entspringen theils von den Knotenpunkten, theils von den Balken der Gitterkugel. Von den fünf Species dieser Gattung, die ich in Messina beobachtete, ist diese Art am ähnlichsten der *Heliosphaera echinoides*, welche ich auf p. 352, Taf. IX. Fig. 4 meiner Monographie dargestellt habe.

Eine andere, sehr zierliche neue Art aus derselben Gruppe der *Heliosphaeriden* (Familie der *Ethmosphaeriden*) gebe ich hier in der Abbildung (Taf. XXVI. Fig. 5), weil die Fortbewegung der zahlreichen extracapsularen gelben Zellen an den Fäden hin sehr deutlich wahrzunehmen war. Die Sarcodien dieses Thieres, welches ich *Cyrtidosphaera echinoides* nenne, ist sehr dünnflüssig; die Fäden sind sehr zahlreich, haben

grosse Neigung zum Verästeln und Verschmelzen und fliessen leicht zu netzartigen durchbrochenen Sarcodeplatten zusammen. Die Körnchen auf den Fäden fand ich reichlich, in lebhafter Bewegung. Weit langsamer und nur bisweilen ruckweise oder stossweise beschleunigt, geschah das Fortrücken der extracapsularen gelben Zellen, welche an den stärkeren Sarcodeströmen anklebten und, von einem kleinen Sarcodehufe umschlossen, mit fortgerissen wurden. Als ich an die eine Seite eines Thieres, welches allenthalben dichte Strahlenbüschel von verästelten Pseudopodien mit lebhafter Körnchenströmung ausgesandt hatte, eine Nadel brachte, deren Spitze mit einer Spur von Schwefelsäure befeuchtet war, flossen hier rasch sämmtliche Schleimfäden, indem sie sich krümmten und verdickten, zu einer homogenen, wolkigen Gallertmasse zusammen, an der keine Spur von Pseudopodien mehr zu erkennen war (Taf. XXVI. Fig. 5, oben links), während auf der andern Seite das lebhafteste Spiel der sich verästelnden und anastomosirenden Stromfäden noch einige Zeit fort-dauerte (Fig. 5, unten rechts).

Von *Cyrtidosphaera echinoides* fing ich nur zwei Individuen, beide in derselben geringen Wassermenge beisammen liegend, und von gleicher Grösse und Form. Die Schalenbildung ist sehr ähnlich der der *Collosphaera spinosa* (p. 536, Taf. XXXIV. Fig. 42, 43 meiner Monographie). Auch hier ist die Kieselschale eine Gitterkugel mit kurzen, radialen Stacheln, deren Netzwerk aus einer Anzahl grösserer Maschen besteht, getrennt durch breite, bandförmige Züge von kleineren Maschen. Doch tritt diese Bildung bei der solitären *Cyrtidosphaera echinoides* weit regelmässiger hervor, als bei der socialen *Collosphaera spinosa*. Namentlich sind die grossen Maschen der ersteren regelmässiger und von fast sechseckiger Form. Ferner sind die zahlreichen kurzen Radialstrahlen bei der ersteren länger, solid und gerade, bei der letzteren schief aufgesetzt oder gekrümmt, hohl und an der Basis selbst von kleinen Gitterlöchern durchbrochen. Der Durchmesser der Kieselschale von *Cyrtidosphaera echinoides* beträgt 0,13 Mm., der ihrer grösseren Gittermaschen 0,03 Mm., der ihrer kugligen Centralkapsel, welche mit violettblauem Pigment erfüllt ist, 0,08 Mm., der Durchmesser der gelben Zellen endlich 0,005 Mm. Die Stacheln sind 0,03 Mm. lang. Von der *Cyrtidosphaera reticulata*, welche auf p. 349, Taf. XI. Fig. 2 meiner Monographie dargestellt ist, weicht diese neue Art mehr ab, als von der coloniebildenden *Collosphaera spinosa*, und es wäre wohl möglich, dass die beiden beobachteten Individuen losgelöste Individuen einer Polycyrtaricnecolonie waren, wie solche auch von *Collosphaera Huxleyi* vorkommen. In diesem Falle würde unsere neue Form als *Collosphaera echinoides* in das System einzureihen sein.

Das letzte neue Radiolar von Nizza endlich, dessen kurze Beschreibung und Abbildung hier folgen mag, gehört zur Familie der Acanthodesmiden, und ist deshalb einiger Beachtung werth, weil das Verhältniss

der Sarcode zu den von ihr ausgeschiedenen Kieselfäden hier sehr deutlich nachzuweisen ist (Taf. XXVI. Fig. 3). Ich nenne diese zierliche Art *Acanthodesmia polybrocha*. Sie steht zwischen den beiden bekannten Arten der Gattung *Acanthodesmia*, den von *Johannes Müller* bei Nizza und Cete beobachteten *A. vinculata* und *A. dumetum* gewissermaassen in der Mitte. Mit der letzteren theilt sie die grössere Zahl und Entwicklung der bogenförmig verbundenen Kieselfäden, mit der ersteren die bogenförmige Biegung der Radialstacheln. Doch übertrifft unsere Art die beiden anderen in beiden Beziehungen. Das Kiesel skelet, welches rings die Centralkapsel umschliesst, ohne in ihr Inneres einzudringen, besteht aus einem lockern Geflecht von zahlreichen, sehr dünnen, cylindrischen Kieselstäbchen, welche gertenförmig oder ruthenförmig gebogen und gabelspaltig verzweigt sind. Die innerste Lage des Kieselgeflechts bildet fast eine unregelmässige Gitterkugel um die Centralkapsel (Uebergang zu den Ethmosphaeriden!), von der allenthalben gebogene, radiale Kieselfäden ausstrahlen. Diese theilen sich wiederholt gabelspaltig, und die einzelnen Gabeläste der verschiedenen benachbarten Radialstacheln gehen in schön geschwungenem Bogen in einander über. So entsteht ein lockeres kugliges Ruthengeflecht von Kieselzweigen, wie eine dünne Dornenhecke; der grösste Durchmesser der ganzen Dornenkugel beträgt 0,18 Mm. Die äussersten peripherischen Gabeläste der Dornenkrone enden frei mit kurzen Spitzen. Die kuglige, blassgelbliche, durchscheinende Centralkapsel, deren Durchmesser 0,06 Mm. beträgt, ist mit kleinen, hellen, kugligen Zellen erfüllt, zwischen denen dunklere Körner liegen. In der schleimigen Sarcodeschicht, welche sie umbüllt, liegen viele kleine gelbe Zellen zerstreut. Die Pseudopodien, welche allenthalben von dieser Matrix in dichten Büschen ausstrahlen und zwischen den Arcaden durch die Lücken der Dornenkrone nach aussen treten, ahmen zum Theil die Gestalt des Kieselgeflechts in der auffallendsten Weise nach (z. B. in Fig. 3 auf der rechten Seite). Sie verschlingen und durchflechten sich in Form der zierlichsten Arcaden, und von den Arcaden gehen wieder dichotom verzweigte Sarcodestäbe aus, welche die Form der kieseligen Dornenkrone ausserhalb derselben nochmals wiederholen. Die Beobachtung der strömenden Körnchen, die bisweilen über viele Arcaden hinweg von einer Stachelspitze bis zu einer weit davon entlegenen verfolgt werden können, gewährt ein höchst anziehendes Schauspiel. Die völlige Conformität der charakteristischen Kieselbögen und kieseligen Gabelstacheln, mit den darüber und dazwischen ausgebreiteten Bogen und Zweigen aus weicher Sarcode lassen keinen Zweifel darüber, dass erstere aus letzteren gewissermaassen durch Verkieselung hervorgehen. Bereits in meiner Monographie (p. 144) habe ich eine Anzahl ähnlicher treffender Beispiele (von *Arachnocorys*, *Arachnosphaera*, *Diplosphaera*, *Rhizosphaera*) angeführt und fügte hinzu: »Die feinen Sarcodenetze erscheinen hier in ganz gleicher

Weise »verkieselt«, durch bleibende Kieselfäden derselben Form ersetzt, wie in gewissen Pflanzenzellen (in den einzelligen Caulerpaschläuchen, in der vordern Aussackung des Embryosackes von *Pedicularis sylvatica* etc.) das feine, weiche Netz der Protoplasmafäden verholzt, durch feste starr bleibende Cellulosefäden ersetzt wird.« Es läuft auf dasselbe hinaus, ob man die Entstehung der Kieselstäbchen aus der gleichgeformten Sarcode als eine Verkieselung derselben, oder als eine Ausscheidung, eine Secretion von Kiesel, bezeichnen will.

Ich verzichte darauf, hier nochmals meine detaillirte Schilderung der anatomischen und physiologischen Eigenthümlichkeiten des Rhizopodenorganismus zu wiederholen, wie sie auch an den eben aufgeführten und auf Taf. XXVI. abgebildeten Rhizopoden sich darstellten. Ich müsste dann nur alles Dasjenige in gedrängterer Form resumiren, was ich in meiner Monographie der Radiolarien auf das Ausführlichste erörtert und durch zahlreiche Abbildungen erläutert habe. Ich wiederhole, dass ich auch bei der angestrengtesten Aufmerksamkeit nicht im Stande war, die dort entwickelten Anschauungen irgendwie zu modificiren, oder dem Gegenstande neue Seiten abzugewinnen. Die Darstellung des Rhizopodenorganismus, wie sie von *Dujardin*, *Max Schultze*, *Huxley*, *Claparède*, *Krohn*, *Johannes Müller* in wesentlich übereinstimmender Form gegeben worden ist, und wie ich selbst sie an zahlreichen Radiolarien und vielen Aeyttarien nur bestätigen konnte, muss ich demgemäss nach wie vor für die einzig richtige halten. Die vollkommen entgegengesetzte und ganz damit unvereinbare Darstellung, welche *Reichert* in den letzten Jahren aufgestellt hat und mit der grössten Bestimmtheit heute noch vertritt, halte ich in allen Beziehungen für vollkommen verfehlt und in keiner Weise der Natur entsprechend. Ich kann mir die von ihm versuchte, seltsam gekünstelte und dunkel verworrene Deutung der einfachsten Erscheinungen nicht anders erklären, als aus einem a priori gefassten Abscheu vor einfachen, nicht differencirten Organismen, und aus dem rein theoretischen Bestreben, die im Körper der höheren Thiere differencirten Organe und Gewebe auch in dem Körper der sämtlichen niederen Thiere nachzuweisen, oder, wo sie nicht nachzuweisen sind, willkürlich vorauszusetzen. Dass dieselbe auf unbefangener Beobachtung beruht, kann ich ebensowenig glauben, als ich mich zu der Anschauung *Reichert's* emporzuschwingen vermag, welche in den vom Sarcodestrom fortgerissenen (bei gewissen Arten roth gefärbten!) Körnchen »hüpfende Schlingen« erblickt. Die Protoplasmatheorie der Sarcode aber, welche *Reichert* »klar und unzweideutig als Irrlehre« nachgewiesen zu haben glaubt, ist durch seine unklaren und zweideutigen Angriffe so wenig erschüttert worden, dass sie jetzt fester dasteht als je zuvor.

Jena, im Januar 1865.

Ernst Häckel.

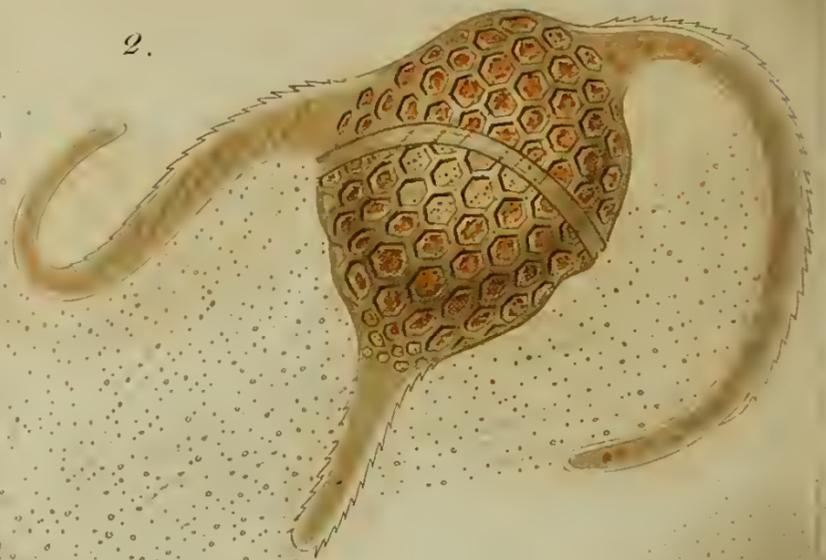
Erklärung der Abbildungen.

Tafel XXVI.

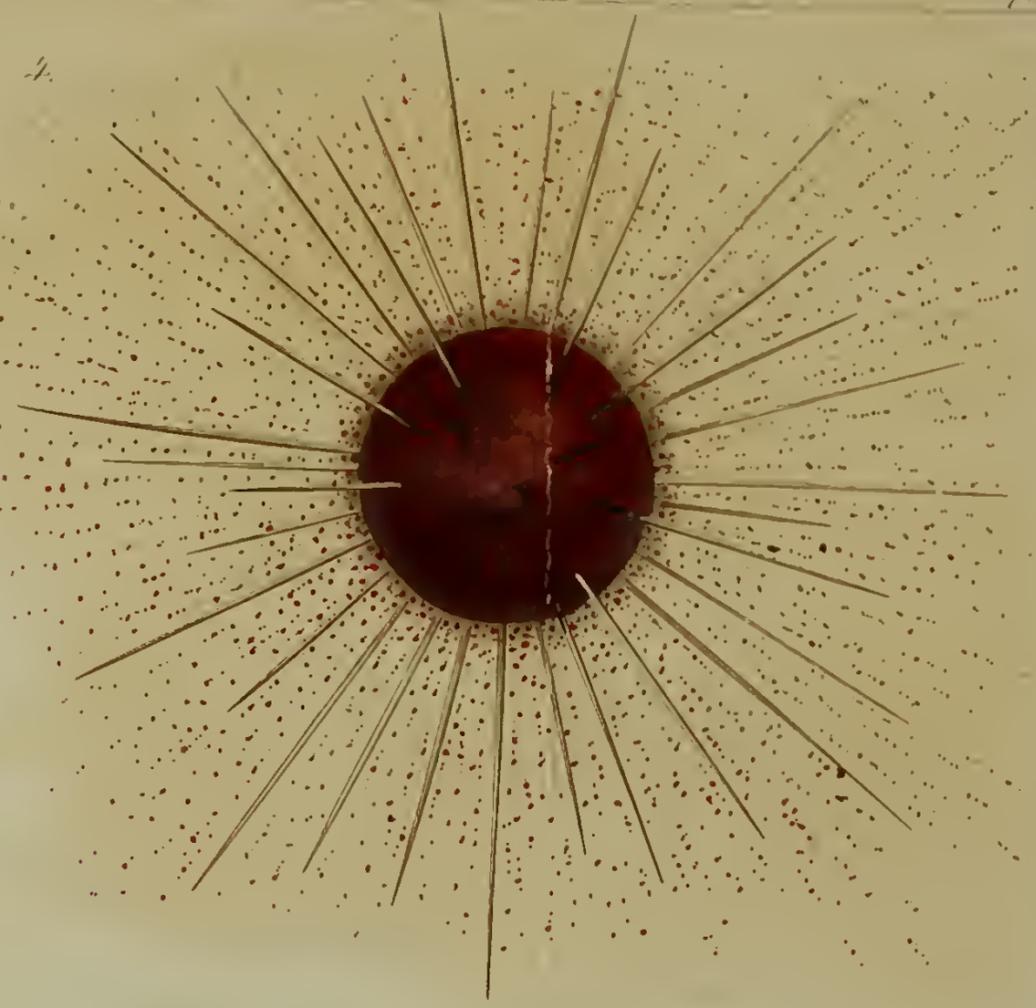
NB. Fig. 1 ist 50mal, Fig. 2—4 sind 400mal vergrössert.

- Fig. 1. *Protogenes primordialis*, grosses Exemplar, kuglig zusammengezogen, mit allseitig ausstrahlenden, sehr zahlreichen Pseudopodien.
- Fig. 2. *Protogenes primordialis*, kleineres Exemplar, unregelmässig klumpig zusammengeballt und nur theilweise ausgebreitet. Die Pseudopodien in dichten Büscheln nur nach einer Seite ausgestreckt und an ein Peridinium (*Ceratium*) tripus angelegt, welches schliesslich ganz in die Mitte des Sarcodkörpers hineingezogen wird. Hier liegt bereits eine *Navicula* und eine grüne kuglige Zelle.
- Fig. 3. *Acanthodesmia polybrocha*, mit allseitig ausgestreckten Pseudopodien, welche durch ihre bogenförmigen Anastomosen und dichotomen Verästelungen die Form des kieseligen Flechtwerkes wiederholen. Rechts unten sind zwei *Naviculae* von der Sarcode umflossen.
- Fig. 4. *Actinellius purpureus*, mit allseitig ausgestreckten Pseudopodien, welche dicht mit grösseren und kleineren rothen Körnchen besetzt sind.
- Fig. 5. *Cyrtidosphaera echinoides*, mit ausgestreckten Pseudopodien, an denen ausser den kleinen Körnchen sich auch gelbe Zellen fortbewegen. Links oben sind die Sarcodefäden mit einer in Schwefelsäure eingetauchten Nadel berührt worden und infolge dessen in eine homogene Schleimmasse zusammengeflossen. Links unten sind drei *Bacillarien* von der Sarcode umflossen.

2.



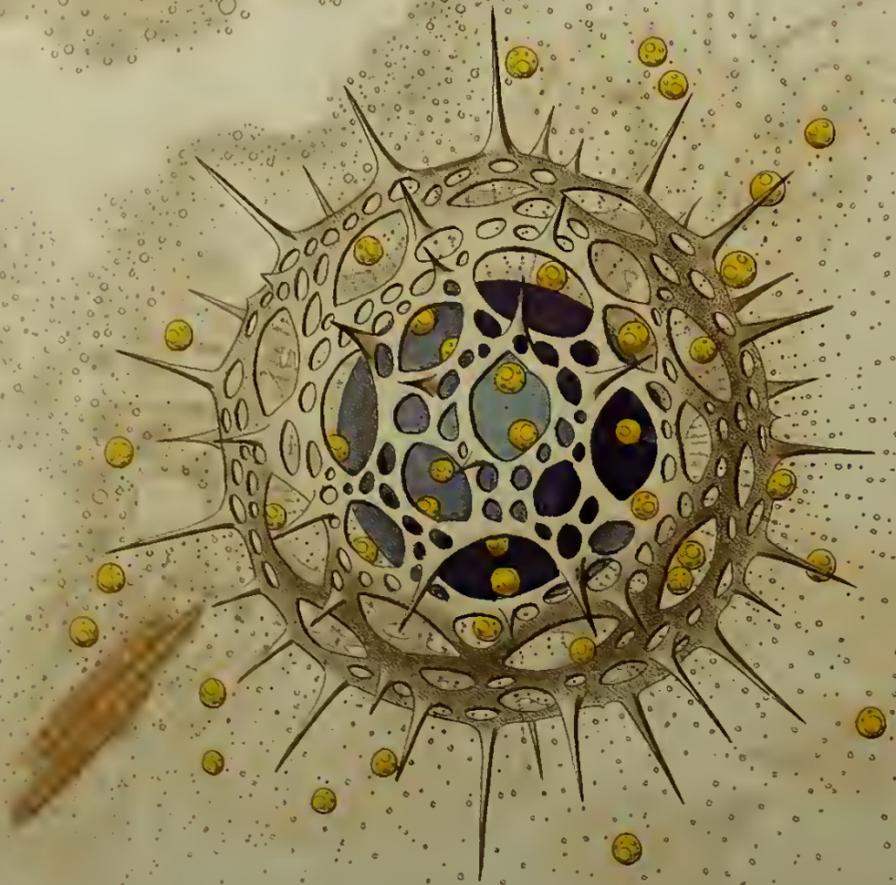
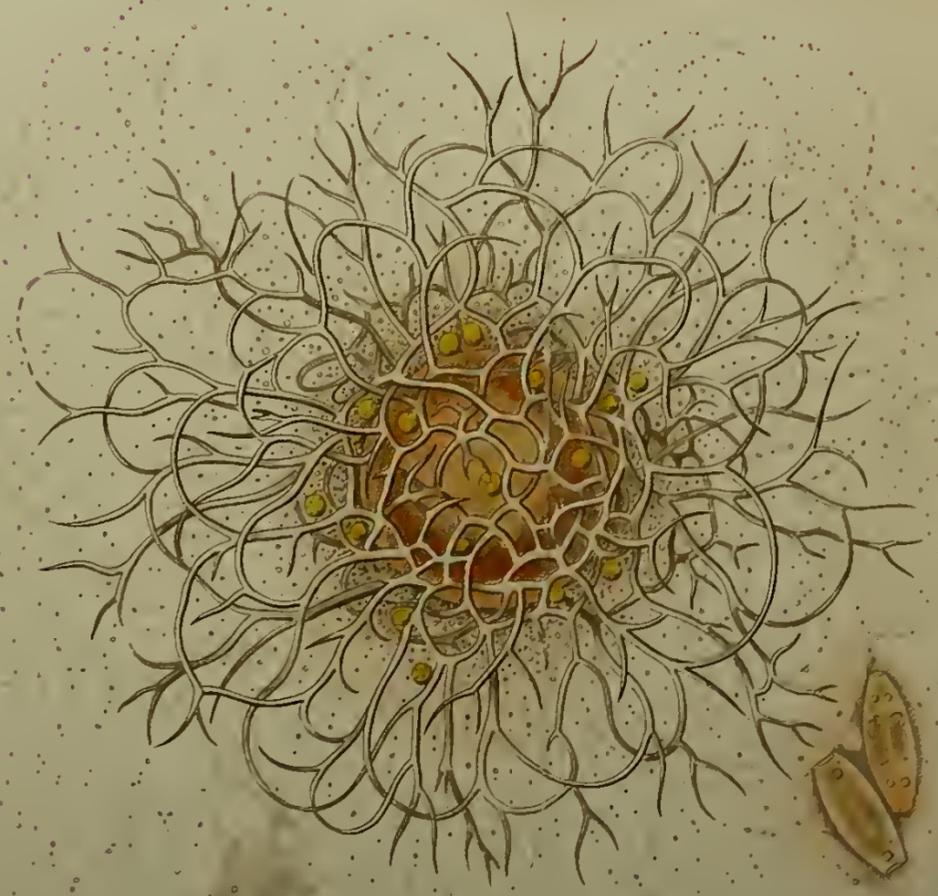
1.



5.



3.



ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1865

Band/Volume: [15](#)

Autor(en)/Author(s): Haeckel Ernst Heinr. Phil. Aug.

Artikel/Article: [Ueber den Sarcodkörper der Rhizopoden. 342-370](#)