

Studien über Rhizopoden.

Von

Richard Hertwig.

Hierzu Taf. XIX u. XX.

Im Laufe der letzten Jahre habe ich meine Untersuchungen über die Süßwasserrhizopoden, sowie sich mir hierzu Gelegenheit bot, fortgesetzt und auf diese Weise zerstreute Beobachtungen über die verschiedensten Formen gesammelt. Eine Veröffentlichung derselben habe ich bisher hinausgeschoben in der Hoffnung, sie weiterhin vervollständigen und die einzelnen Lücken ausfüllen zu können. Dies ist nicht in Erfüllung gegangen, auch werde ich wohl in der nächsten Zeit schwerlich auf das Untersuchungsgebiet zurückkommen. Da ich nun im verflossenen Winter eine sehr interessante Rhizopodenart in Messina genauer untersucht habe, so benutze ich die Gelegenheit und reihe der Schilderung derselben meine früheren Beobachtungen über den Bau und die Entwicklung der Heliozoen an, sowie einige ebenfalls in Messina gemachte Erfahrungen über pelagische Thalamophoren.

I. Sticholonche Zanclea.

Hierzu Taf. XIX.

In dem Auftrieb, den die pelagische Fischerei im Hafen von Messina während der Wintermonate 1876/7 ergab, fand ich zu wiederholten Malen einen Organismus auf, der zwar zu den Rhizopoden gerechnet werden muss, von den typischen Formen

aber sich sowohl in seinem Bau als auch in seinen Lebenserscheinungen mehr als irgend eine andere Art entfernt. Ich werde denselben wegen seiner lanzenartigen starren, in Reihen aufgepflanzten Pseudopodien als *Sticholonche Zancelea* bezeichnen und im Folgenden eine Schilderung seiner Organisation geben. Ueber die Fortpflanzung gelang es mir ebenso wenig wie beim *Leptodiscus* Beobachtungen zu sammeln.

Die *Sticholonche* besitzt einen im Grossen und Ganzen ovalen Körper, dessen grösster Durchmesser bis zu 0,15 mm. beträgt, und kann im Wasser suspendirt eben noch als ein kleines weissliches Pünktchen erkannt werden. Es ist daher möglich, durch Schöpfen von der Meeresoberfläche völlig unversehrte Exemplare zu erhalten. Da jedoch die *Sticholonche* seltener ist als der *Leptodiscus* und dazu leichter übersehen wird, so empfahl es sich, das Untersuchungsmaterial sich auf dem Weg der pelagischen Fischerei mit dem Mullnetz zu verschaffen. Im Mulder bleibt der Organismus längere Zeit leben; auch verändert sich sein Bau hierbei nicht im geringsten, wie der Vergleich mit geschöpften Individuen lehrt. Meine Beobachtungen wurden vornehmlich an Muldermaterial gewonnen.

Der Körper der *Sticholonche* wird von einem Protoplasma gebildet, das viel Aehnlichkeit mit dem der *Acineten* besitzt. Es besteht aus einer feinkörnigen Grundlage und in dieselbe eingestreuten kleineren und grösseren, rundlichen oder ovalen Körperchen, die sich durch schwachen Fettglanz auszeichnen und hierin an die Eiweisskugeln erinnern, wie sie bei den *Acineten* vorkommen. Vacuolen sind nicht vorhanden, ebenso fehlt eine Membran auf der Körperoberfläche, welche meist gar nicht scharf begrenzt erscheint. Im Centrum findet sich ein ganz eigenthümliches Gebilde, welches bei keinem anderen Rhizopoden ein Analogon besitzt: eine allseitig geschlossene Kapsel von etwa bohnenförmiger Gestalt. Dieselbe ist in der Längsrichtung des Thieres gestreckt und besitzt ihre grösste Breite in der Mitte zwischen beiden Enden. Der Längendurchmesser beträgt 0,08 Mm., der Breitendurchmesser 0,04 Mm. Nach beiden Enden hin verjüngt sich die Kapsel, um hier abgestumpft zu enden; ferner ist sie über eine ihrer Längsseiten gebogen, so dass man auf dem optischen Längsschnitt eine längere stärkere und eine kürzere schwächer gekrümmte Begrenzungslinie unterscheiden kann (Fig. 3). Der optische Querschnitt gibt keine kreisförmige Figur, sondern besitzt eine Gestalt, wie sie die Abbildung 2 auf Tafel XIX ver-

anschaulicht. Aus dieser Zeichnung geht hervor, dass die Kapsel auf der Seite, nach welcher hin sie gekrümmt ist, zwei dellenförmige, der Länge nach verlaufende Eindrücke besitzt.

Von dem Bau der Kapselwand erhält man am besten eine Vorstellung, wenn man isolirte Kapseln von abgestorbenen Thieren untersucht. Man erblickt dann eine Zeichnung ähnlich der einer Pleurosigmaschale. Dunkle Flecke sind so angeordnet, dass sie nach 3 Richtungen hin in Reihen stehen, in der Längsrichtung und in sich rechtwinkelig schneidenden Schräglinien. Da sich die Kapsel nach beiden Enden hin verjüngt, treten die Reihen hier enger an einander und werden die Flecke demgemäss kleiner. Es hat dies zur Folge, dass auch die Linien, welche die reihenartige Anordnung bestimmen, einen etwas gekrümmten Verlauf annehmen. (Fig. 4.)

Die fleckige Zeichnung der Oberfläche wird durch kleine ringförmige Erhebungen hervorgerufen, welche der Membran der Kapsel aufsitzen. Man sieht dies besonders deutlich am optischen Querschnitt (Fig. 2) oder Längsschnitt (Fig. 3). Auch lässt sich hier das allmähliche Kleinerwerden der Vorsprünge am besten verfolgen, welches vom höchsten Punkt der Convexität der Kapsel aus nach allen Richtungen hin Statt findet.

Auf den ringförmigen Erhebungen sitzen längere cylindrische Fortsätze wie Säulen auf ihrem Postament (Fig. 2 u. 3). Dieselben erscheinen zwar vollkommen homogen, doch macht ihr Verhältniss zu den Pseudopodien, auf das ich später näher eingehen werde, wahrscheinlich, dass sie von einem der Länge nach verlaufenden Canal durchbohrt werden. Sie sind am längsten da, wo die ringförmigen Erhebungen am entwickeltsten sind, d. h. auf der Höhe der Convexität der Kapsel. Von da aus nehmen sie namentlich in der Richtung der Breite schnell an Länge ab. Auf der concaven Seite der Kapsel fehlen sie vollkommen und auch an den Enden sind sie so klein, dass sie kaum bemerkt werden. So kommt es, dass relativ wenige Längsreihen der Röhren gut ausgebildet sind. — Da die Grössenabnahme eine sehr gleichmässige ist, so bilden die Enden der Röhren in ihrer Gesamtheit auf dem optischen Längsschnitt eine Linie, die den Eindruck einer zweiten äusseren Contour der Kapsel hervorruft. Dieselbe convergirt allmählich mit der Contour der convexen Kapselwand, um an den Enden schliesslich mit ihr zusammen zu fallen.

Die geschilderte Kapsel sammt ihren Anhängen ist ein Gebilde von grosser Festigkeit. Sie isolirt sich daher leicht aus

dem Weichkörper der Stichelonche, nur dass hierbei meist ein Theil der aufsitzenden Röhren abfällt. In Kalilauge ist sie völlig unlöslich, mag man die Concentration verändern wie man will. Ebenso wenig wird die Kapsel von Säuren angegriffen. Im frischen Zustand hat sie eine etwas bräunliche Farbe und fällt hierdurch sowie durch ihre scharfe Contourirung schon bei oberflächlicher Betrachtung in die Augen.

Der Inhalt der Kapsel besteht aus einer homogenen Masse, die sich bei Behandlung von Osmiumsäure und Carmin intensiv färbt. In ihr liegt ein rundlicher, undeutlich contourirter Körper mit einem scharf hervortretenden Korn, das eine etwas excentrische Stellung einnimmt (Fig. 1, 2 u. 3n). Der genannte Körper ist schwer zu sehen und tritt auch bei Anwendung von Reagentien nicht deutlicher hervor. Er ist stets einem der Kapselenden etwas genähert.

Die Pseudopodien der Stichelonche sind starre mit feiner Spitze endende Fäden, an denen ich niemals eine Körnchenströmung erkennen konnte. Sie stehen in mehreren sehr regelmässigen Längsreihen, ein jedes von seinem Nachbar durch einen nahezu gleichen Zwischenraum getrennt. Hierbei divergiren sie nach der Peripherie zu radienartig. Ein einziges Mal gelang es mir, die Verschmelzung zweier aus ihrer Anordnung gebrachten Pseudopodien zu beobachten.

Wenn wir die Pseudopodien centralwärts verfolgen, so sehen wir sie mit grosser Deutlichkeit den körnigen Protoplasmatheil des Körpers durchsetzen, ohne irgend welche Veränderungen zu erfahren. Im Inneren des Körpers treten sie an die Röhren der central gelegenen Kapsel heran und dringen höchst wahrscheinlich durch das Innere derselben in die Kapsel ein. Demgemäss bin ich der Ansicht, dass die Pseudopodien nichts Anderes sind, als Verlängerungen der intracapsularen Sarkode.

Der Körper der Stichelonche wird von einem Skelet umhüllt, das aus zwei Theilen besteht: 1) einer aus einzelnen Stücken sich zusammensetzenden membranartigen Umhüllung und 2) aus einer grösseren Anzahl von Stachelgruppen, die ersterer in grösseren oder geringeren Abständen aufsitzen.

Die membranartige Umhüllung liegt der Körperoberfläche nicht unmittelbar auf, sondern wird von ihr durch einen Zwischenraum getrennt; sie wird von einzelnen Spangen gebildet, die einander bald parallel gelagert sind, bald einander kreuzen. Ihren feineren Bau sowie die genauere Anordnungsweise habe ich nicht

eingehender untersucht und kann ich nur so viel hervorheben, dass durch die Stellung der Spangen buckelförmige Hervorwölbungen der Skeletthülle bedingt sind, wie sie Figur 1 auf Tafel XIX veranschaulicht.

Auf jeder Hervorwölbung erhebt sich eine Gruppe von Stacheln, die einen sehr charakteristischen Bau besitzen. Ein jeder Stachel ist in ganzer Ausdehnung drehrund. Er beginnt mit einem abgerundeten Ende, dann verbreitert er sich rasch bis zu einer von der Basis nicht gar weit entfernten Stelle, von hier aus verjüngt er sich allmählig, um schliesslich kurz vor dem peripheren Ende nahezu parallel verlaufende Contouren zu erhalten. Das Ende selbst ist sehr fein, ohne jedoch in eine Spitze auszu-
laufen, vielmehr ist es abgestumpft. In ganzer Ausdehnung zeigt der Stachel eine feine Querstreifung, die wohl eine Folge zarter ringförmiger Einschnürungen ist. Das Stachelinnere wird von einem Hohlraume eingenommen. — Derartige Stacheln sind in der Zahl von ungefähr zwanzig in einer Gruppe vereint. Sie strahlen von einem gemeinsamen Centrum aus. Sieht man von oben auf eine Stachelgruppe, so bietet dieselbe ein *zierliches rosettenartiges Bild.

In den meisten Gruppen findet sich ein Hauptstachel, der die übrigen an Länge und Breite überragt und sich von ihnen auch sonst durch seine abweichende Gestalt unterscheidet. Während die kleineren Stacheln ungefähr 0,06 mm. lang und 0,003 mm. breit sind, betragen dieselben Dimensionen bei den grösseren 0,08 mm. und 0,004 mm. Während die kleineren Stacheln von der basalen Anschwellung aus sich continuirlich verjüngen, besitzt der grössere kurz vor seinem peripheren Ende noch eine zweite, stärkere Auftreibung. Diese Auftreibung hat ausserdem noch das Eigenthümliche, dass sie nicht allseitig gleichmässig entwickelt ist, sondern auf einer Seite früher beginnt als auf der anderen. Im Uebrigen ist die feinere Structur dieselbe. Die Oberfläche besitzt die zarte Ringelung, das Innere ist hohl. Von letzterer Eigenschaft überzeugte mich ein Exemplar, bei dem durch irgend einen Zufall Luft in das Stachelinnere eingedrungen war und so die lehrreiche Injection ergab, die man nach Häckel's Vorgang künstlich durch successive Behandlung mit Soda und Säure erhalten kann.

Ebenso eigenthümlich wie der Bau, ist die Bewegung der Stichlonche. Dieselbe erfolgt stossweis; ganz plötzlich und gleichzeitig legt sich die Phalanx der Pseudopodien um, als ob Reihen aufgefplanzter Lanzen auf Commando zu Boden gesenkt würden.

Hierbei wird der Körper vorwärts gestossen. Die Pseudopodien scheinen somit nicht durch Verkürzen den Ortswechsel des Thiers herbei zu führen, sondern scheinen in ihrer Gesamtheit wie Ruder zu wirken. Besonders energische Contractionen traten kurz vor dem Absterben des Thieres ein, dann zuckte der Körper auf's heftigste bald nach der einen, bald nach der anderen Seite. Gleichzeitig hob sich die Skelethülle blasenartig vom Körper ab und zerfiel schliesslich, indem sie sich mehr und mehr entfernte, in einzelne Stücke. — Die Nahrungsaufnahme, sowie die Fortpflanzung habe ich nicht beobachten können.

Wenn wir uns nunmehr zu einer Beurtheilung der geschilderten Organisation wenden, so verlangen namentlich zwei Fragen eingehendere Besprechung. 1. In welchem Verhältniss steht der Bau der Sticheloneke zur Zelltheorie? 2. In welchem Verhältniss steht die Sticheloneke zu anderen Rhizopoden?

Bei einer histologischen Beurtheilung handelt es sich vor Allem um die Entscheidung, ob ein Kern in Ein- oder Mehrzahl vorhanden ist, oder ob derselbe fehlt. —

Beim Beginn meiner Untersuchungen glaubte ich einen Kern in der die Kapsel umgebenden Sarkode gefunden zu haben. In einem Fall bemerkte ich hier einen in Carmin sich rothfärbenden rundlichen Körper, der Aehnlichkeit mit einem Kern besass. In später untersuchten Exemplaren vermisste ich ihn jedoch und glaube ich den Körper als etwas von aussen Aufgenommenes betrachten zu müssen.

Ferner habe ich daran gedacht, ob nicht die ganze innere Kapsel als Kern aufgefasst werden könne. Obwohl nun Anhaltspunkte für diese Vermuthung in dem microchemischen Verhalten gegeben wären, so habe ich mich gleichwohl nicht mit derselben befreunden können, da die Kapsel so vielerlei Eigenthümliches besitzt, was gar nicht zum Wesen des Kerns stimmt. Die auffallende Differenzirung der Kernwand würde ganz ohne Analogon sein. Noch mehr würde das Verhalten der Pseudopodien der Deutung widersprechen, da bisher noch nirgends Beziehungen derselben zum Kerninhalt haben nachgewiesen werden können. Es bleibt somit nur noch die dritte Möglichkeit übrig, den in der Kapsel gelegenen rundlichen Körper für das Homologon eines Kernes anzusehen. Gegen eine derartige Annahme lassen sich zwar keine Bedenken aus den vorliegenden Beobachtungen entnehmen, aber es lassen sich auch keine entscheidenden Beobachtungen für sie geltend machen. Wenn ich das Gebilde als Kern

deute und die Stichelolonehe somit nicht zu den kernlosen Organismen, den Monoren, rechne, so hebe ich ausdrücklich dabei hervor, dass die Frage erst durch weitere Untersuchungen sicher gestellt werden muss.

Völlig unklar endlich ist die systematische Stellung der Stichelolonehe. Schon ihre Zugehörigkeit zu den Rhizopoden kann bei oberflächlicher Betrachtung angezweifelt werden. Ich selber war anfänglich unsicher, ob ich nicht einen acinetenartigen Organismus vor mir hatte, da die starren, körnchenlosen, in das Körperinnere eindringenden Fortsätze an die Tentakeln mancher Acineten, z. B. der *Podophrya gemmipara* erinnerten. Durch die Beobachtung des Verschmelzens zweier benachbarter Fortsätze wurde ich jedoch von dieser Auffassung zurückgebracht.

Wenn wir somit die Rhizopodennatur der Stichelolonehe für erwiesen halten, so werden wir uns weiter nach verwandten Formen umzusehen haben. Als den systematisch bedeutsamsten Charakter müssen wir ohne Zweifel den central gelegenen kapselartigen Körper betrachten. Bildungen, die sich mit demselben vergleichen lassen, treten nur bei 2 Rhizopodenklassen, den Heliozoen und Radiolarien, auf. In beiden Abtheilungen finden wir vom Protoplasma umschlossen einen scharf umschriebenen Körper vor, bei den Heliozoen die Marksubstanz, bei den Radiolarien die Centralkapsel. Beiderlei Gebilde unterscheiden sich aber wesentlich von dem der Stichelolonehe. Besonders gilt dies von der Markmasse der Heliozoen. Dieselbe besteht zwar ebenfalls aus homogenem Plasma, das den Kern umschliesst und in dem die Pseudopodien enden, dagegen fehlt jede membranöse Umhüllung, geschweige dass eine so complicirte Bildung wie die chitinöse Kapsel der Stichelolonehe sich nachweisen liesse.

Grösser ist die Uebereinstimmung mit der Centralkapsel der Radiolarien: Dieselbe besitzt ebenfalls eine feste Hülle, die von Porencanälen durchsetzt wird; wie ich in einer monographischen Bearbeitung der Radiolarien später zeigen werde, finden sich sogar bei manchen Arten an bestimmten Stellen der Kapseloberfläche röhrenförmige Aufsätze, die dem Protoplasma zum Durchtritt dienen. Dagegen unterscheidet sich der Inhalt der Radiolariencentralkapsel bedeutend von dem Inhalt der Kapsel der Stichelolonehe. Ersterer ist im Wesentlichen gleichbeschaffen mit der extracapsularen Sarkode, mit der er communicirt; wie diese, ist er feinkörnig, kann in seinem Inneren Vacuolen, Oeltropfen, Concretionen etc. umschliessen; dagegen trennt bei Stichelolonehe

die Kapselmembran zwei in ihrem Aussehen völlig verschiedene Substanzen, die homogene innere und die körnchen- und körnerreiche äussere.

Auf die eigenthümliche Beschaffenheit des Skelets lege ich keinen grossen Werth. Wenn ich das Schwammwerk einer Sponguride und die hohlen baumartigen Verästelungen eines Dendrocoelum unter den Radiolarien, die Kieselkugeln einer Hyalolampe und die mit Fussblättchen versehenen Stacheln einer Acanthocystis unter den Heliozoen vergleiche, so liegen hier Unterschiede vor, die sicherlich nicht geringer sind, als diejenigen, die zwischen genannten Skeletformen und dem Skelet der Sticholonche bestehen.

Aus den Betrachtungen über die verwandtschaftlichen Beziehungen der Sticholonche scheint mir mit Sicherheit hervorzugehen, dass sie weder zu den Heliozoen noch zu den Radiolarien gerechnet werden kann. Sie bildet eine zur Zeit noch isolirt stehende Form, die in manchen Beziehungen zwischen Heliozoen und Radiolarien eine Mittelstellung einnimmt. Es könnte somit in Frage kommen, sie zum Repraesentanten einer eigenen Classe zu machen. Ich halte dies jedoch aus praktischen Gründen für nicht empfehlenswerth. Wollten wir für jeden eigenartigen Organismus unter den Protisten eine selbständige Classe schaffen, so würde die Uebersichtlichkeit des Systems sehr leiden. Bei den Rhizopoden aber haben wir um so mehr auf die praktische Verwerthbarkeit der Classification Rücksicht zu nehmen, je mehr die genetische Begründung eines natürlichen Systems auf schwachen Füßen steht. Aus diesen Gründen habe ich mich früher für Beibehaltung der bunten Gesellschaft der Amoebinen ausgesprochen, und sehe mich auch heute durch dieselbe veranlasst, die Sticholonche den Amoebinen einzureihen.

II. Ueber den Bau und die Entwicklung der Heliozoen.

Tafel XX, Fig. 1–6.

Im Centrum des Körpers von *Acanthocystis turfacea* Carter (*A. viridis* Ehrb. Gren.) beschrieb Grenacher¹⁾ im Jahre 1869 „eine sternförmige, eine wässerige Flüssigkeit enthaltende Höhlung“

¹⁾ Grenacher: Bemerkungen über *Acanthocystis viridis*. Zeitschr. für wissenschaft. Zool. Bd. XIX, p. 289.

und im Mittelpunkt derselben „ein winziges blasses Körperchen, von dem aus zahlreiche ebenfalls blasse feine Fäden wie Strahlen nach allen Richtungen hin verliefen“; weiterhin begründete er die Annahme, dass die feinen Fäden in die Pseudopodien hinein sich verlängern und die Axenfäden derselben bilden.

Dieselbe Structur wurde kurze Zeit später von Greeff¹⁾ beobachtet und in zwei Arbeiten, von denen die eine im Jahre 1869, die andere 1875 erschien, in einer nicht unwesentlich abweichenden Weise geschildert. Nach Greeff liegt im Centrum der *A. turfacea* eine Blase, die „Centralkapsel“, und in dieser ein „dunkleres Gebilde, aus dessen Mitte ein punktförmiges helles Bläschen hervorleuchtet“. Von dem Bläschen (dem Körperchen Grenacher's) treten feine Strahlen aus, die bis zur äusseren Peripherie vorzudringen und als Axenfäden in die Pseudopodien einzutreten scheinen.

Vor dem Erscheinen der zweiten Greeff'schen Arbeit veröffentlichte F. E. Schulze²⁾ Beobachtungen über eine der *Acanthocystis* nahestehende *Heliozoe*, die *Raphidiophrys pallida*. Schulze gibt an, dass von einem centralen Körperchen Stacheln ausstrahlen, die sich mit aller Sicherheit als Axenfäden bis in die Pseudopodien verfolgen lassen; ferner wies Schulze einen Kern nach, der durch die radienartigen Stacheln nach der Peripherie des Körpers verdrängt war.

Gleichzeitig mit der letzterwähnten Arbeit erschienen die von E. Lesser und mir herausgegebenen Studien über die Rhizopoden des süssigen Wassers.³⁾ In denselben machten wir darauf aufmerksam, dass der Körper aller Heliozoen einen oder mehrere Kerne erkennen lässt und dass er bei einem grossen Theil (*Acanthocystis*, *Heterophrys*, *Pinacocystis*) aus zwei deutlich gesonderten Lagen, einer Mark- und einer Rindensubstanz besteht. Die erstere wird von einem homogenen Protoplasma gebildet und enthält den Kern, die letztere ist feinkörnig und umschliesst die Nahrungsballen und die contractilen Vacuolen. Die scharfe Abgrenzung beider Substanzen ist allein durch die Verschiedenheit ihrer Zusammensetzung bedingt und kann nicht auf die Anwesenheit

¹⁾ Greeff: Ueber Radiolarien und Radiolarienartige Rhizopoden des süssigen Wassers. I. Artikel. Archiv f. mikr. Anat. Bd. V, p. 464. II. Artikel ibid. Bd. Bd. XI, p. 1.

²⁾ F. E. Schulze: Rhizopodenstudien. II. Arch. f. mikr. Anat. Bd. X, p. 377.

³⁾ Archiv f. mikr. Anat. Bd. X, Suppl.

einer trennenden Membran zurückgeführt werden. Das von den übrigen Autoren beschriebene Korn und das von ihm ausgehende Strahlensystem hatten wir nicht auffinden können.

Dem Gesagten zu Folge hatten die hier kurz referirten Untersuchungen zu keinen übereinstimmenden Resultaten geführt. In der morphologischen Beurtheilung der Heliozoen näherten sich einander am meisten die Befunde, zu denen F. E. Schulze und wir gelangt sind, da von beiden Seiten der Kern in gleicher Weise beobachtet und gedeutet worden war; dagegen ergaben sich darin Unterschiede, dass F. E. Schulze nichts von der Differenzirung in Rinden- und Marksubstanz, wir dagegen nichts über die Axenfäden der Pseudopodien berichteten. Rücksichtlich der letzterwähnten Punkte harmonirten die Angaben Schulze's mehr mit denjenigen Greeff's und Grenacher's. — Da ein Vergleich der einzelnen Arbeiten mir anzudeuten schien, dass keine derselben eine erschöpfende Darstellung der Heliozoenorganisation geliefert habe, so hielt ich neue Beobachtungen für nöthig, vornehmlich um Gewissheit zu erhalten, in welchem Verhältniss die Differenzirung in Rinden- und Marksubstanz und die centrale Vereinigung der Axenfäden zu einander stehen. Zu dem Zwecke habe ich die *Acanthocystis aculeata* und *A. turfacea* untersucht und bin dabei zu Resultaten gelangt, welche die Beobachtungen Schulze's und die von Lesser und mir stammenden unter einander vereinbaren.

Bei *Acanthocystis turfacea*, von der ich leider nur wenige Exemplare erhielt, habe ich mich auf's Neue überzeugt, dass eine deutlich geschiedene Rinden- und Marksubstanz vorhanden ist. Ferner gelang es mir, schon im frischen Zustand mit Hilfe von Zeiss Imm. 2 das centrale Korn und die von demselben entspringenden feinen Fäden aufzufinden. Letztere sind am leichtesten zu erkennen, so lange sie in der Marksubstanz verlaufen ¹⁾, werden dagegen undeutlicher, sowie sie in die körnige Rinde übertreten. Bis in letztere hinein konnte ich nur wenige Fäden verfolgen und auch diese entzogen sich den Blicken, noch bevor sie mit den Pseudopodien in Verbindung getreten waren. Gleichwohl zweifle ich nicht an der Richtigkeit der Darstellung, die Schulze hierüber gegeben hat.

¹⁾ Es ist mir wahrscheinlich, dass das, was Grenacher als eine „sternförmige, eine wässerige Flüssigkeit enthaltende Höhlung“ beschrieben hat, mit dem von mir als Marksubstanz bezeichneten Körpertheil identisch ist.

Die *Acanthocystis aculeata* stand mir zu wiederholten Malen in grossen Mengen zur Disposition; leider ist sie zur Beobachtung im frischen Zustand wegen ihrer Kleinheit und wegen ihres dicken undurchsichtigen Skeletmantels ungeeignet. Dieser Uebelstand machte sich dagegen nicht fühlbar bei der Behandlung mit Osmiumsäure und Beale'scher Carminlösung. Ueberträgt man die gefärbten Präparate in Glycerin, so wird das Skelet völlig durchsichtig und es tritt deutlich der Unterschied von Rinden- und Marksubstanz hervor, da letztere sich viel intensiver färbt als die erstere. Beide lagern so zu einander, dass die Marksubstanz zwar im Allgemeinen die inneren Partien einnimmt, dass sie aber constant an einer Stelle die Oberfläche des Körpers mit bilden hilft. In diesem peripheren Theil befindet sich der Kern. Derselbe besitzt meist eine conische Gestalt, worauf F. E. Schulze zuerst aufmerksam gemacht hat, und ist mit seinem breiteren Ende der Peripherie, mit seiner Spitze dem Centrum zugewandt. Die beobachteten *Acanthocystiden* sassen an Algenfäden fest und zwar in der Weise, dass die Stelle, an der die Marksubstanz hervortrat, dem Faden zugekehrt war (Fig. 3).

Das Strahlensystem der Axenfäden ist in den meisten Fällen leicht zu erkennen; besonders deutlich ist das centrale Korn; dasselbe ist durch Osmiumsäure geschwärzt und hat sich auch in Carmin ein wenig gefärbt; es liegt im Mittelpunkt des Körpers und demgemäss im Inneren der Marksubstanz. Die von dem Korn ausgehenden Axenfäden sind ebenfalls in Folge der Osmium-Carmin-Behandlung etwas gedunkelt, sind aber nur unvollständig erhalten. Manchmal sind sie auf kleine Zacken und Spitzchen reducirt; bei anderen kann man sie bis zur Grenze der Rindensubstanz verfolgen und nur selten in's Innere derselben hinein. Zweimal schien es mir, als ob ein Faden bis an den stehengebliebenen Rest eines Pseudopodium herantrat, doch waren die Bilder nicht beweisend.

Aehnliche Resultate wie bei den *Acanthocystiden* ergab die Untersuchung beim *Actinolophus pedunculatus*. Diese von F. E. Schulze entdeckte *Heliozoe* fand ich auf Hydroidenstöckchen, welche ich aus den Wassergräben der Citadelle von Messina erhalten hatte. Da ich keine Zeit zur Untersuchung der Organismen im lebenden Zustand hatte, legte ich einige Zweige in Osmiumsäure ein und färbte dieselben dann mit Beale'schem Carmin.

Die auf diese Weise erhaltenen Präparate zeigen sehr deutlich die Zusammensetzung aus Mark- und Rindensubstanz, deren

Anwesenheit übrigens schon durch die Zeichnung Schulze's mir wahrscheinlich geworden war (Fig. 6). Der Kern liegt in ersterer und zwar in dem Theil derselben, welcher bis an die Oberfläche des Körpers heranreicht. Wie es F. E. Schulze abbildet, zeichnet sich das Ausstrahlungskorn durch seine bedeutende Grösse aus und nimmt das Centrum des Actinolphus ein. Bei keinem Exemplar lassen sich Axenfäden von ihm aus nach der Peripherie verfolgen, doch ist mir die Existenz derselben, wiewohl auch Schulze sie beim lebenden Thier nicht beobachten konnte, aus doppeltem Grunde wahrscheinlich. Einmal zeigt die Marksubstanz eine radiäre Anordnung, dann habe ich auch mehrfach die Oberfläche des Korns mit feinen Spitzchen bedeckt gesehen, die dem Gebilde eine sternförmige Gestalt verlichen und als Reste der Radienfigur gedeutet werden können.

Von den übrigen Heliozoen stimmt ein Theil mit dem Actinolphus und den Acanthocystiden im Bau überein, während ein anderer sich mehr oder minder von ihnen entfernt. Den Acanthocystiden gleichen die Gattungen Raphidiophrys, Pinacocystis, Heterophrys und Pinaciophora. Der Habitus ist bei allen diesen Formen derselbe, namentlich kehren überall dieselben starren, unverästelten und anastomosenlosen, körnchenreichen Pseudopodien wieder. Bei einem Theile haben Lesser und ich die Differenzirung in Rinden- und Marksubstanz nachgewiesen — es sind dies die Heterophryen und Pinacocystis —, bei der Gattung Pinaciophora ist dies durch Greeff¹⁾ geschehen; denn die von letzterem beschriebene „verhältnissmässig grosse, hyaline, kapselartige Kugel, die im Centrum des Körpers liegt, und ein zweites ebenfalls kugeliges und central gelegenes Gebilde von feinkörnigem Inhalt umschliesst,“ ist zweifellos die von der Markmasse gebildete Kugel mit dem Kern. Bei den Raphidiophryen endlich sind die Axenfäden der Pseudopodien durch Schulze beobachtet worden. Bei allen Gattungen ist somit ein Theil der bei den Acanthocystiden nachweisbaren Eigenthümlichkeiten vorhanden.

Der Theil der Heliozoen, dessen Bau vom Acanthocystistypus abweicht, lässt sich abermals in zwei Gruppen sondern. Die eine dieser Gruppen, die Familie der Actinophryen, nähert sich den Acanthocystiden darin, dass Axenfäden gleichfalls vorhanden sind, unterscheidet sich aber von ihnen vornehmlich durch den Mangel einer centralen Verschmelzung der Fäden. Von Actinosphaerium

¹⁾ Greeff, Radiolarien II, l. c., p. 26.

ist dies Verhältniss mit voller Sicherheit durch die übereinstimmenden Untersuchungen Greeff's ¹⁾, Schulze's ²⁾ und Lesser's bewiesen, und wissen wir durch dieselben, dass hier die Axenfäden in der Marksubstanz keilförmig — ein jedes getrennt für sich — enden. Bei Actinophrys dagegen fehlen sichere Angaben; obwohl ich selbst dasselbe wiederholt untersucht habe, bin ich gleichwohl nicht zu bestimmten Resultaten gekommen. An Osmiumpräparaten machte es mir den Eindruck, als ob die Fäden in einiger Entfernung vom Kern ³⁾ in der homogenen, protoplasmatischen Umhüllung desselben mit kleinen Anschwellungen aufhörten. Eine centrale Vereinigung halte ich jedenfalls für unmöglich, da die Mitte von dem Kern eingenommen wird.

Bei dem Rest der Heliozoen scheinen die Axenfäden zu fehlen und scheint der Körper von einem gleichförmigen Protoplasma gebildet zu werden. Zu dieser Gruppe würden zur Zeit Clathrulina, Hedriocystis und Hyalolampe zu rechnen sein. Hierbei müssen wir jedoch im Auge behalten, dass die vorliegenden Untersuchungen uns noch nicht die genügende Sicherheit geben, um definitiv eine complicirtere Structur in Abrede zu stellen, wenn auch die Abwesenheit derselben bei einem Theil, z. B. bei Hyalolampe, höchst wahrscheinlich erscheinen muss. —

Meine entwicklungsgeschichtlichen Beobachtungen haben mich mit 3 verschiedenen Arten der Fortpflanzung bei den Acanthocystiden bekannt gemacht. Die einfachste Art ist die Zweitheilung, welche ich wie Greeff an lebenden Organismen habe verfolgen können. Zeitweilig scheint dieselbe verhältnissmässig häufig aufzutreten, was ich daraus entnehme, dass ich beim Abtöden von Acanthocystiden mit Osmiumsäure und darauf folgender Färbung in Carmin wiederholt zahlreiche Exemplare mit zwei Kernen angetroffen habe. Beide Kerne lagen in einer gemeinsamen Marksubstanz, so dass wohl an eine Copulation

¹⁾ Greeff: Ueber die Actinophryen als echte Radiolarien. Sitzungsber. der niederrheinischen Gesellschaft. 1871 Januar.

²⁾ Schulze: Rhizopodenstudien I. Archiv für mikrosk. Anat. Bd. X. p. 328.

³⁾ Ich benutze die Gelegenheit zu der Bemerkung, dass sich bei Behandlung mit Osmiumsäure kein Nucleolus im Nucleus von Actinophrys sol nachweisen lässt und dass somit Grenacher im Recht ist, wenn er die Existenz eines Nucleolus in Abrede stellt. (Verhandl. der Würzburger Gesellsch. N. F. Bd. I, p. 166.) An der Deutung des Gebildes wird hierdurch nichts geändert.

zweier Individuen nicht gedacht werden kann. Zweikernige Exemplare fanden sich auch unter den zur Beobachtung gelangten Actinolphusformen vor, wo sie schon von F. E. Schulze abgebildet worden sind.

Ueber die Entstehung des zweikernigen Zustandes stehen mir nur sehr lückenhafte Beobachtungen zu Gebote (Taf. XX, Fig. 4); ich fand Kerne, deren Kernkörper langgestreckt war, während die Kernblase eine ringförmige Einschnürung zeigte. In anderen Fällen hatte der Nucleolus die Gestalt einer gekrümmten Hantel angenommen, desgleichen der ihn umhüllende Kernraum. Diese Bilder machen es mir wahrscheinlich, dass die in Zweizahl vorhandenen Kerne durch bisquitförmige Einschnürung und Theilung eines Mutterkerns entstanden sind, zumal da sie völlig zu der Schilderung passen, die Schulze von der Theilung des Actinolphus gibt. Bei demselben leitet sich die Zweitheilung „regelmässig mit einer Streckung, nachfolgender Bisquitformbildung und schliesslichem Zerfall des Kernkörperchen in zwei Stücke ein“; jedes der Kernkörperchen umgibt sich mit einem besondern hellen Hof und die beiden neugebildeten Kerne rücken auseinander.

Eine zweite sehr eigenthümliche Vermehrungsweise der Acanthocystis aculeata habe ich leider nur einmal verfolgen können. Die Beobachtungen über dieselbe stammen noch aus dem Frühjahr 1874, konnten aber in den damals erscheinenden Studien über Rhizopoden keinen Platz mehr finden, da der Druck abgeschlossen war.

Unter den zahlreichen Acanthocystiden, die ich cultivirte, um sie auf ihre Entwicklung hin zu untersuchen, fiel mir ein Exemplar auf, mit dem eine ganz wie ein zweites Individuum aussehende Kugel zusammenhing (Fig. 5a). Diese Kugel bestand aus einem körnigen, von Fremdkörpern freien Protoplasma und liess in ihrem Inneren weder einen Kern noch eine besondere Marksubstanz erkennen. Sie lagerte in einem Divertikel der Schale der Acanthocystis, welches vorwiegend von Tangentialstücken¹⁾ gebildet wurde; im Verlauf der Beobachtung schnürte sich das Divertikel ab und bildete nunmehr eine Skeletkugel, die durch wenige Tangentialstücke mit dem Skelet der Acanthocystis sich verband. Während

¹⁾ Das Skelet der Acanthocystis aculeata besteht aus zweierlei Bestandtheilen, 1) tangential gelagerten Stäbchen, welche einen dicken Mantel zusammensetzen, 2) mit einem Fussblättchen versehenen Stacheln, welche radial diesem Mantel aufsitzen.

letztere zahlreiche Pseudopodien aussandte, fehlten dieselben dem kugeligen Körper vollkommen.

Ich behielt nun den geschilderten Organismus mehrere Tage im Auge. Um ihn unter dem Deckgläschen am Leben zu erhalten, richtete ich mir eine Durchströmungsvorrichtung ein, indem ich auf der einen Seite mittels eines Wollfädchens und eines Streifens Filtrirpapier aus einer höher gestellten Schale Wasser zuleitete und auf der anderen Seite den Ueberschuss in entsprechender Weise entfernte. Die ersten 48 Stunden verliefen ohne Veränderung; nur schien mir der pseudopodienlose Körper an Grösse zuzunehmen; da trat plötzlich Theilung ein und es zerfiel binnen Kurzem das Protoplasma in 6 Theilstücke. Diese verweilten einige Zeit im mütterlichen Schalenraum, um nach Ablauf einer Stunde denselben eins nach dem anderen zu verlassen (Fig. 5b). Beim Auswandern bildete sich zunächst ein die Schalenwand durchbohrender Protoplasmafortsatz, derselbe schwoh ausserhalb kugelförmig an, so dass das in Auswanderung begriffene Theilstück die Gestalt einer Hantel annahm; weiterhin wuchs der äussere Abschnitt, bis endlich das ganze Körperchen nach aussen gelangt war. So verliess ein Theilstück nach dem anderen den Schalenraum und zwar alle an derselben Stelle. Die frei gewordenen Keimlinge sandten unter beständigen amoeboiden Formveränderungen zahlreiche spitze, lange Pseudopodien aus und bildeten sich so zu lebhaft beweglichen actinophrysartigen Körpern von ungefähr 0,006 Mm. Grösse um (Fig. 5c). In denselben schienen mir contractile Vaeuolen und ein Kern vorhanden zu sein, doch bekam ich bei der Kleinheit der Objecte und der grossen Beweglichkeit keine sicheren Bilder; Reagentien, aber wollte ich nicht anwenden, um Mutterthier und Tochterorganismen noch weiter verfolgen zu können. Letztere entschwanden leider bald meiner Beobachtung, ohne dass ich Veränderungen an ihnen hätte wahrnehmen können.

Die Acanthocystis hatte inzwischen unter lebhaften Ortsbewegungen die entleerte Brutkapsel abgestossen, ohne dass die einzelnen Stücke derselben dabei zerfallen wären, dann schnürte sie eine neue Kapsel ab. Leider verlief die Bildung dieser letzten in der Nachtzeit, so dass ich die Art und Weise derselben nicht habe verfolgen können; am nächsten Morgen fand ich ein Bild vor, ähnlich dem am Anfang beschriebenen.

Gern hätte ich nun noch einmal die Bildungsweise der jungen Acanthocystiden beobachtet, doch trat noch vor Ablauf der

Entwicklung der Tod ein, nachdem ich 80 Stunden lang die *Acanthocystis* unter dem Deckgläschen cultivirt hatte.

Diese an lebenden Organismen gewonnenen Beobachtungen bedürfen in hohem Maasse der Vervollständigung durch die Untersuchung der einzelnen Stadien mittels Reagentien. Denn über das Verhalten des Kerns in der Brutknospe vor und während des Zerfalls derselben in Theilstücke habe ich nichts ermitteln können, obwohl es wohl keinem Zweifel unterliegen kann, dass auf jedem Stadium der Entwicklung ein Kern vorhanden ist. Ich habe mir daher viel Mühe gegeben, die gleiche Art der Fortpflanzung bei den *Acanthocystiden* wieder aufzufinden, allein ohne Erfolg; leider ist es mir nicht geglückt, unsere so unvollständigen Erfahrungen über die Rolle, welche der Kern der Rhizopoden bei der Fortpflanzung spielt, zu bereichern.

Bei diesen Bemühungen wurde ich auf einen dritten Entwicklungsmodus der *Acanthocystis* aufmerksam (Fig. 1 u. 2). Bei einer Anzahl von Individuen beobachtete ich innerhalb der Schale rundliche und ovale Körperchen, welche in Vertiefungen der Oberfläche des Weichkörpers lagerten. Dieselben besaßen einen Durchmesser von 0,01 Mm. und bestanden aus einem körnchenarmen, an Vacuolen reichen Protoplasma, in dem ich einige Male mit Deutlichkeit einen Kern mit Kernkörper nachweisen konnte. In einigen Fällen fanden sich bis zu 6 derartige Körper, meistens aber waren nur zwei vorhanden, die dann constant von einander durch eine Protoplasmabrücke getrennt wurden. Unter Gestaltveränderungen der *Acanthocystis* passirten die Körper langsam die sich vor ihnen ausbuchtende Schale; nicht selten traten hierbei rückgängige Bewegungen ein, so dass die schon geöffnete Schale sich wieder schloss. In's Freie gelangt, bildeten die Körper einen rundlichen, von Vacuolen durchsetzten Protoplasmaklumpen, welcher sich meist nicht weiter veränderte. Nur in wenigen Fällen entwickelte er zwei Geisseln, deren träge Action ihn jedoch nur hin- und herrollte und nicht fort zu bewegen vermochte (Fig. 1 a). Niemals ist es mir gelungen, die Umbildung in einen Actinophrys-ähnlichen Keimling zu verfolgen. So lange dieselbe nicht nachgewiesen ist, muss die Bedeutung der geschilderten Vorgänge: ob Parasitismus oder Fortpflanzung? noch zweifelhaft bleiben. Während der schleppende Verlauf und der Mangel ausgeprägter Formen einen Parasitismus vermuthen lassen, so macht andererseits die Häufigkeit des Vorkommens der ovoiden Körper in lebenden *Acanthocystiden* und ihre constante Grösse einen Zusammenhang mit

der Fortpflanzung wahrscheinlich. Zu Gunsten der letzteren Deutung muss ich hier noch anführen, dass die Mutterorganismen zwar so lange, als sie die fraglichen Körper in ihrer Schale bargen, keine oder nur wenige Pseudopodien besaßen, dieselben aber gleich nach der Entleerung reichlich aussandten. Dies so wie der Umstand, dass ich sie noch mehrere Tage am Leben erhalten konnte, liess jedenfalls erkennen, dass sie ausserordentlich lebensfrische Exemplare waren.

An die Mittheilungen über *Acanthocystis* schliesse ich einige bei *Actinophrys* sol gemachte Beobachtungen an. Bei der Untersuchung der Art und Weise, in welcher die Axenfäden der Pseudopodien im Körperinnern enden, wurde ich auf ein besonders grosses Exemplar aufmerksam (von 0,065 Mm. Durchmesser), dessen Inhalt von kleinen, in äusserst lebhafter wimmelnder Bewegung befindlichen Organismen gebildet wurde. Dieselben waren in zahllosen Mengen vorhanden und hatten das alveoläre Parenchym fast vollkommen verdrängt, so dass nur Reste desselben in Form von Brücken, welche die äusserste membranartig verdünnte Rinde mit der Protoplasmaumhüllung des Kerns verbanden, vorhanden waren. Der Kern war unverändert, die Pseudopodien spärlich und kurz und ohne Körnchenüberzug, somit nackte Axenfäden. Nach längerer Beobachtung platzte die Rinde an verschiedenen Stellen und es entleerten sich in kurzen Zwischenräumen mehrere Schwärme kleinster Flagellaten-ähnlicher Organismen. Jeder derselben besass eine Länge von noch nicht 0,004 Mm. und eine Breite von ungefähr 0,002 Mm. An dem seine Formen amoeboïd ändernden Körper konnte ich zwei tumultuarisch das Wasser peitschende Geisseln erkennen, vermochte aber nicht zu entscheiden, ob ein Kern und contractile Blasen vorhanden waren. Die kleinen Organismen zerstreuten sich schnell, so dass ich nicht verfolgen konnte, was aus ihnen wurde. In dem Maasse, als die Schwärmer sich entleerten, collabirte die *Actinophrys* und bildete zuletzt einen beträchtlich kleineren von einem gewöhnlichen Sonnenthierchen sich nicht mehr unterscheidenden Körper.

Die hier geschilderten Verhältnisse erinnern an Angaben, welche Greeff¹⁾ über *Actinosphaerium Eielhorni* gemacht hat. Aus dem Körper eines abgestorbenen Exemplares sah der genannte Forscher zahlreiche kleine mit einem Kern und einer con-

¹⁾ Sitzungsberichte der Niederrh. Gesellsch. 1871 Januar.

tractilen Vacuole versehene Amöben auskriechen und sich binnen Kurzem in Schwärmer umwandeln. Greeff hält den Vorgang für eine „aus den zahlreichen Kernen der Centralkapsel ihren Ursprung nehmende Embryonenbildung“. Ich meinerseits bin eher der Ansicht, dass in beiden Fällen, sowohl in dem von Greeff als in dem von mir beobachteten, ein Parasitismus vorliegt und scheint mir diese Deutung namentlich bei ersterem durch das Absterben des (durch Parasitismus entkräfteten?) Actinosphaerium und durch die amöboide Form der jungen Brut nahe gelegt zu sein. Denn ich halte es für unwahrscheinlich, dass ein Organismus, der im ausgebildeten Zustand spitze Pseudopodien besitzt, in der Jugend amöboide Fortsätze bilden sollte. Wir müssen ferner berücksichtigen, dass die Gefahr einer Verwechselung parasitischer Vorgänge mit Fortpflanzungszuständen bei den Proctisten weit grösser ist als bei den echten metazoischen Thieren, da die Einfachheit der Organisation die genaue Unterscheidung von Formen, welche nicht in den Entwicklungszyklus gehören, erschwert.

III. Ueber den Bau der Thalamophoren.

Hierzu Taf. XX. Fig. 7–10.

Vor einiger Zeit veröffentlichte ich Untersuchungen über den Weichkörper der Foraminiferen, welche den Nachweis führten, dass bei diesen bisher für kernlos gehaltenen Organismen in der That deutliche Kerne vorhanden sind.¹⁾ Meine Beobachtungen wurden an jungen Formen der Gattungen Spiroloculina und Rotalia, ausserdem an einigen Textilarien gewonnen. Bei ersteren fand ich, dass junge Individuen einkernig sind, dass sich aber die Zahl der Kerne im Laufe des Wachstums vermehrt; bei den zwei untersuchten Textilarien dagegen, von denen die eine 5, die andere 13 Kammern besass, konnte ich beidesmal nur einen Kern entdecken.

Einige Monate später erschien eine Abhandlung F. E. Schulze's²⁾, in welcher derselbe unabhängig von mir zu ähn-

¹⁾ R. Hertwig: Bemerkungen zur Organisation und systematischen Stellung der Foraminiferen. Jen. Zeitsch. Bd. X, p. 41.

²⁾ F. E. Schulze: Rhizopodenstudien VI. Archiv f. mikrosk. Anat. Bd. XIII, p. 9.

lichen Resultaten gelangte. F. E. Schulze beobachtete Kerne vornehmlich bei zwei Formen: der *Entosolenia globosa* und der *Polystomella striatopunctata*. Bei beiden war nur ein Kern vorhanden und nur ausnahmsweise bei einigen Exemplaren der letzteren zwei bis drei Kerne.

Nach diesem spärlichen Untersuchungsmaterial, welches zur Zeit vorliegt, können wir zwei Arten unterscheiden, in denen die Kerne bei den Foraminiferen auftreten. In einem Falle vermehren sich die Kerne schon frühzeitig, so dass wir sie im ausgebildeten Thier in beträchtlicher Zahl aber von geringer Grösse antreffen (*Miliola*, *Rotalia*); im anderen Fall wächst der von Anfang an vorhandene Kern und wird zu einem differenzirteren Gebilde, das dann für gewöhnlich in Einzahl vorhanden ist (*Polystomella*). Es wiederholt sich somit dasselbe Verhalten, welches wir auch bei anderen Rhizopoden nachweisen können. Bei den Arcellen unter den Süsswassermonothalamien finden sich zahlreiche kleinere Kerne, bei den Difflogien dagegen ein einziger grösserer; bei den Sphaerozoen unter den Radiolarien ist die ganze Centralkapsel von kleinen homogenen Nuclei erfüllt, ebenso bei den Acanthometriden und den sich letzteren anschliessenden Dorataspiden (*Müller's Acanthometrae cataphraetae*), bei allen übrigen Radiolarien repräsentirt das sogenannte Binnenbläschen allein den Kern.

Es ist nun von Interesse zu erfahren, in welcher Weise die Ein- und Vielkernigkeit bei den Foraminiferen oder, wie ich dieselben gemeinsam mit den Monothalamien des süssigen Wassers nenne, bei den Thalamophoren verbreitet ist; ob sich hier Unterschiede ergeben, welche mit den Verschiedenheiten in der Bildung des Skelets zusammentreffen oder nicht. Dies bestimmt mich, Beobachtungen, die ich gelegentlich der Untersuchung der Radiolarien und zum Theil auch früher gemacht habe und die sich auf den Weichkörper einiger Thalamophoren (*Globigerina*, *Rotalina*, *Difflogia*) beziehen, hier mitzutheilen.

In der pelagischen Organismenwelt von Messina waren die Thalamophoren durch drei Arten vertreten. Die erste ist die *Globigerina echinoides*. Dieselbe war die ganze Zeit über selten und ist deswegen von mir nicht näher auf ihren Kern hin untersucht worden. Dagegen habe ich hier die interessante Beobachtung gemacht, dass der Körper ähnlich dem der Radiolarien von Alveolen umgeben ist. Bei dem Exemplar, bei dem ich auf dies Verhältniss aufmerksam wurde, waren die Alveolen nur wenig

entwickelt und bildeten eine ein- bis zweischichtige Lage. Die Art war auch sonst durch den Bau ihrer Stacheln bemerkenswerth (Fig. 7). Dieselben bestehen aus 3 schmalen, sehr langen Blättern, die sich unter gleichen Winkeln mit einander vereinigen. Jedes Blatt ist auf seiner freien Kante fein gezähntelt und zwar so, dass die Zähne durch verhältnissmässig weite Zwischenräume getrennt werden. An dem peripheren Ende sind die Blätter schräg abgestutzt und bilden in ihrer Vereinigung eine dreikantige lanzenartige Spitze. Nach der Basis zu verflachen sie sich zu einem drehrunden Stiel, der sich durch eine halsartige Einschnürung von dem zu einer dicken Basalplatte verbreiterten proximalen Ende absetzt. Letzteres ist in einer besonderen Vertiefung der Schale beweglich eingefügt, wie der Gelenkkopf in der Pfanne.

Die von mir untersuchte Art ist zweifellos identisch mit der auf der Challengerexpedition aufgefundenen *Thalamophore*, welche von W. Thomson den Namen *Hastigerina Murrayi* erhalten hat und von Murray in den Preliminary Reports ¹⁾ der Expedition beschrieben worden ist. Die englischen Zoologen haben zwar nur Abbildungen des ganzen Organismus bei verhältnissmässig schwacher Vergrösserung gegeben, allein es lässt sich an denselben schon erkennen, dass die Stacheln den oben geschilderten Bau besitzen. Da ich keinen Exemplaren mit so prächtig entwickeltem Alveolenlager, wie es die Tafel XXIII der Reports darstellt, begegnet bin, habe ich keine Zeichnung des ganzen Thieres gegeben und mich auf eine Abbildung der Stacheln beschränkt. Die Bezeichnung *Hastigerina Murrayi* nehme ich an anstatt des alten Namens *Globigerina echinoides*, da aus den Angaben der britischen Autoren hervorgeht, dass unter diesem Namen verschiedene Formen — es werden 11 Arten unterschieden — zusammengefasst worden sind.

Von den beiden anderen Arten ist die eine die weitverbreitete *Globigerina bulloides*, die andere scheint mir mit Williamson's ²⁾ *Rotalina inflata* übereinzustimmen.

Die *Globigerina bulloides* gilt gewöhnlich für ein Tiefseeforaminifer. Parker und Jones ³⁾ bezeichnen als ihren Lieblingsaufenthalt die Tiefe von 1000—2500 Faden. Indessen hebt

¹⁾ Proceedings of the Royal Society Nr. 170, 1876, p. 534.

²⁾ Williamson: On the Recent Foraminifera of Great Britain. London 1858, p. 50, Fig. 93 u. 94.

³⁾ Parker and Jones: On some Foraminifera from the North Atlantic. Transactions of the Roy. Soc. Vol. 155 P. 1. London 1865, p. 368.

Murray¹⁾ in den Challenger-reports ausdrücklich hervor, dass er keinem lebenden Exemplar von *Globigerina* begegnet sei, welches zweifellos vom Meeresgrund stamme, dass die Gattung dagegen neben *Hastigerinen*, *Orbulinen* und *Pulvinulinen* im pelagischen Auftrieb sehr häufig gewesen sei. Die eine Spirale bildenden Kammern der von mir untersuchten Exemplare (Taf. XX. Fig. 8) zeigen die bekannte Anordnung, dass die neu entstandenen die älteren von unten her zum Theil verdecken. Ihre Grössenzunahme ist hierbei so bedeutend, dass stets nur die drei letzten Kammern von unten vollständig sichtbar sind, von der vorhergehenden viertletzten nur ein Stück. Die terminale halbmondförmige Oeffnung der Schale lagert da, wo die Wandung der letzten Kammer auf die darunterliegende viertletzte stösst, in der Nähe des Mittelpunkts der Schale. Directe Communicationen zwischen den einzelnen aufeinander folgenden Schalenräumen werden gewöhnlich in Abrede gestellt; zwar ist ihre Existenz von mir nicht durch directe Beobachtung erkannt worden, da ich nur mit Protoplasma erfüllte Schalen untersucht habe, aber sie ist mir durch das Verhalten des Weichkörpers wahrscheinlich gemacht, wie ich sogleich zeigen werde.

Die Schalenoberfläche ist rauh und zumeist mit zahlreichen kleinen Höckern besetzt. Diese werden von feinen Canälchen, die aus dem Schalenraum kommen, durchbohrt und scheinen nach ihrem stärkeren Glanz zu urtheilen von einer dichteren Substanz gebildet zu werden, die sich auch in das Innere der Canälchen fortsetzt. Ausserdem lässt die Schalenwand eine deutliche Sonderung in zwei Schichten erkennen, eine äussere dickere und eine innere membranartig dünne; letztere entspricht wohl „der zarten organischen Hant,“ welche nach Schultze²⁾ die Kammern der *Polythalamien* gleichmässig auskleidet; sie tritt besonders deutlich bei der Lösung des Kalks in Säuren hervor.

Der gleichen Schichtung der Schalenwand begegnen wir bei der *Rotalina inflata* (Taf. XX. Fig. 9 und 10); auch der raue körnige Anblick der Schale ist derselbe. Dagegen fehlen die von den *Pseudopodiencanälen* durchbohrten Höcker; auf dem optischen Querschnitt zeigt die Schale eine senkrechte Streifung, als wäre sie aus einzelnen Prismen zusammengesetzt. Die streifige Structur macht die Canälchen undeutlich, deren Mündungen bei

¹⁾ Murray: l. c., p. 535.

²⁾ Schultze: Ueber den Organismus der *Polythalamien*, p. 15.

Einstellung auf der Oberfläche jedoch leicht erkannt werden. Die Grössenzunahme der einzelnen Kammern ist eine allmählichere als bei *Globigerina*, sodass beim Anblick von unten 4—5 vollständige Kammern sichtbar sind. Die Form derselben ist nicht die kugelige, wie sie für die *Globigerinen* charakteristisch ist; vielmehr platten sich die einzelnen Abschnitte gegen einander ab. Wenn man die Kalkbestandtheile mit Säuren löst, so gelingt es öfters nachzuweisen, dass die Protoplasmafüllungen der Kammern unter einander durch schmale Brücken zusammenhängen.

Die beiden beschriebenen Arten stimmen in der Bildung des Kerns mit einander überein. Mit Ausnahme von zwei *Rotalinen* besaßen alle untersuchten Individuen nur einen Kern. Die Grösse desselben nimmt zu mit der Grösse des Thiers und schwankt zwischen 0,005 Mm. bis 0,025 Mm.; ebenso ist seine Lage eine wechselnde. Beim Wachsthum der Schale wandert der Kern aus den hinteren Kammern mehr nach den vorderen über. Um einige extreme Fälle anzuführen, so fand ich den Kern bei einer 6kammerigen in der zweiten (fünftletzten) Kammer, bei zahlreichen 13- oder 14kammerigen dagegen in der drittletzten, bei einer 8kammerigen *Globigerina* sogar in der vorletzten. Das Gleiche hat F. E. Schulze bei der *Polystomella* hervorgehoben. Wie dieser, so habe auch ich in einigen Fällen den Kern beim Abtöden mit Osmiumsäure gerade beim Ueberwandern aus einer Kammer in die nächstfolgende angetroffen; zweimal konnte ich bei *Globigerina* nachweisen, dass der Kern noch zur Hälfte in der einen, zur Hälfte in der andern Kammer lag. Diese Fälle scheinen mir zu beweisen, dass eine directe Communication zwischen zwei aufeinanderfolgenden Schalenabschnitten besteht, dass letztere somit nicht völlig gegeneinander abgeschlossen sind, wie es Carpenter, Parker und Jones darstellen.

Mit grosser Regelmässigkeit zeigt der Kern überall denselben Bau; er bildet einen kugeligen Körper, der von einer Membran umschlossen ist und aus zwei Theilen sich zusammensetzt. Der eine Theil färbt sich dunkler in Carmin und ist meist feinkörnig, der andere hellere ist homogen; meist überwiegt der Masse nach der erstere, seltener ist das umgekehrte Verhältniss erkennbar. Beide Substanzen setzen sich gegen einander scharf mittels einer queren Linie ab. — Der Kern wurde in allen Fällen dadurch sichtbar gemacht, dass die *Globigerina* 2—3 Minuten mit 1% Osmiumsäure behandelt und dann eine Viertelstunde in Beales's Carmin gefärbt wurde. Diese Behandlungsweise gibt nach

meinen vielfältigen Erfahrungen Garantien, dass wir es in den vorliegenden Bildern mit normalen Structurverhältnissen des Kerns zu thun haben. Sie empfiehlt sich ausserdem dadurch, dass das Skelet unversehrt bleibt, was bei der früher von mir verwandten Chromsäure oder dem Holzessig nicht der Fall ist.

Bei den zwei Exemplaren der *Rotalina inflata*, in denen zwei Kerne sich vorfanden, war der eine kleiner und ein einfacher homogener Körper, und nur der grössere zeigte die Differenzirung in zwei Substanzen; in einem der beiden Fälle war noch die Abweichung im Bau des grossen Kerns zu bemerken, dass der sich dunkler färbende Kerntheil in zwei Stücke zerfallen war (Fig. 9). Was die Lagerung anlangt, so fand sich der kleinere um eine Kammer der Schalenmündung näher als der grössere.

Wenn dem Gesagten zu Folge bei den Globigerinen und zahlreichen anderen Thalamophoren lange Zeit über ein einkerniger Zustand besteht, so kann es doch keinem Zweifel unterliegen, dass derselbe zur Zeit der Fortpflanzung schliesslich einem vielkernigen Platz macht. Wir kennen hierüber zwar keine Beobachtungen bei kalkschaligen Formen, dagegen von einigen ein-kammerigen Arten mit membranöser Schalen.

Nach M. Schultze¹⁾ besitzen die Gromien zumeist nur einen Kern von beträchtlicher Grösse; nicht selten aber finden sich auch Exemplare mit zahlreichen kleinen Kernen; in einem Falle zählte Schultze über 50. Durchschnittlich waren es, wie man von vornherein erwarten konnte, die grösseren Exemplare, welche viele Kerne enthielten.

Ähnliches gilt von den Diffugiis. Für gewöhnlich ist in diesen in unserm Süsswasser so häufigen Monothalamien nur ein Kern vorhanden; bei Individuen der *D. proteiformis* jedoch, welche alle von demselben Fundort stammten, fand ich deren sehr zahlreiche — wohl an 40 — vor, von denen ein jeder mit vielen kleinen Nucleoli versehen war. Gleiche Beobachtungen hat Schultze angestellt.

Mit Recht bringt Schultze diese Vermehrung der Kerne mit der Fortpflanzung in Zusammenhang; doch bedarf diese Annahme noch der Bestätigung durch directe Beobachtung. Noch wichtiger scheint es mir zu sein zu entscheiden, in welcher Weise die vielen

¹⁾ M. Schultze: Der Organismus der Polythalamien, p. 21 u. Reichert und die Gromien. Arch. f. mikrosk. Anat. Bd. II, p. 140.

Kerne aus dem ursprünglich vorhandenen entstehen. Bei der Grösse des Mutterkerns und bei der Festigkeit, welche die ihn umhüllende Membran annimmt, ist eine einfache Theilung nicht wahrscheinlich; vielmehr scheinen auch hier eigenthümliche, noch nicht bekannte Umbildungen einzutreten, wie sie für die Radiolarien von mir wahrscheinlich gemacht worden sind.

Erklärung der Abbildungen auf Tafel XIX u. XX.

Tafel XIX.

Sticholonche Zanclea.

- Fig. 1. Lebendes Exemplar mit ausgestreckten Pseudopodien; k Binnenkapsel; n der in derselben gelegene Kern. Zeiss Im. Oc. 1.
 Fig. 2. Optischer Querschnitt einer isolirten Binnenkapsel; r ringförmige Erhebungen auf der Kapselmembran; s Röhrenchen, welche den Erhebungen aufsitzen und zum Durchtritt der Pseudopodien dienen (zum Theil abgefallen); n der Kern.
 Fig. 3. Optischer Längsschnitt einer Binnenkapsel.
 Fig. 4. Oberflächenbild einer isolirten Binneukapsel; a eine Stelle, an der die ringförmigen Erhebungen fehlen.
 Fig. 5 und 6. Die beiden an der Sketoberfläche vorkommenden Stachelformen. (Fig. 2—6 bei F. Oc 2 $\frac{1}{2}$.)

Tafel XX.

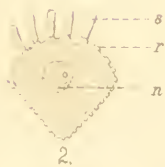
Fig. 1—6. Acanthocystis aculeata. (F. Oc 2.)

n = Kern; m = Marksubstanz; c v = contractile Vacuolen.

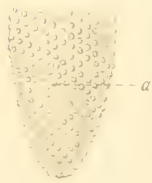
- Fig. 1. Acanthocystis mit zwei Fortpflanzungskörpern, von denen der eine im Ausschlüpfen begriffen ist; Fig. 1a derselbe nach dem Ausschlüpfen.
 Fig. 2. Ein anderes Exemplar mit 3 Fortpflanzungskörpern.
 Fig. 3. Acanthocystis nach Behandlung mit Osmiumsäure und Carmin. Das Exemplar zeigt deutlich die Marksubstanz, den peripher lagernden Kern und das centrale Korn mit den ausstrahlenden Axenfäden.
 Fig. 4. Theilungsstadien der Kerne nach Carmin-Osmiumpräparaten.
 Fig. 5. Brutkapselbildung der Acanthocystis aculeata. Fig. 5a der Schalenraum der Brutkapsel hängt noch mit dem des Mutterthieres zusammen. Fig. 5b der Inhalt der völlig abgeschnürten Brutkapsel ist in 6 Theilstücke zerfallen, von denen eins im Ausschlüpfen begriffen ist. Fig. 5c. Die nach aussen getretenen Theilstücke als actinophrysähnliche Keimlinge.
 Fig. 6. Actinolphus pedunculatus. Carmin-Osmiumpräparat.

Fig. 7—10. Thalamophoren.

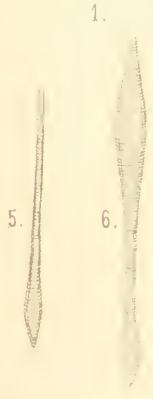
- Fig. 7. Basis und Spitze eines Stachels von Hastigerina Murrayi.
 Fig. 8. Eine achtkammerige Globigerina bulloides von unten gesehen; ein Kern vorhanden, der in der 7. und 8. Kammer lagert. Osmium-Carminpräparat.
 Fig. 9. Eine elfkammerige Rotalina inflata von oben gesehen, ein grosser Kern in der 7., ein kleiner in der 8. Kammer. Osmium-Carminpräparat.
 Fig. 10. Eine dreizehnkammerige Rotalina von unten gesehen; ein aus zwei Theilen bestehender Kern in der 10. Kammer; Osmium-Carminpräparat; Schale mit Essigsäure gelöst. Fig. 10a optischer Durchschnitt durch die mit Essigsäure behandelte Schale.



2.



4.



5.

6.



3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Jenaische Zeitschrift für Naturwissenschaft](#)

Jahr/Year: 1877

Band/Volume: [NF_4](#)

Autor(en)/Author(s): Hertwig Wilhelm Karl Theodor Ritter von

Artikel/Article: [Studien über Rhizopoden. 324-348](#)