

Zur Kenntniss der Radiolarien.

Von

Prof. A. Schneider in Giessen.

Mit 5 Figuren in Holzschnitt.

Während wir von der Entwicklung der marinen Radiolarien so gut wie nichts wissen, kennen wir von den Süsswasserradiolarien, Dank den Untersuchungen von CIENKOWSKI und GREEFF, zwar noch nicht den vollständigen Verlauf, aber doch einige Stadien.

Im Sommer 1867 fand ich *Actinophrys Eichhornii* und *Acanthocystis viridis* in sehr grosser Menge und konnte daran die Beobachtungen der genannten Forscher theils bestätigen, theils erweitern.

Ich habe seitdem gesucht, diese Species wieder zu finden, um einzelne Lücken der Beobachtungen zu ergänzen, allein vergeblich, daher stehe ich nicht an, meine Untersuchungen nun zu veröffentlichen und daran einige spätere über *Diffugia* anzuschliessen.

Acanthocystis viridis.

In einer durch die Spreeüberschwemmung gebildeten seichten Pflütze fand ich im Mai eine grüne *Actinophrys*, welche sich in ihrem Baue an *Actinophrys Eichhornii* anschliesst.

Die kapsellose centrale Masse ist von einer alveolären Rindensubstanz umgeben. Sie unterscheidet sich von *A. Eichhornii* nur durch eine Menge von grünen Bläschen, welche die centrale Masse einschliesst. Man wird zunächst diese grünen Bläschen für gewöhnliche Chlorophyllkugeln halten, allein schon bei starken Vergrösserungen, ohne Anwendung aller Reagentien erkennt man darin einen Kern und Kernkörper.

Noch deutlicher treten dieselben hervor, wenn man langsam concentrirte Schwefelsäure zufließen lässt. Es wird dadurch der Farb-

stoff zuerst in einen spangrünen verwandelt, dann vollständig gelöst; dabei bläht sich Zelle sammt Kerne etwas auf; bis sie bei längerer Einwirkung ganz platzt. Kurz vor dem Platzen ist der Moment zur Beobachtung am günstigsten. Lässt man dann überdies Wasser zufließen, so bleiben die Zellen etwas aufgebläht und farblos, aber sonst unversehrt, und man kann den Kern in aller Ruhe betrachten.

Es sind diese grünen Zellen vollständig analog den bekannten gelben Zellen der marinen Radiolarien, wie ja auch im Pflanzenreiche grüne und gelbe Farbstoffe sich vertreten. Ich darf hierbei wohl erwähnen, dass GREEFF auch rothe und gelbe Farbstoffkugeln bei Süßwasserradiolarien gefunden hat. Er bezeichnet sie aber stets als Körner, weil er nicht Gelegenheit hatte, ihren Kern deutlich zu erkennen (SCHULTZE's Arch. Bd. V. S. 492).

Von dieser Species hielt ich in einem ziemlich engen Glasgefäße mehrere Hunderte von Individuen einige Wochen lang. Plötzlich bemerkte ich, dass die alveoläre Schicht ihre Structur verlor und feinkörnig wurde. Der ganze Körper, am bedeutendsten aber die centrale Masse, nahm an Umfang ab und die grünen Zellen rückten in Folge dessen enger zusammen. Die centrale Masse umgab sich nun mit einer festen Haut, welche zur deutlichen Centralkapsel wurde.

Allein was das auffallendste ist, es treten jetzt auf der ganzen Fläche der Centralkapsel hohle Kieselstacheln auf, kurz, es wird daraus *Acanthocystis viridis* Carter.

Dieselbe ist neuerdings von GRENACHER und GREEFF so ausführlich beschrieben worden, dass ich auf den Bau derselben nicht weiter einzugehen brauche. Da meine Beobachtungen früher¹⁾ angestellt sind, kann ich auch eine Differenz in unsern Angaben nicht aufklären. Ich habe damals notirt, dass der weiche Körper auf Zusatz von Salzsäure sich zurückziehe und das Gehäuse — die Kapselwand — unversehrt bleibe. Die Existenz der Kapselwand habe ich, wie es scheint, niemals bezweifelt, während GRENACHER die Kapselwand als sehr undeutlich angiebt und GREEFF sich (S. 484) gegen ihre Existenz ausspricht. Meine Exemplare hatten ihre Entwicklung in einem ziemlich kleinen Glasgefäß durchgemacht, so dass sie, wie mir überhaupt aus verschiedenen Angaben GREEFF's und GRENACHER's hervorgeht, weniger gut ausgebildet und lebenskräftig waren. Die grünen Zellen der ausgebildeten *Acanthocystis* zeigten, wie ich ausdrücklich bemerken will, keinen Kern mehr.

1) Meine Beobachtung des Canals der Kieselstachel hat Herr LIEBERKÜHN in einem auf der Naturforscher-Versammlung zu Frankfurt 1867 gehaltenen Vortrag über contractile Substanz bereits erwähnt.

Wenn ich die Beschreibung, welche HÄCKEL¹⁾ von seiner *Aulacantha scolymantha* giebt, vergleiche, so scheint mir, dass die Gattungen *Acanthocystis* und *Aulacantha* wenn nicht vereinigt, so doch im System, neben einander gestellt werden können.

Actinophrys Eichhornii.

Diese Species fand sich am Rande eines Grabens den ganzen Sommer hindurch bis zum Ende October, und zwar in unglaublicher Menge. Liess man die Thiere ruhig in einem Glasgefäss stehen, so hefteten sie sich fest an die Wände wie Rhizopoden, indem sie dabei eine mehr längliche und flache Form annahmen. Die feinen Strahlen, welche, wie M. SCHULTZE entdeckt hat, von dem Centrankörper ausgehen und mit einer röhrenartigen Hülle der Rindensubstanz versehen sind, verschwinden und statt derselben finden sich dickere, nur aus der Rindensubstanz bestehende, ein. Der Centrankörper fängt nun an, sich zu theilen in zwei und mehr Kugeln (Fig. 1 u. 2). Darauf ver-

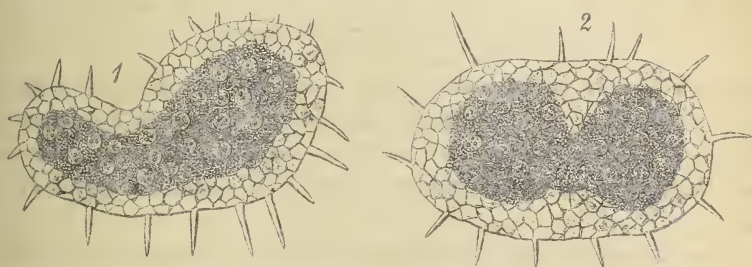


Fig. 1. *Actinophrys Eichhornii* kurz vor Beginn des Theilungsprocesses.
Fig. 2. Dieselbe in der Theilung. 62fache Vergr.

schwindet die alveoläre Rindensubstanz und die Kugeln umgeben sich mit einer glashellen Masse, wie es scheint, einer Ausschwitzung, welche anfangs allen Kugeln gemeinsam, schliesslich um je zwei Kugeln eine feste elliptische Cyste bildet. Innerhalb derselben entsteht aber weiter für jede Kugel eine aussen rauhe, innen glatte, dickwandige Cyste. Nach einiger Zeit zerfällt die helle elliptische Cyste und die Kugeln liegen frei (Fig. 3—5). Der ganze Process von der Ausscheidung der Gallertmasse an verlief in etwa zwei Tagen. Soweit sind die Beobachtungen bereits von CIENKOWSKI gemacht²⁾, welcher die Cystenbildung auf einem Objectglas vor sich gehen liess.

1) Monographie der Radiolarien. S. 263.

2) Beiträge zur Kenntniss der Moneren. MAX SCHULTZE, Archiv für mikroskop. Anatomie. I. S. 229.

Untersucht man nun diese Cysten nach der von HÄCKEL angegebenen Methode mittelst rauchender Schwefelsäure und Salpetersäure, so stellt sich heraus, dass die dickwandigen Cysten aus Kieselsäure bestehen. Die Wandungen sind nicht homogen, sondern wie aus vielen Kieselstücken zusammengesetzt, welche kleine Lücken zwischen sich lassen, doch ist der Zusammenhang der Wand ganz fest und wird

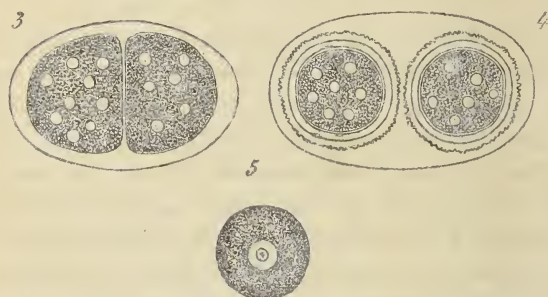


Fig. 3. Zwei Kugeln in einer glashellen Cyste, in jeder viele Kerne.

Fig. 4. Innerhalb der glashellen Cyste jede Kugel mit einer Kieselhülle umgeben.

Fig. 5. Eine Kugel mit dem einfachen Kern, die Kieselhülle ist gesprengt.

(Fig. 3—5 bei 130facher Vergr.)

durch die Säuren nicht zerstört. Die weiche innere Masse der Kugeln enthält viele feine, bei auffallendem Licht milchweisse Körnchen und etwa 8—10 Kerne, welche sich in nichts von den gewöhnlichen Kernen der *Actinophrys* sol unterscheiden als dadurch, dass sie etwas kleiner sind.

Um nun das weitere Schicksal der Körper zu ermitteln, sammelte ich Ende Juli eine grosse Quantität derselben und bewahrte sie in einem grössern Gefäss, dessen Boden mit einem feinen Schlamm bedeckt war. Bis Anfang December konnte ich keine Veränderung bemerken, da fand ich auf einmal, dass die zahlreichen Kerne verschwunden waren und in der Mitte jeder Kugel nur ein grösserer Kern lag. Derselbe wich in seiner Beschaffenheit wesentlich von den früheren Kernen ab, er war eine solide, leicht isolirbare Kugel mit einem ebenso soliden, eine kleine Höhlung enthaltenden Kernkörper. Dass die Veränderung erst zu diesem Zeitpunkt eingetreten sei, will ich nicht behaupten, jedenfalls war ich nicht früher darauf aufmerksam geworden.

Von jetzt ab blieben die Kugeln wieder unverändert bis Anfang Mai. Da zerfielen die Cystenwände. Es trat aus jeder Cyste eine kleine *Actinophrys Eichhornii* mit einer Anzahl Kernen hervor.

Sowohl über den Bau als die Entwicklung unserer Species möchte ich mir nun erlauben, einige Betrachtungen anzuschliessen.

HÄCKEL¹⁾, der meines Wissens zuletzt darüber geschrieben hat, nimmt an, dass die centrale Masse aus einem Sarkodekörper — wohl seiner Meinung nach kernlosen Masse — mit vielen dazwischen liegenden Zellen bestehe. Das, was ich schon oben als Kern bezeichnet habe, ist nach ihm Zelle. Ich kann seine Auffassung nicht theilen. Die ganze centrale Masse ist vielmehr eine grosse, viele Kerne enthaltende Zelle. Sie schliesst sich dadurch den andern Radiolarien an, bei denen nur die Differenzirung so weit fortgeschritten ist, dass um jeden Kern sich eine Portion Zellinhalt deutlicher abgegrenzt hat. Wir wenden uns jetzt zu der Frage, was bedeutet das Verschwinden oder vielmehr Vereinigen der Kerne und ihr Wiedererscheinen.

Conjugation von Zellen ist vielfach beobachtet, man hat dabei aber das Schicksal der Kerne nicht berücksichtigt. Bei einzelligen Algen geht aus der Copulation zweier Zellen unzweifelhaft eine Zelle mit einem Kerne hervor²⁾. Ob die zwei Kerne verschwinden und ein neuer entsteht, oder ob der neue aus der Verschmelzung der zwei alten Kerne hervorgeht, wäre weiter zu untersuchen. Auch bei unseren Actinophryscysten steht das Factum fest, dass mehrere darin enthaltene Kerne verschwinden und ein einziger an die Stelle tritt. Man kann diesen Vorgang mit der Conjugation wohl vergleichen.

Die Conjugation wird von den Botanikern sehr allgemein als eine besondere Form der Befruchtung betrachtet, nämlich als eine solche, bei welcher Ei und Samen einander gleich oder sehr ähnlich sind, die Zoologen haben diese Auffassung kaum ausgesprochen. Jetzt, da man die Spermatozoen aller Thiere als Zellen betrachtet, muss man diese Auffassung auch auf das Thierreich übertragen und die Befruchtung allgemein als Verschmelzung von Zellen bezeichnen. Wir können nicht sagen zweier Zellen, denn es dringen ja häufig viele Spermatozoen in das Ei.

Giebt man zu, dass die Verschmelzung der Kerne bei Actinophrys stattgefunden, so folgt daraus von selbst, dass dieser Vorgang eine Befruchtung ist, allerdings eine Befruchtung von vorläufig sehr eigenenthümlichem Charakter.

Diese Befruchtung hat den Anschein einer Selbstbefruchtung, allein mit Unrecht. Es ist bekannt, dass Actinophryen sich aneinander

1) Biologische Studien. Leipzig 1870. S. 32.

2) Eine Zygospore mit einem Kerne findet sich abgebildet und zwar von *Closterium parvulum* bei MILLARDET, Mémoires soc. de Strasbourg 1870. Diese Notiz verdanke ich der Güte meines Collegen, Hrn. HOFFMANN. Das Original ist mir zur Zeit nicht zugänglich.

legen, sich auch wieder trennen, aber während dieser Zeit kann ein Austausch von Protoplasma und Kernen stattgefunden haben.

Die Entwicklung einer *A. Eichhornii* wird demnach folgenden Verlauf nehmen. Aus dem einkernigen in der Kieselcyste eingeschlossenen Ei geht durch einen Furchungsprocess des Kernes eine vielkernige *Actinophrys* hervor. Diese wächst, ernährt sich und begattet sich durch Aneinanderlegen mit andern Individuen, dann theilt sie sich, wie durch die Beobachtungen LIEBERKÜHN's, STEIN's und CIENKOWSKI's bekannt ist, während des freien Lebens. Schliesslich theilt sie sich in einer andern Weise, indem alle Fortsätze eingezogen werden und die Theilproducte eine kieselhaltige Cyste erhalten. In derselben findet nun der eigentliche Befruchtungsact durch Conjugation der Kerne statt, aus der die entwicklungsfähige Eizelle hervorgeht.

Dass Kieselcysten auch bei anderen Radiolarien wie *Acanthocystis* und *Clathrulina* vorkommen, hat GREEFF entdeckt, sie werden in der Entwicklungsgeschichte dieser Wesen dieselbe Bedeutung haben, wie bei *Actinophrys*.

Diese Cysten dürfen nicht mit den kieselhaltigen Gitterschalen der Radiolarien verwechselt werden. Dies geht daraus hervor, dass bei *Clathrulina* sich die kieselhaltigen Cysten aus den Theilstücken des Thieres innerhalb der Gitterschale bilden.

Diffugia.

Die 1845 von LECLERC entdeckte Gattung *Diffugia* wurde von EHRENBURG in seine Familie der Arcellinen gestellt. Seitdem sind über dieselbe meines Wissens keine eingehenderen Untersuchungen veröffentlicht worden, insbesondere hat man die bisherige Stellung im System nie bezweifelt. Ich werde nachweisen, dass diese Gattung getheilt werden muss und dass die grossen Species derselben, nämlich *Diffugia proteiformis*, *oblonga*, *acuminata* EHRENB. zu den Radiolarien gehören. Alle drei Species besitzen einen länglichen, an einer Seite offenen Panzer, welcher zwar unregelmässige, aber sehr genau an einander gefügte Kieselstücke enthält. Nach EHRENBURG ist zwar die Schale von *D. oblonga* glatt, aber es scheint mir, dass ihn dieselbe doch an die Schale der übrigen erinnert, einmal nach der Abbildung zu urtheilen und weil sie zwischen *proteiformis* und *acuminata* gestellt wird. Möglich, dass es noch eine Species mit glatter Schale giebt. Ich selbst habe eine sehr grosse Zahl *Diffugien* beobachtet, welche genau die Umrisse von EHRENBURG's *D. oblonga* besitzen und deren Panzer doch mit Kieselstückchen besetzt ist.

In kleinen Wiesengraben habe ich diese Diffflugien an verschiedenen Orten Deutschlands sehr zahlreich gefunden und zwar immer in der oberflächlichen Schlammsschicht, welche meist aus Fäces von Schnecken und Würmern besteht.

Diese drei Diffflugien gehören zu den Radiolarien, weil sie eine Centralkapsel und grüne Farbzellen besitzen. Die Centralkapsel ist kugelförmig, bei *D. proteiformis* z. B. von 0,04 Mm. Durchmesser dünnwandig und enthält mehr oder weniger deutliche Zellen. Die Farbzellen liegen nur in dem extracapsulären Protoplasma, sie enthalten einen ziemlich grossen Kern, man sieht sie häufig in der Zweitheilung begriffen. Von allen drei Species findet man häufig farblose Exemplare. Sie enthalten statt der Farbzellen farblose Zellen, welche sich von den grünen namentlich dadurch unterscheiden, wie sie sich bei der Theilung verhalten. Während nämlich bei den grünen Zellen die Theilungsstücke Halbkugeln sind, schnürt sich bei den farblosen die Theilungsgrenze tief ein oder mit andern Worten, die in Theilung begriffenen Zellen haben die bekannte Biscuitform. Ich muss es dahin gestellt lassen, ob die farblosen Exemplare andere Species oder nur andere Zustände der grünen sind.

Die Protoplasmafortsätze der Diffflugien sind immer sehr breit, ähnlich wie bei den Amöben, niemals so dünn und strahlenartig, wie man sie bei allen bisher bekannten Radiolarien findet. Sie charakterisiren diese neue Gruppe oder Familie, die man als Diffugiaceen bezeichnen kann.

Nachdem nun so der wahre Bau der Diffflugien erkannt, drängt sich die Frage auf, ob die Kieselstücke des Gehäuses unorganischen Ursprungs und nur mechanisch angeheftet sind, wie bisher angenommen, oder gleich den Spicula und Gehäusen der andern Radiolarien ein organischer Bestandtheil des Thieres. Glüht man den Panzer, so behält er in der That nahezu seine Form, allein, er zerfällt, wenn man Wasser darauf bringt, in lauter feine, durchaus unregelmässige Stücke. In rauchender Schwefel- und Salpetersäure behält er seine Gestalt bei und man bemerkt, dass die unregelmässigen Kieselstücke wie durch einen dünnen, hyalinen und ebenfalls unzerstörbaren Kitt verbunden sind. In diesen Grenzlinien der einzelnen Stücke findet man häufig, seltener in den groben Kieselstücken selbst, sehr feine Canäle eindringen, von welchen sich wegen der unregelmässigen Beschaffenheit der Oberfläche nicht angeben lässt, ob sie den Panzer ganz durchsetzen. Nach alledem scheint es mir festgestellt, dass das Gehäuse nicht nach Art eines Phryganiden-Gehäuses aus Kieselstücken mecha-

nisch zusammengekittet, sondern ein Kieselpanzer organischen Ursprunges ist.

Einmal fand ich ein farbloses, wohl 0,5 Mm. grosses Exemplar ohne Panzer und von ganz unregelmässiger Form. Seine Körpermasse war alveolar beschaffen, wie bei *Actinophrys*. Ich hielt es isolirt in einem Uhrglas und glaube bemerkt zu haben, dass sich ein neuer Panzer bildete. Leider konnte ich das Exemplar nur 2—3 Tage am Leben erhalten und so diese Beobachtung nicht zu Ende führen. Man findet die drei von EHRENBURG beschriebenen Formen in sehr verschiedener Grösse. Wenn diese Grössen nicht verschiedenen Species entsprechen, so müsste wohl ein Wachsthum stattfinden in der Weise, dass das Thier seinen Panzer verlässt und einen neuen baut. Da das von mir beobachtete nackte Thier farblos war, so darf ich vielleicht die Vermuthung aussprechen, dass die Umbildung der Farbzellen in farblose während der Häutung eintritt. Dies würde die Entstehung der farblosen Exemplare erklären.

Erwähnen will ich noch, dass sich in der extracapsulären Schicht der Diffugiaceen auch fettglänzende platte unregelmässige Körper finden, welche sich mit Jod tief bräunen. Man kann sie wohl mit den sogenannten Oeltropfen der marinen Radiolarien vergleichen.

Ausser *D. proteus*, *oblonga* und *acuminata* erwähnt EHRENBURG noch eine *Diffugia Enchelys*, ausgezeichnet durch die schiefe Stellung der Oeffnung. Vor längerer Zeit glaubte ich (MÜLLER's Archiv 1854, S. 204) diese Species wiedergefunden zu haben, und beschrieb einen Rhizopoden unter diesem Namen ausführlich. Indess bin ich jetzt überzeugt, dass die *D. Enchelys* mihi durchaus von der EHRENBURG's verschieden ist, sie wird am besten zu *Arcella* gestellt, wenn man es nicht vorzieht, sie zu einer neuen Gattung zu erheben.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1870-1871

Band/Volume: [21](#)

Autor(en)/Author(s): Schneider Alfred

Artikel/Article: [Zur Kenntniss der Radiolarien. 505-512](#)