

DIE SPERMIIEN DER BRYOZOEN.

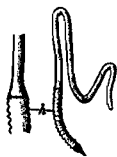
Tafel XV.

Über die Beschaffenheit der Spermien der Bryozoen habe ich in der Literatur nicht viele nähere Darstellungen finden können.

Über die Spermien der Süßwasser-Bryozoen liegen zwar einige ältere Mitteilungen von REINHARD und KOROTNEFF vor, besonders was ihre Spermiogenese betrifft; sie geben aber über den Bau der Spermien eine nur wenig zutreffende Erläuterung, weshalb ich sie hier übergehe.

In seiner Arbeit über die deutschen Süßwasser-Bryozoen äussert über dieses Thema K. KRAEPELIN¹⁾: »Die Spermatozoen der *Paludicella* zeichnen sich durch ihre lang cylindrische Gestalt aus; man kann an ihnen einen fein zugespitzten, stark lichtbrechenden Kopf, einen Hals und einen allmählich abgerundeten Schwanzteil unterscheiden. Und von denen der *Phylactolaemen*, sagt er: »Die Spermatozoen gleichen in Form und Bewegung durchaus denen der *Paludicella*».

Dann hat F. BRAEM²⁾ in seiner Arbeit über die Entwicklung von *Plumatella fungosa*, die Spermiogenese dieser Süßwasser-Bryozoen beschrieben und auch von den reifen Spermien derselben die allgemeine Form bildlich dargestellt; die feinere Organisation derselben blieb aber noch immer unbekannt; ich gebe hier eine Reproduktion seiner betreff. Fig. wieder, um den Vergleich mit meinen Abbildungen der Spermien desselben Tieres zu erleichtern. Man sieht in dieser Fig. an den Spermien die Zusammensetzung aus einem runden, vorn zugespitzten Kopfe, einem zylindrischen Verbindungsstück und einem langen, wurmförmigen, hinten zugespitzten Hauptstück des Schwanzes.



Spermium von *Plumatella*.
Nach BRAEM (1887).
h Hals.

BRAEM beschreibt das Verbindungsstück als »Hals« oder »Halstheil« (s. d. Fig. bei h). Die Lichtbrechung, sagt er, ist am stärksten im Kopfe, minder stark im Schwanze, bei weitem am schwächsten im Halstheil, »was vielleicht mit den feinen Querfalten desselben zusammenhängt«. Hals und Schwanz sind durch eine sehr deutliche Grenzlinie geschieden (REINHARD, KOROTNEFF, KRAEPELIN). Während der Ausbildung finden sich um Kopf und Hals ein Protoplasmahaufen und in diesem noch seitlich ein kleiner, runder Körper, der Nebenkern.

Über die Spermienformen der Bryozoen des Meeres schien aber eine genauere Kenntnis noch nicht erlangt worden zu sein. Da beschrieb ich nun im J. 1904 die Spermien von *Alcyonidium gelatinosum* und im J. 1905 die Spermien von *Frustra foliacea*³⁾. Es zeigte sich hierbei, dass diese Meer-Bryozoen zwar einander ähnlich sind, aber offenbar einen in manchen Beziehungen anderen Typus darstellen, als diejenigen des Süßwassers, wenigstens so weit die Form der letzteren bis jetzt bekannt ist. Infolgedessen habe ich gewünscht, auch bei den Süßwasser-Bryozoen

¹⁾ KARL KRAEPELIN, *Die deutschen Süßwasser-Bryozoen*. Eine Monographie. I. Anat. system. Theil. Abhandl. d. naturwiss. Vereins. Hamburg. Band X, 1887.

²⁾ F. BRAEM, *Die geschlechtliche Entwicklung von Plumatella fungosa*. Zoologica H. 29, 1897.

³⁾ GUSTAF RETZIUS, *Zur Kenntnis der Spermien der Evertbraten*, I, Biolog. Unters. von Gustaf Retzius, N. F., Band XI, 1, 1904 und *Z. Kenntn. d. Sperm. der Evertbraten*, II, Biol. Unters., N. F., Band XII, 9, 1905.

eingehendere Untersuchungen über die Spermien ausführen zu können. Erst im Juni des vorigen Jahres gelang es mir bei *Alcyonella (Plumatella) fungosa* reife Spermien zu erhalten, dagegen konnte ich keine von *Cristatella*, *Paludicella* und anderen Moostierchen bekommen. Hier werden nun diejenigen von *Alcyonella* beschrieben werden.

Alcyonella fungosa PALL.

(Taf. XV, Fig. 1—7.)

Dieses zu der Ordnung Ektoprocta, Unterordnung Lophopoda gehörende Bryozoon besitzt Spermien, die bei genauerer Untersuchung einen sehr interessanten Bau darbieten. Sie sind lange, zylindrische, ziemlich breite Fäden, an denen Kopf, Verbindungsstück und Hauptstück des Schwanzes scharf abgesetzt sind. Der *Kopf* (Fig. 1, 2) ist im ganzen sphärisch, mit breiter Basis und spitzt sich nach vorn zu, indem er eine ziemlich lange, in der Regel nach der Seite gebogene Spitze ausschickt; die Spitze zeigt nach der Färbung eine andere, dunklere Farbe als der eigentliche, mehr helle, homogene, glänzende Kopf, und es scheint, als ob ein Spitzenstück mit einer mehr oder weniger weit nach hinten ziehenden Hülle das vordere Ende des Kopfes bedeckte (Fig. 2).

In den Kopf dringt von hinten, vom Verbindungsstück her, ein feiner gerader Faden, welcher wie ein Stab sehr hoch mitten in die Kopfsubstanz empordringt und zuletzt mit einem deutlichen Körnchen endigt (Fig. 1 und 2). Dieser Faden lässt sich zuweilen in der Achse des Verbindungsstückes bis in das Hauptstück hinab verfolgen (Fig. 2).

Das *Verbindungsstück* stellt, wie oben erwähnt, einen ziemlich breiten Zylinder dar, in dem man nach der Behandlung mit Osmiumsäure, Rosanilin und Acetas kalicus einen sehr schönen Bau scharf erkennt. Es windet sich nämlich in ihm von seinem vorderen, dem hinteren Kopfumfang dicht anliegenden Ende an ein *Spiralfaden*, welcher in ziemlich dicht liegenden, regelmässigen Touren und, mit dem Kopfe nach oben-vorn liegend, von oben-vorn-rechts nach unten-hinten-links zieht; an den Rändern des Verbindungsstückes kann man in regelmässiger Anordnung die optischen Querschnitte als je eine Reihe rundlicher Körner sehen, die sich also beim Heben und Senken des Tubus in die Schlingen des Fadens fortsetzen. Man kann die Anzahl der Windungen auf etwa 25—30 berechnen; in einigen Fällen fanden sich 27, in anderen 28. Dieser Spiralfaden liegt in einer homogenen Substanz eingeschlossen, und ausserdem zieht der oben erwähnte Achsenfaden gerade durch die Achse des Verbindungsstückes. Hinter diesem erkennt man einen querliegenden, ziemlich dicken, dunklen, stark lichtbrechenden Körper (Fig. 1 und 2), welcher bald mehr an der vorderen, bald mehr an der hinteren Seite (Fig. 6) konvex ist. Es entspricht dieser Körper offenbar einem ringförmig gestalteten, distalen *Zentralkörper*, durch den ein ziemlich dicker Strang (Fig. 1 und 6) aus dem Hauptstück in das Verbindungsstück hinein dringt.

Das *Hauptstück* des Schwanzes stellt einen langen, zylindrischen Strang dar, welcher nach hinten etwas anschwillt, um sich dann am hinteren Ende wieder zuzuspitzen (Fig. 1). Im Inneren dieses Stückes bemerkt man einen zwar schmälern, aber doch ziemlich dicken Achsenstrang, welcher als Fortsetzung des den Zentralkörper ring durchziehenden das ganze Hauptstück durchläuft, in seinen vorderen Partien dunkel und von gleicher Breite ist, nach hinten hin aber dicker und hellglänzender wird (Fig. 1), um sich dann wieder zu verschmälern, zuzuspitzen und bis ins Schwanzende auszulaufen. Rings um diesen Strang findet sich nun eine ziemlich dicke, undeutlich körnige Hülle (Fig. 1), welche ihn in seiner ganzen Länge umgibt, um erst am hinteren Schwanzende allmählich dünner und schliesslich an der Spitze so dünn zu werden, dass man sie nicht mehr nachweisen kann, obwohl sie wahrscheinlich noch da ist. Ein eigentliches, abgesetztes Endstück ist deshalb wohl nicht vorhanden, obgleich das letzte Schwanzende ein solches vortäuschen kann.

An den noch nicht reifen Spermien lässt sich eine Anzahl Strukturverhältnisse wahrnehmen, welche für die Erklärung des reifen Stadiums wertvoll sein können. Was zuerst den Kopf und das Verbindungsstück betrifft, findet man manche unreife Spermien, an denen ein mehr oder weniger grosser Protoplasmaklumpen diese Teile noch einhüllt. In Fig. 3 und 4 sind zwei dieser Stadien wiedergegeben. In Fig. 3 hat der Kopf schon ungefähr seine bleibende Form erhalten; an der Stelle des inneren Stabes sieht man hier im hinteren Kopfteil eine zeltartige (dreieckige) Erhöhung mit dem Knöpfchen an der Spitze; die den Stab umgebende Einbuchtung hat offenbar noch diese Form, die später ausgefüllt und verändert wird. Diese Partie ist im Stadium der Fig. 4 noch breiter, trichterförmig, und der Kopf selbst hat seine definitive Form noch nicht erreicht, ist nicht sphärisch und auch

nicht vorne zugespitzt. Dagegen ist in beiden Stadien schon das Verbindungsstück mit seinem Spiralfaden schon der Form nach angelegt und wenigstens scheinbar fertig. Auch der hintere Zentralkörper hat seine Gestalt und Lage erhalten (Fig. 3). Ebenso hat das Hauptstück schon hier seine endgültige Zusammensetzung (Fig. 3). Solche noch nicht reife Spermien geben aber hierüber nicht selten weiteren Aufschluss. In früheren Stadien (Fig. 7) erkennt man, dass dieses Stück aus einem von einer Hülle begrenzten blassen Schlauch besteht, welcher in einer körnig-protoplasmatischen Substanz einen Achsenstrang enthält, der sich vom hinteren Ende des Schlauches zurück- und in Spiralwindungen zusammenziehen kann. In weiter entwickelten Spermien (Fig. 5) findet man, dass die blasse äussere Hülle noch streckenweise deutlich ausgeprägt, an anderen Stellen aber nicht mehr sichtbar ist, wogegen um den nunmehr stärker ausgebildeten Achsenstrang, welcher in der hinteren Partie vor seinem zugespitzten und heller gewordenen Ende eine merkbare Erweiterung zeigt, ein dunklerer, mehr ausgesprochen körniger Mantel entwickelt hat, aber, besonders nach hinten, noch nicht den reifen Zustand erlangt hat. In der vorderen Partie hat sich in dem abgebildeten Falle der Achsenstrang spiralig zusammengezogen, da hier zugleich innerhalb des Mantels ein heller Raum entstanden ist. Aus dem Achsenstrang steigt der in ihm verborgene Achsenfaden empor, der aus dem abgerissenen Verbindungsstück herausgezogen ist.

Es wäre von besonderem Interesse, diesen auffälligen Spermientypus in seinen Variationen bei anderen Süßwasserbryozoen studieren zu können. Sobald mir das nötige Material zur Verfügung steht, hoffe ich es auch tun zu können. Möglicherweise lassen sich durch den Vergleich differierender Formen, sowie durch die Spermio-genese, weitere Aufschlüsse gewinnen.

Im Anschluss an diese Spermien eines Süßwasserbryozoons will ich nun auch diejenigen von *Triticella* besprechen.

Triticella Korenii G. O. SARRS.

(Taf. XV, Fig. 8—16.)

Durch die Güte des Herrn Professor TRÉEL erhielt ich im letzten August in der Zoologischen Station zu Kristineberg einige Exemplare des kleinen Krebses *Callocaris Macandreae* BELL, an dem die *Triticella* zu leben pflegt. Es fanden sich auch hier zahlreiche Gruppen von diesen eigentümlichen Bryozoen. Bei manchen derselben sah ich unter dem Mikroskope in der Körperhöhle schon im lebenden Zustande fadenförmige Spermien in lebhafter Bewegung. Nach vorsichtigem Zerdrücken der kleinen Tiere gelang es mir dann auch, nicht nur diese Spermien in dem äusseren Meereswasser in Bewegung zu finden, sondern sie auch mit Osmium zu fixieren und mit Rosanilin zu färben. An den in dieser Weise präparierten Spermien trat eine Organisation hervor, welche mich sofort in Erstaunen setzte, weil ihr Typus demjenigen gewisser Gastropoden so täuschend ähnlich war. Bei fortgesetzter Untersuchung sah ich die ersten Befunde bestätigt, und ich gebe hier deshalb eine Darstellung dieser Spermienform.

Die Spermien von *Triticella* zeigen drei Abschnitte, Kopf, Verbindungsstück und Hauptstück des Schwanzes.

Der *Kopf* stellt beinahe den dritten Teil der ganzen Länge des Spermiums dar. Er besteht aus einem langen, lanzettförmig-zylindrischen blassen Schlauch oder Strang, welcher am vorderen Ende nach einer kleinen hakenförmigen Einbiegung zugespitzt endigt, ohne jedoch ein wirklich abgesetztes Spitzenstück zu zeigen; das vorderste, mehr oder weniger schmale und zugespitzte oder fingerhutförmige Stück ist im Gegenteil noch blasser als der übrige Kopf, und seine Seitenränder sind im optischen Durchschnitt noch dünner als bei diesem, da eben an der hakenförmigen Einbiegung der Seitenrand plötzlich noch mehr verdünnt erscheint (Fig. 8—12). Im Inneren des Kopfes findet man einen schmalen, färbbaren Faden, der entweder gerade oder wenig gebogen oder auch in spiraligen Windungen vom hinteren Ende weit nach dem vorderen Ende hin verläuft, um hier eine kleine Strecke hinter der hakenförmigen Einbiegung der Hülle plötzlich, sogar ohne eigentliche Zuspitzung, zu endigen. Dieser Faden scheint bei seinen Lageveränderungen durch die übrige innere Kopfsubstanz nicht gehindert zu werden, da er sich oft der äusseren Hülle in verschiedener Weise (Fig. 8—12) angelegt hat und sich bei der Spiraldrehung zuweilen vom vorderen Ende noch mehr als gewöhnlich zurückziehen kann. In der Regel endigt doch der Faden, wie die Fig. 8—11 angeben, in der Mitte des Kopflumens, ungefähr so weit von der Kopfspitze wie dreimal die Länge des vorderen schmalen Endes des Kopfes. Man könnte zuweilen glauben, dass grade hier ein wahres Spitzenstück beginne; eine deutliche Grenze liess sich aber nicht nachweisen, höchstens zuweilen

eine schwache Andeutung (Fig. 10). In einzelnen Fällen sah man auch den mittleren langen Faden sich an die äussere Membran des Kopfes anlegen und an ihr entlang weiter nach vorn ziehen, infolgedessen man ihr vorderes Ende nicht wahrnahm (Fig. 11).

Das *Verbindungsstück* stellt einen langen, zylindrischen, von vorn nach hinten sich allmählich verschmälernden Strang dar, an dessen vorderem Ende ein ringförmiger Zentralkörper der Quere nach liegt; man sieht ja an den Seitenrändern als je ein kleines Korn die optischen Durchschnitte des Ringes. Zuweilen schiebt sich an diesem Stück eine Partie der Mantelhülle ab (Fig. 12). In noch nicht ganz reifen Stadien (Fig. 10) sieht man am Verbindungsstück hier und da tropfenartige Anhängsel einer blassen Substanz, welche sich in der Seitenansicht als seitenständig erweisen, da der Strang des Verbindungsstückes um sie herum einen Bogen bildet, wie in der Fig. an dem untersten Tropfen deutlich zu sehen ist; von oben oder unten betrachtet, ist, wie die beiden oberen Tropfen zeigen, diese Umbiegung nicht scharf ersichtlich, obwohl sie ebenso gestaltet ist. Offenbar stellen hier, wie bei vielen anderen Spermien, diese Tropfen Reste der ursprünglichen Zellsubstanz dar, aus der sich das eigentliche Verbindungsstück ausgebildet hat.

Das *Hauptstück* des Schwanzes (Fig. 8) ist blass und kurz, nur etwa ein Sechstel des ganzen Spermiums, da der Kopf etwa noch einmal und das Verbindungsstück dreimal länger sind. Es verschmälert sich allmählich und läuft zuletzt ganz spitz aus, ohne ein abgesetztes Endstück zu bilden.

In meinen Präparaten fand sich ausser den reifen und den beinahe reifen Spermien noch eine Menge von Entwicklungsstufen, welche interessante Erscheinungen darboten. In den Fig. 13—16 sind vier solche Stufen abgebildet. Jede repräsentiert eine mehr oder weniger kugelförmige Zelle mit einem Kern, der sich von dem ersten Stadium (Fig. 13) an allmählich verkleinert, um im vierten Stadium (Fig. 16) eine, von der Seite gesehen, herzförmige, nach vorn zugespitzte Form darzubieten. In dem ersten dieser Stadien sieht man neben dem kugelförmigen grossen Kern eine Anzahl anderer runder, etwas glänzender Körner, welche in den folgenden Zwischenstadien miteinander verschmelzen, so dass im Stadium der Fig. 14 nur noch drei Körner vorhanden sind, von denen zwei dunkler und auch schärfer begrenzt sind; diese Körner liegen stets dem in die Zelle bis zum Kern vordringenden Schwanz dicht an, während das dritte Korn, welches blasser und weniger scharf begrenzt ist, mehr seitlich liegt. In dem nächsten Stadium (Fig. 15) sind die beiden ersten Körner zu einer einzigen Kugel verschmolzen, durch welche nun der Schwanzfaden seinen Weg zum Kern nimmt, um mit seiner Spitze ein wenig in dessen Substanz einzudringen. In dem folgenden Stadium (Fig. 16) hat sich die Zelle verlängert, ist nunmehr oval und umgibt eine grössere Strecke des Schwanzfadens nach hinten, während zugleich die erwähnte Kugel sich spindelförmig verlängert hat und ebenfalls die vordere Partie des Schwanzfadens noch weiter nach hinten umgibt; nach vorn ist diese Substanz mit der Spitze des Schwanzfadens in konischer Gestalt eine Strecke in den herz- oder vielmehr kreiselförmigen Kern eingetreten. Daneben findet man in der Zellsubstanz das blassere Korn noch fast unverändert. Im ersten Stadium sah ich noch keinen Schwanz, in den drei späteren dagegen schon einen langen Schwanzfaden, der im Stadium der Fig. 15 schon die Länge der reifen Spermien erlangt hatte.

Man hat hier vier interessante Stadien der Entwicklung des Kopfes und des Verbindungsstückes vor sich, in denen ganz besonders das Verhalten des Nebenkernorgans zu dem letzteren Stück zu bemerken ist. Leider fanden sich nicht die folgenden Stadien, in denen man die weitere Ausbildung, v. a. die des Kopfes, zu dem der reifen Spermien hätte feststellen können.



Alcyonella fungosa
(1-7)

Triticella Korenii
(8-16)

