

10. Otto Müller: Die Ortsbewegung der Bacillariaceen III.

Mit Tafel III und IV.

Eingegangen am 31. Januar 1896.

In einer „Die Auxosporenbildung von *Brebissonia Boeckii* Grunow. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen“ betitelten Schrift¹⁾ macht P. HAUPTFLEISCH u. a. neue Mittheilungen über die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Er beschäftigt sich darin auch mit den über denselben Gegenstand von BÜTSCHLI und LAUTERBORN und von mir veröffentlichten Arbeiten und führt, gegenüber den von jenen Autoren einerseits und von mir andererseits vertretenen Ansichten, die Ortsbewegung auf neu entdeckte Plasmaorgane zurück.

Die Wichtigkeit eines solchen Fundes veranlasste mich zur Nachprüfung, und ich theile nachstehend die Ergebnisse meiner diesbezüglichen und einiger anderen Untersuchungen mit. Hierbei knüpfe ich an den letzten von P. HAUPTFLEISCH besprochenen Gegenstand an, weil sich an diesem ein principieller Widerspruch zwischen der Auffassung P. HAUPTFLEISCH's und der meinigen ergibt, der aus den übrigen Theilen seiner Arbeit nicht in gleichem Maasse gefolgert werden kann.

P. HAUPTFLEISCH lässt bei den Pinnularien weder die Körnchenströmung²⁾, noch die Gallertfadenbildung als Ursachen der Bewegung gelten, als solche will er an den „Längskanten“ hervortretende (S. 29), fadenartige Fortsätze des Zellplasmas erkannt haben, welche daselbst durch Poren nach aussen treten.

Dieser Auffassung gegenüber, welche den Sitz des bewegenden Organs, in dem Falle der Pinnularien wenigstens, ausserhalb der Rhaphe verlegt, stelle ich den Satz auf:

Die motorischen Kräfte treten ausschliesslich an der Rhaphe selbst oder in deren nächster Umgebung in Wirkung und in solche Beziehungen zur Aussenwelt, welche die Ortsbewegung zur Folge haben.

An keinem anderen Theile der Zellwand als im Gebiete der Rhaphe übertragen sich Bewegungen auf das umgebende Medium oder

1) Mittheil. des naturw. Vereins für Neu-Vorpommern und Rügen. 27. Jahrg. 1895. Sep.-Abdr.

2) Um Irrungen zu vermeiden bemerke ich, dass nicht die „Körnchenströmung“ von mir als Ursache der Bewegung angesehen wird, sondern die „Plasmaströmung“, welche die Körnchenströmung secundär hervorruft.

sind Erscheinungen bemerkbar, welche auf den Sitz motorischer Kräfte schliessen lassen. P. HAUPTFLEISCH bringt in dieser Beziehung keine neuen Beobachtungen bei, er beschreibt nur die bekannten, längs der Rhaphe sich abspielenden Vorgänge, die Verschiebung von Fremdkörpern und die Körnchenströmung. Auch auf die geschwungene Linie, in welcher der Strom sich auf der Rhaphe bewegt, habe ich bereits hingewiesen¹⁾ und damit das Schlingern und Pendeln der Zelle zu erklären versucht.

Die Rhaphe, stets ein der Schale angehöriges Organ und nicht immer paarig, ist bei verschiedenen Bacillarien verschieden gestaltet und hat eine verschiedene Lage auf der Schale. Die Rhaphe der grösseren Pinnularien ist von mir eingehend untersucht und ich gab eine ausführliche Darstellung ihres anatomischen Baues²⁾, dessen genauere Kenntniss für das Verständniss der Bewegungserscheinungen nothwendig ist. Leider wird noch nicht genügend berücksichtigt, in welcher zwingenden Weise der Bau dieser Rhaphe an sich auf ihre Function als Stromleiter hinweist, wie insbesondere der Bau der Endknoten einer sehr vollkommenen Propeller-Einrichtung gleichkommt, worauf ich am Schlusse dieser Arbeit noch näher eingehen werde.

Eine andere Gestaltung der Rhaphe wies ich bei den Epithemien³⁾, wiederum eine wesentlich andere bei den Rhopalodien⁴⁾ nach.

Die Rhaphe der von P. HAUPTFLEISCH als *Amphicyma alata* bezeichneten Form stimmt nun nach seiner Beschreibung in allen wesentlichen Punkten mit der Rhaphe der Rhopalodien überein, d. h. auf einem Kiel verläuft ein Kanal, der mit dem Zellinnern communicirt, der, wie ich in meiner Arbeit über das Genus *Rhopalodia* hervorhob, in der Gürtelbandlage der Zelle stets die Seitenkanten (Längskanten) der Schalen bildet. Eine Rhaphe von diesem Bau und in solcher Beziehung zu den Seitenkanten der Schale kommt ausser bei den Amphiporen und den Rhopalodien auch bei den Nitzschien, den Surirellen, den Campylodiscen, den Cymatopleuren u. a. vor, und ich will diese Art Rhaphe, zur Unterscheidung von der weitaus complicirter gebauten Pinnularien-Rhaphe, im Folgenden kurz mit Kanal-Rhaphe bezeichnen.

Wo nun eine Kanal-Raphe vorhanden ist, da machen sich in der Gürtelbandlage die Wirkungen der motorischen Kräfte an den Längskanten der Schale bemerklich, weil ja in dieser Lage die Rhaphe selbst diese Längskanten bildet; wo dagegen die Raphe nach Art der Pinnu-

1) O. MÜLLER, Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung. Diese Berichte Bd. VII, S. 177.

2) Durchbrechungen der Zellwand. Diese Berichte Bd. VII, S. 169 ff.

3) O. MÜLLER, *Rhopalodia*, ein neues Genus der Bacillariaceen. ENGLER's Jahrb., Bd. XXII, S. 55, tab. II, 22.

4) l. c. p. 55, tab. II, 21.

larien nicht aus der Mediane hervortritt, da ist niemals eine besondere Aeusserung solcher Kräfte an den Längskanten der Schale nachweisbar, sondern lediglich an der Mediane.

Bei der Kanal-Raphe der Nitzschien und Surirellen gelang es mir nun eine Längsspalte aufzufinden, welche die Zellwand in schiefer Richtung durchbricht, dergestalt, dass ein Schlitz zwischen zwei Schneiden verläuft, ähnlich der äusseren Spalte der Pinnularien-Rhaphe. Fig. 1 zeigt diesen Schlitz bei *Surirella robusta*, Fig. 2 bei *Surirella spiralis*, Fig. 3 bei *Nitzschia sigmoidea*, alle drei von oben gesehen, d. h. in der Lage des Kanals über den Röhrchen. Fig. 4 stellt den polaren Theil einer Schale von *Nitzschia sigmoidea* in der Gürtelbandlage dar; der Schlitz durchsetzt hier die Aussenwand des Kanals ein wenig schräg zur Papierebene; der Kanal communicirt, ebenso wie der Kanal der Surirellen, durch viele kurze Röhrchen mit dem Zellinnern und am Pole findet sich ein winziger Endknoten.

Wenn nun, wie ich oben bemerkte, der Bau der Pinnularien-Rhaphe besonders zwingend auf deren Function als Strombahn hinweist, so spricht sich in dem einfacheren Bau der Kanal-Rhaphe eine solche Bestimmung nicht mit gleicher Deutlichkeit aus. Die Längsspalte der Kanal-Raphe könnte ebenso wohl zur Leitung eines Stromes dienen, wie sie eingerichtet sein könnte zum Durchtritt von fädigen Plasmafortsätzen, und in beiden Fällen müsste die nächste Wirkung auf das umgebende Medium dieselbe sein, d. h. die an der Rhaphe beobachteten bekannten Erscheinungen der Verschiebung von Fremdkörpern und der Körnchenströmung hervorrufen. Der Austritt von Plasmafortsätzen aus der Spalte der Pinnularien-Rhaphe dagegen ist von vornherein völlig unwahrscheinlich, und die complicirten Gebilde der End- und Mittelknoten, mit den sie durchsetzenden langen und gewundenen Kanälen, sind als Leiter eines Stromes von innen nach aussen und umgekehrt, durchaus verständliche Anpassungen, in ihren Beziehungen zum Austritt von Plasmafortsätzen aus dem Spalt aber völlig unverständlich.

Es scheint auch, dass HAUPTFLEISCH weniger den Strom in der Spalte der Pinnularien-Rhaphe, als vielmehr dessen locomotorische Wirkung in Zweifel stellen will (p. 26); jedenfalls verlegt er die locomotorischen Kräfte in die Längskanten der Pinnularien, denen er damit dieselbe Function beimisst wie der Kanal-Rhaphe seiner *Amphicyma alata*, wonach dann die Ströme an der Rhaphe der Pinnularien eine heterogene Bedeutung haben müssten.

Es steht daher zunächst in Frage, ob aus der Kanal-Rhaphe in der That Plasmafortsätze hervortreten und ob ähnliche Fortsätze an den Längskanten, oder, wenn nicht dort, so doch an der Rhaphe der Pinnularien nachweisbar sind.

Leider stand mir die von P. HAUPTFLEISCH beobachtete *Amphicyma*

alata nicht zur Verfügung; auch Surirellen, welche sich für die Nachprüfung dieser Frage besonders eignen würden, habe ich in der vorgeschrittenen Jahreszeit nicht in genügender Menge beschaffen können. Dagegen lebte in meinen Culturen, die ich zum Theil der Güte des Herrn J. D. MÜLLER in Wedel verdanke, die ebenfalls sehr geeignete *Nitzschia sigmoidea* in vielen, lebhaft sich bewegenden Exemplaren, neben *Pinnularia major*, *Pinn. viridis* und *Stauroneis Phoenicenteron*. Meine Beobachtungen beziehen sich daher zunächst auf diese Arten.

Die genannten Bacillarien habe ich nicht nur lebend beobachtet, sondern in der mannigfachsten Weise abgetödtet und fixirt, wozu ich Sublimatlösungen, Chrom-Osmiumsäure, Pikrinsäure, Pikrin-Sublimat in alkoholischer Lösung, Jodtinctur, Joddämpfe, endlich auch heisse alkoholische Sublimatlösung verwendete. Letzteres Verfahren wird von den Zoologen zur Fixirung von Protoplasten und deren Anhänge in situ, welche sich auf andere Weise nicht fixiren lassen, angewendet. Ich habe ferner die verschiedensten Färbungen versucht, auch die LÖFFLERsche Methode zur Färbung der Bacterien-Geisseln; Fixirung und Färbung in der Hoffnung, dass es gelingen werde etwa vorhandene Plasmafortsätze als solche sichtbar zu machen, — ohne jeden Erfolg. Auch P. HAUPTFLEISCH hat ausserhalb der Zellwand keine Fortsätze gesehen, sondern nur Knöpfchen, die er für contrahirte Fortsätze hält, weil er innerhalb des Spalts, oder, wie er meint, des Porus, solche Fortsätze bemerkt hat.

An den so behandelten Bacillarien wird nun schon mit schwächeren Objectiven vieles sichtbar, theils Gallertbildungen, theils allerlei Spaltpilze und Spaltalgen, Chytridien etc., mit denen die in meinen Culturen lebenden Individuen vielfach inficirt sind. Mit starken Systemen homogener Immersion, ZEISS Apochromat 2 mm, ZEISS $\frac{1}{18}$ ", erhielt ich an der Kanal-Rhaphie von *Nitzschia sigmoidea* bald auch die Bilder, welche P. HAUPTFLEISCH vermuthlich zur Grundlage seiner Auffassung gemacht hat. Ich weiss nicht wie weit HAUPTFLEISCH's Zeichnung p. 19, Fig. 7, etwa schematisirt ist; ich selbst habe bei *Nitzschia sigmoidea* niemals Bilder von solcher Regelmässigkeit gesehen. Die Knöpfchen waren meistens ganz unregelmässig an der äusseren Grenzlinie der Membran vertheilt, an längeren Strecken fehlten sie ganz, an anderen Stellen lagen 4—5 gedrängt bei einander, dann wieder standen mehrere in weiteren Zwischenräumen, Fig. 5 und 5a. Nach innen gerichtete Fortsätze konnte ich in sehr vereinzeltten Fällen sehen, aber in der Regel lagerten die Knöpfchen ohne solche Fortsätze vor dem Spalt der Rhaphie. Dem Eindruck nach würde ich diese Knöpfchen für gehärtete Tröpfchen des aus dem Rhaphenspalt hervortretenden Plasmas halten, wenn nicht die später anzuführenden Gründe diese Deutung zweifelhaft erscheinen liessen. Aehnliche zarte Knöpfchen habe ich auch an der Pinnularien-Rhaphie gesehen, wenngleich sie hier

noch viel schwieriger sichtbar gemacht werden können, als an der Kanal-Rhaphe von *Nitzschia sigmoidea*.

Ausser diesen nur mit starken Objectiven der genannten Art sichtbaren zarten Knöpfchen habe ich nun vielfach ähnliche geknöpfte Gebilde in verschiedenen Grössen gesehen, welche gleichfalls an dem Rhaphenspalt haften, Fig. 6. Welcher Natur diese grösseren geknöpften Gebilde sind, wage ich nicht zu entscheiden, aber ich zweifle nicht daran, dass es Fremdkörper sind, vielleicht Pilze oder deren Sporen. Chytridien fanden sich in meinen Culturen vielfach, besonders waren die Pinnularien befallen; sie durchsetzten den Spalt und sandten Rhizoiden in das Innere, Fig. 9. Ferner beobachtete ich mannigfache Bacillen, Fig. 7, 8, und in einer meiner Culturen waren fast sämtliche Pinnularien mit einer Spaltalge inficirt, die vorzugsweise aus den Oeffnungen des Centralknotens hervorsprossete, aber auch hier und da dem Spalte der Rhaphe entsprang, Fig. 10.

Durch Abtasten des Zellkörpers mittels der Einstellungsebene kann man auch bei Pinnularien in der Gürtelbandlage feststellen, dass, abgesehen von gelegentlicher Anheftung von Bacillen an anderen Theilen der Zellhaut, Fig. 8, meistens die Rhaphe mit den Fremdkörpern besetzt ist; diesen Umstand erkläre ich dadurch, dass die Organismen an dem aus der Rhaphe hervortretenden klebrigen Plasma haften und die parasitären von diesem Nährsubstrat aus die Zelle inficiren. Geknöpfte Fortsätze, wie sie HAUPTFLEISCH p. 29, Fig. 10 darstellt, habe ich an den Längskanten von *Pinnularia viridis* oder *P. major* nicht wahrgenommen; wenn ich derartige Körper sah, hafteten sie an der Rhaphe.

Soweit ich nach P. HAUPTFLEISCH's Zeichnung urtheilen kann, halte ich die dargestellten Fortsätze für Fremdkörper der vorher besprochenen Art, Fig. 6, deren Anheftung vermuthlich in der Polspalte der Rhaphe gesucht werden muss. Die Vergleichung der HAUPTFLEISCH'schen Fig. 7 und 9 mit Fig. 10, welche drei Figuren bei derselben Vergrösserung (2000) gezeichnet sind, ergiebt auch einen so augenfälligen Unterschied in der Grösse der Knöpfchen, dass die zarten Knöpfchen der Fig. 7 u. 9 kaum identisch sein können mit den groben der Fig. 10. So gröbliche Cilien müssten auch, meines Erachtens, an der lebenden Zelle in Thätigkeit gesehen werden können. Wie dem aber auch sei, wenn der Brechungszustand dieser Fortsätze als Gegengrund angeführt werden sollte, so ist zweifellos der Brechungsindex der verkieselten Zellhaut ein solcher, dass Poren, durch die so kräftige Fortsätze hindurchtreten können, mit unseren optischen Hilfsmitteln unter allen Umständen sichtbar sein müssten. Die gesammte Zellhaut über den Riefenkammern, welche von den Längskanten rechtwinklig geschnitten werden, finde ich aber durchaus frei von Durchbrechungen irgend welcher Art. So lange daher P. HAUPTFLEISCH nicht die vor-

auszusetzenden Durchbrechungen an den Längskanten der Pinnularien nachweist, halte ich den Austritt von Plasmafortsätzen an diesen Stellen der Zellwand unmöglich, und damit entfallen dann auch die von P. HAUPTFLEISCH darauf gegründeten Schlussfolgerungen, soweit sie die Bewegungsmechanik betreffen.

Wenn ich nun auch den Austritt von Plasmafortsätzen aus den Längskanten der Pinnularien bestreiten muss, so fragt es sich doch, ob derartige Fortsätze nicht aus jeder Art Rhaphe hervortreten und hier die Verschiebungen der Fremdkörper und die Körnchenströmungen veranlassen; ob ferner die von P. HAUPTFLEISCH beobachteten zarten Knöpfchen ursprünglich solche Fortsätze waren? Auch dies muss ich bezweifeln und zwar aus folgenden Gründen.

Sämmtliche Individuen, welche in stärkerem Maasse von Chytridien, Kokken, Bacillen etc. befallen waren, konnten als krank erkannt werden, viele waren schon vor der Fixirung und Färbung abgestorben, der Plasmakörper mehr oder weniger geschwunden. Als ich nun abgestorbene Zellkörper von *Nitzschia sigmoidea*, deren Plasma bis auf geringe Reste zerstört war, untersuchte, fand ich die vorher beschriebenen zarten Knöpfchen, ebenso häufig und in der derselben Anordnung, Fig. 5a, wie an scheinbar gesunden Individuen, deren Plasmakörper der Zellwand noch prall anlag und gut gefärbt war (Fig. 5). Dieser Umstand scheint mir keinen anderen Schluss zuzulassen, als dass auch jene zarten Knöpfchen Fremdkörper sind, vielleicht Kokken, Sporen von Bakterien oder dergleichen; denn wenn nahezu der ganze plasmatische Inhalt einer Zelle zu Grunde gegangen ist, so halte ich für unmöglich, dass gerade die zartesten Plasmafortsätze erhalten sein sollten. Aus demselben Grunde aber ist auch die Deutung der Knöpfchen als Plasmatröpfchen unzulässig. Wenn daher die von P. HAUPTFLEISCH an *Amphicyma alata* beobachteten zarten Knöpfchen identisch sind mit den von mir an der Rhaphe von *Nitzschia sigmoidea* und *Pinnularia viridis* gesehenen, so dürfen sie nicht als Plasmafortsätze gedeutet werden, es sei denn, dass es gelingt, die nach aussen gestreckten Fortsätze zu fixiren oder in Thätigkeit zu sehen.

Im Verlaufe meiner Untersuchungen habe ich einen Versuch gemacht, dessen Ergebniss leicht im Sinne von Cilien missdeutet werden kann, der aber zugleich eine unmittelbare Anschauung von dem inneren Bau der Riefenkammern der Pinnularien gewährt, wie ihn zuerst J. H. L. FLÖGEL¹⁾ beschrieb, und den ich sodann bestätigt habe²⁾. Wenn aus der Rhaphenspalte der Pinnularien und der Nitzschien, oder an den Längskanten der Pinnularien Plasmafortsätze hervortreten, so

1) Researches. Journ. of the Royal microsc. Society. Ser. II, vol IV, p. 505 ff. and tab. VIII, 1. 2. 4.

2) Durchbrechungen p. 169 u. tab. VII, 16.

würde man dieselben vielleicht anschaulich machen können, wenn man den gut gehärteten und gefärbten Plasmaleib durch vorsichtige Plasmolyse zur Contraction zwingt. Von diesem Gedanken ausgehend liess ich salicylsaures Natron auf fixirte Individuen einwirken und gelangte dadurch zu den überraschenden Bildern der Fig. 22 u. 23. Der zurückgewichene Plasmacontour zeigte sich dicht mit Cilien besetzt, deren freies Ende hier und da gegabelt war. Eine genauere Untersuchung erwies, dass nicht eine, sondern zwei über einander liegende Reihen solcher Cilien vorhanden sind. In der Gürtelbandlage einer *Pinnularia* liegen nun die Riefenkammern ebenfalls in zwei Reihen über einander, Fig. 25; sie sind in der Richtung der Transapicalachse langgestreckt, fingerförmig und machen an den Längskanten der Schale eine Biegung von 90° ; jede ist durch einen grossen Porus nach dem Zellinnern geöffnet; wären die Längskanten durchbrochen, so müsste die Durchbrechung an den mit * bezeichneten Stellen sichtbar sein. Diese Kammern sind mit Plasma gefüllt; bei der Plasmolyse bleibt das gehärtete Kammer-Plasma im Zusammenhang mit der Masse des sich contrahirenden Zellplasmas, und der plasmatische Abguss der Riefenkammern zieht sich durch den Porus heraus, eine Cilie mit gabeliger Geissel vortäuschend. Auf demselben Wege kann man Abgüsse aus den Röhrchen der Nitzschien und der Surirellen erhalten.

Ich füge hier noch einige Beobachtungen über Gallerte bei. An *Nitzschia sigmoides* habe ich Gallerte nicht nachweisen können, während P. HAUPTFLEISCH auch bei mehreren grossen Nitzschien Gallerte fand (S. 7); ich bemerke aber, dass mir nur Individuen aus Culturen zur Verfügung standen. In einer früheren Arbeit¹⁾ theilte ich mit, dass die Pinnularien ihre Gallerte in Culturen mehr oder weniger vollständig verlieren ohne die Fähigkeit der Ortsbewegung dadurch einzubüssen. Es ist daher möglich, dass frische Nitzschien Gallerte abscheiden. Trotz des Fehlens der Gallerte aber vermochten meine Nitzschien Fremdkörper nicht nur an der Rhaphe zu verschieben, sondern auch am nachfolgenden Pole längere Zeit anzuheften und nachzuschleppen. Ich kann daher P. HAUPTFLEISCH nicht beipflichten, wenn er das Anheften der Fremdkörper beim Nachschleppen und bei deren Verschiebung an der Rhaphe auf ganz verschiedene Ursachen zurückführen will, wenn er das Anheften beim Nachschleppen stets auf Gallertfäden bezieht (S. 11, 12). Sicherlich wird ein Fremdkörper, der z. B. in die Gallertschicht einer *Pinnularia* geräth, durch Gallertfüsse oder Fäden, wie ich solche im gequollenen Zustande in Fig. 17 u. 18 dargestellt habe, nachgeschleppt werden. Bei gallertfreien Bacillarien aber wird der nachgeschleppte Fremdkörper jedenfalls durch dasselbe Medium

1) Ortsbewegung II. Diese Berichte Bd. XII, S. 138.

festgehalten, welches ihn an der Raphe verschiebt; dieses Medium halte ich für Plasma, und auch HAUPTFLEISCH sagt von demselben, es sei nicht Gallerte (S. 12).

P. HAUPTFLEISCH bestätigt (S. 7) auch meine (Ortsbewegung II, S. 138 u. 139) Beobachtung, dass die Gallerte meist sehr weich und locker ist (S. 8 und 26) und besonders die Gegend der Pole einnimmt (Kappenform) Fig. 12, 13, 14, 16, 20, während andere Theile der Zellen frei bleiben können (Ortsbewegung II, S. 139) Fig. 13 u. 16. Frisch dem Standort entnommene Pinnularien zeigen indess häufig eine vollständige Umhüllung (Fig. 11), in welcher ich keine Lücke erkennen kann, obgleich die Pinnularien sich bewegten; nach HAUPTFLEISCH's Auffassung ist dies unmöglich (S. 22), weil alsdann die bewegenden Plasmaorgane umhüllt sind. Ich dagegen erkläre die Möglichkeit der Bewegung dadurch, dass die über den Plasmaströmen befindliche Schicht der fast flüssigen Gallerte durch den Plasmastrom und mit ihm zugleich verschoben wird.

Man findet die Gallerthülle auch gelegentlich auf der einen Seite stärker entwickelt als auf der anderen (Fig. 14); in diesem Falle war die Rraphe, welche der schwächer entwickelten Seite angehörte, unthätig (s. Ortsbewegung II, S. 139). In Glykose-Pepton cultivirte Individuen (Fig. 12) erschienen von einer etwas weniger lockeren Hülle umgeben und liessen nach Färbung mit Methylviolett Stäbchenstructur erkennen. Die Behandlung mit Anilinfarbstoffen, Methylenblau, Methylviolett, verursacht lebhaftige Quellungserscheinungen. In den Fig. 17—21 habe ich derartige Zustände der Gallerte darzustellen versucht, doch ist das Gewirr von Läppchen, Falten, Bügeln, nur schwer wiederzugeben.

P. HAUPTFLEISCH überträgt die Zusammensetzung der Gallerte aus Prismen, welche er bei den Desmidiaceen gefunden hat, auch auf die Bacillariaceen und bildet (S. 25, Fig. 9) die Gallertschicht von *Pinnularia viridis* als aus Prismen bestehend ab, deren Grundfläche in der Mitte von einem Plasmaknöpfchen durchbrochen wird. Ich habe vorher bereits darauf hingewiesen, dass ich Durchbrechungen der Schale, die Rraphe mit ihren Knoten ausgenommen, nicht zu finden vermag und daher den Durchtritt von Plasmafortsätzen an anderen Stellen nicht für möglich halte. Dagegen habe ich schon früher (Ortsbewegung II, S. 138) mitgetheilt, dass die Gallerte mitunter die von KLEBS in der Conjugatengallerte beobachtete Stäbchenstructur zeigt, und ich sah u. a. Stäbchen von einem Bügel umgeben, der aber offenbar ein Quellungsproduct darstellte (Fig. 15). Solche bügelförmigen Verbiegungen findet man sehr häufig (Fig. 15, 20), sie gehen über in Bildungen mit balkenartiger Begrenzung, welche sich stellenweise von der Zellwand abheben (Fig. 21). Aus den Bildern der Fig. 19, 20 könnte man den Eindruck von Prismen gewinnen; ich halte aber die Linien für Falten, welche bei der Quellung gebildet werden.

Nach meinen Beobachtungen entsteht die Gallerte in Tröpfchenform; sie scheidet sich ab, sobald das Plasma mit dem Wasser in Berührung kommt, zunächst also, wenn es aus der Polspalte hervortritt; die Tröpfchen fliessen zusammen und bilden über dem Plasmastrom eine zusammenhängende Schicht (Fig. 13); so entsteht die Gallertkappe an den Polen. Scheidet nun der zufließende und fortschreitende Plasmastrom immer neue Gallerte in Tropfen ab, die zusammenfliessen, so entsteht, bei lebhafter Bewegung, durch Abfliessen der Gallerte auf benachbarte Flächentheile, eine mehr oder weniger vollständige Hülle. Die Fähigkeit des Plasmas Gallerte zu produciren, scheint mit der Dauer der Cultur abzunehmen. Die lappenförmigen Säume der gequollenen Gallerte sind meistens überaus zart, es kommen jedoch auch festere Begrenzungen nach aussen vor (Fig. 21).

Meine weiteren Beobachtungen betrafen den vorderen Körnchenstrom und den BÜTSCHLI-LAUTERBORN'schen Faden. Ich konnte feststellen, dass der vordere Körnchenstrom zu beiden Seiten der Pinnularien-Rhaphe fliesst, oft den ganzen riefenfreien Mitteltheil der Schale einnimmt; bei *P. viridis* erreicht derselbe eine Breite von 3 μ . Ferner habe ich das in meiner früheren Arbeit (Ortsbewegung II, Bd. XII, S. 141, 142) vermuthete Abhängigkeitsverhältniss des Fadens vom vorderen Körnchenstrom nach weiteren zahlreichen Beobachtungen bestätigt gefunden. Der Faden erscheint erst, nachdem der vordere Körnchenstrom zu fliessen begann. Die Beobachtung erheischt richtige Einstellung auf die äussere Grenzebene der Gallertschicht, in der die Körnchen fortgerissen werden, sowie passende Grösse und Menge der Körnchen. Die Thatsache ist für die Deutung des Fadens von besonderer Wichtigkeit.

Versuche den Faden zu färben, schlugen wiederum fehl — ohne Körnchen kein Faden. Dagegen gelang es, Körnchenstrom und Faden in situ durch concentrirte Sublimatlösung auf dem Objectträger zu fixiren. Nach vorsichtigem Auswaschen erhält man dann Bilder wie die in Fig. 24 und 26 dargestellten, aus denen ersichtlich wird, dass die Körnchen an der äusseren Grenzfläche der Gallertschicht haften; sie werden durch das Auswaschen nicht fortgeschwemmt, wie die losen Körnchen der Umgebung. Die Gallerte muss also klebrig sein.

Vor der Centralknotenöffnung angelangt, sammeln sich die Körnchen in dem Winkel an, der durch die Gestaltung der Rhaphenkante über der Centralknotenöffnung gebildet wird, Fig. 28 (s. a. Ortsbewegung II, S. 141) und in dem gewissermassen ruhiges Wasser steht. Hier werden die Körnchen durch die anhängenden minimalen Gallerttheilchen, bezw. durch minimale Plasmatheilchen sofern keine Gallerte gebildet wird Fig. 24 u. 26 rechte Seite, mit einander verklebt. So lange und so

oft nun der nachrückende Strom an der kleinen, zunächst nach aussen umbiegenden Kante anstaut, werden die Körnchen seitwärts abgeschoben. Auf diese Weise muss aus den, durch den Körnchenstrom zugeführten, Körnchen ein Faden abgeschoben werden, selbst dann, wenn die Körnchen nicht verklebt würden. Die Körnchen müssen auch ohne Bindemittel streifenartig an einander gereiht bleiben, gerade so, wie die Kohletheilchen eines Rauchstreifens, deren jedes durch ein gewisses Maass lebendiger Kraft einen Impuls zum Fortschreiten mit gleicher Geschwindigkeit und in gleicher Richtung empfängt.

Ich halte es jetzt für sehr zweifelhaft, ob überhaupt ein materieller Faden, sei es aus Plasma, sei es aus Gallerte, gebildet wird, an welchem die Körnchen ankleben; für die Erklärung des Fadenphänomens ist ein solcher jedenfalls nicht nothwendig. Der Faden besteht vielleicht und wahrscheinlich lediglich aus Körnchen, er ist ein Körnchenstreifen, in demselben Sinne, wie ein Rauchstreifen; aber es kann wohl vorkommen, dass gelegentlich auch ein Fädchen zwei Körnchen verbindet. Wäre ein materieller Gallertfaden vorhanden, so ist doch sehr auffallend, dass derselbe nicht färbbar und quellbar sein sollte wie die Hüllgallerte, der er entstammt, und wie die vom Pole ausgehenden Gallertfäden, Fig. 18.

Sobald nun die lebendige Kraft, welche dem Körnchenstreifen durch den nachrückenden Strom ertheilt wird, nicht mehr hinreicht um die Reibung am umgebenden Wasser zu überwinden, knäult er sich auf; durch die Bewegung der Pinnularien hin- und hergezerrt, macht er dann beim Sinken auf den Objectträger allerlei Windungen, Fig. 27, welche aber keineswegs dem Wege der *Pinnularia* entsprechen.

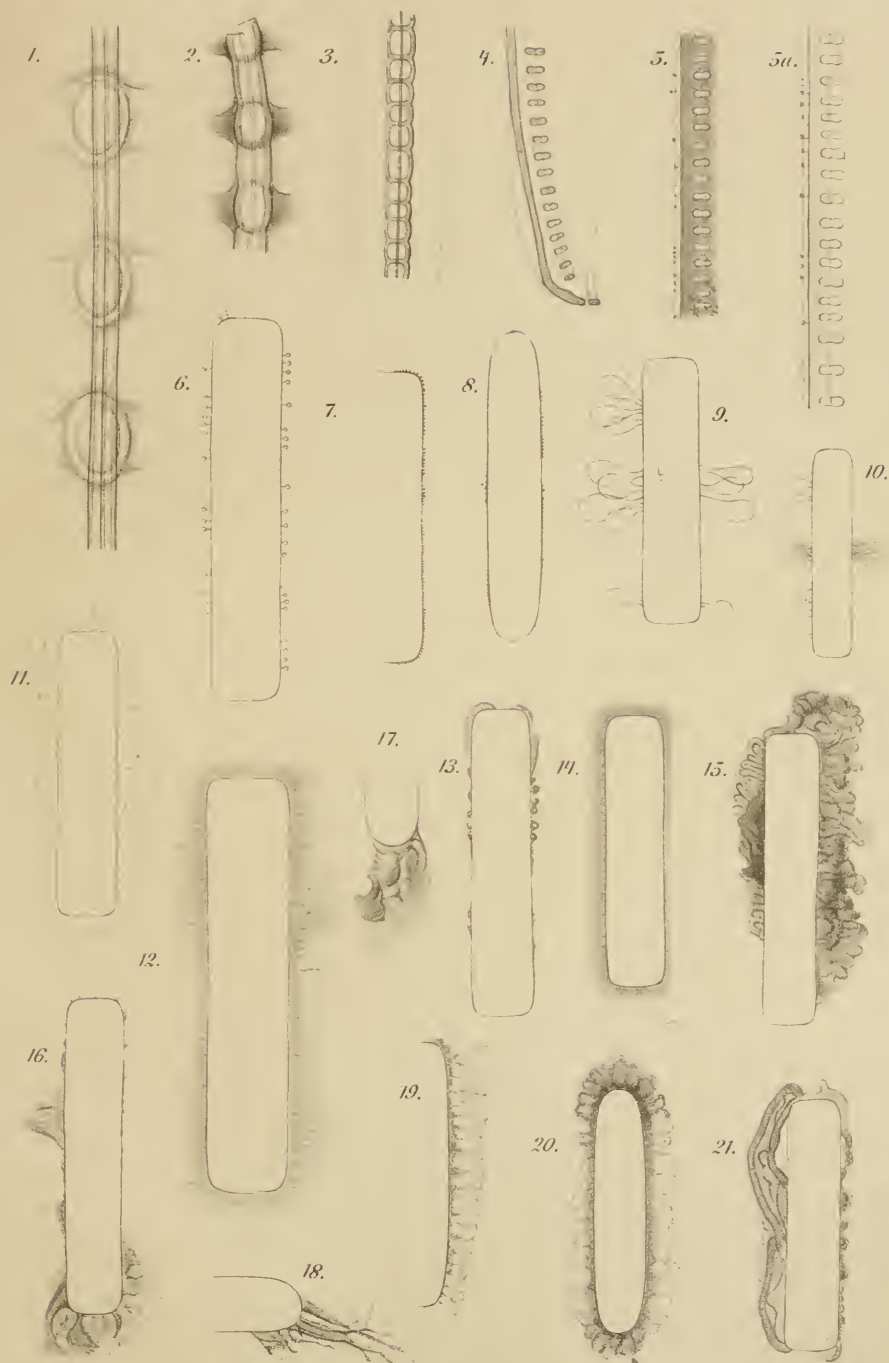
Das völlige Fehlen des Fadens bei den kleineren Naviculeen erklärt sich ganz natürlich aus dem abweichenden Bau der Rhaphe; die Centralknotenöffnungen sind bei diesen völlig frei, so dass der Strom ohne jedes Hinderniss zurückzufließen vermag.

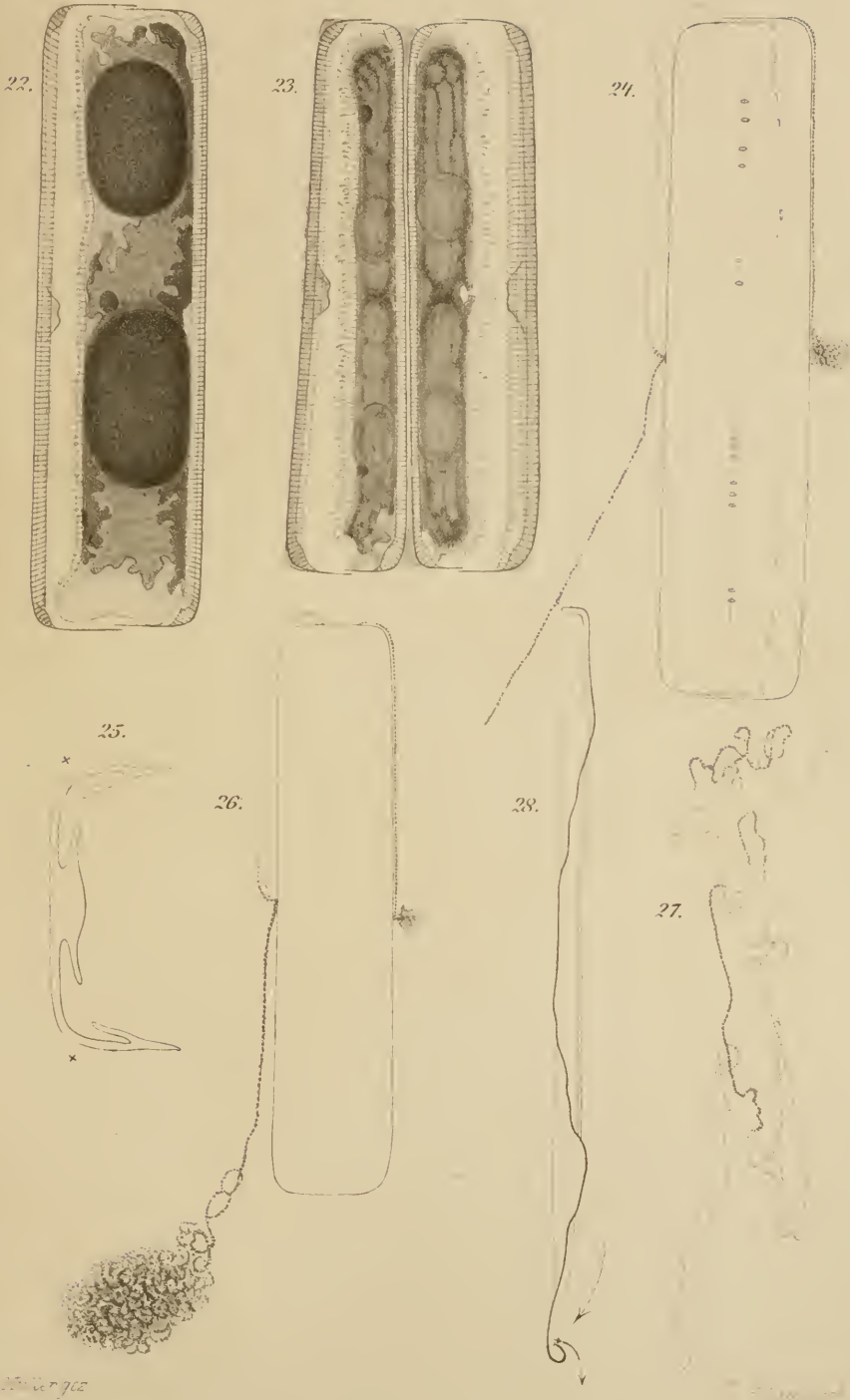
(Schluss folgt.)

Erklärung der Abbildungen.

- Fig. 1. *Surirella robusta* Ehr. Kanal-Rhaphe mit Längsspalte von oben gesehen, mit darunter gelegenen drei Röhrchen. Vergr. 1700. (ZEISS Apochr. 2 mm).
 „ 2. *Surirella spiralis* Kuetz. Wie Fig. 1. An der Bruchkante sind die beiden über einander liegenden Schneiden sichtbar. Vergr. 1700.
 „ 3. *Nitzschia sigmoidea* W. Sm. Wie Fig. 1. Die Röhrchen liegen dicht bei einander. Vergr. 1700.
 „ 4. *N. sigmoidea* W. Sm. Pol. Kanal und Röhrchen in der Gürtelbandlage. Vergr. 1700.

- Fig. 5. *N. sigmoidea* W. Sm. Grtlbdlg. Kanal-Rhaphe. An der äusseren Grenzlinie der Membran zarte Knöpfchen. Gesundes Individuum. Vergr. 1700.
- „ 5a. Wie Fig 5. Abgestorbenes Individuum ohne Plasma. Vergr. 1700.
- „ 6. *Pinnularia viridis* Ehr. Grtlbdlg. Die Rhaphe mit geknöpften Fremdkörpern besetzt. Vergr. 310. (SEIBERT IV).
- „ 7. *P. viridis*. Grtlbdlg. Rhaphe mit Bacterien (?) besetzt. Vergr. 180. (ZEISS C).
- „ 8. *P. viridis*. Schalenlage. An den Seitenkanten Bacterien (?) haftend. Vergr. 180.
- „ 9. *P. viridis*. Grtlbdlg. Aus der Rhaphe sprossen Chytridien. Vergr. 180.
- „ 10. *P. viridis*. Grtlbdlg. Aus der Rhaphe sprosst eine Spaltalge. Vergr 180.
- „ 11. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallerte mit LÖFFLER'scher Beize behandelt. Verg. 180.
- „ 12. *P. major* Rab. 5 Tage in Glykose-Pepton. Grtlbdlg. Gallerte, Andeutungen von Stäbchen zeigend. Methylviolett. Vergr. 180.
- „ 13. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallertkappen und Tröpfchen. Sublimat. Methylviolett. Vergr 180.
- „ 14. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallertschicht, links stärker entwickelt. Pikrin-Sublimat. Methylviolett. Vergr. 180.
- „ 15. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallerte mit Stäbchen und Bügeln. Alk. Sublimat. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 16. *P. viridis*. Gallerte, theils mit Bügeln, theils in Tröpfchen. Joddämpfe. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 17. *P. viridis*. Schalenlage. Pol mit Gallertfuss. Jodtinctur. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 18. *P. viridis*. Schalenlage. Pol mit Gallertfäden. Jodtinctur. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 19. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallertschicht in Prismenform. (?) Jodtinctur. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 20. *P. viridis*. Schalenlage. Gallertschicht in Prismenform (?). Pikrin-Sublimat. Methylenblau. Vergr. 180.
- „ 21. *P. viridis*. Grtlbdlg. Gallertschicht, links stärker entwickelt und in Bügeln, rechts Tröpfchen, die in Bügel übergehen. Pikrin-Sublimat. Methylviolett. Verg. 180.
- „ 22. *P. viridis*. Grtlbdlg. Mit salicylsaurem Natron plasmolysirt. Abgüsse der Riefenkammern erscheinen als Pseudo-Cilien. Chrom-Osmiumsäure. Methylenblau. Vergr. 410. (ZEISS D).
- „ 23. *P. viridis*. Theilung. Wie Fig. 22 behandelt. An den 4 Polen haften winzige Gallertkappchen. Joddämpfe. Methylenblau. Vergr. 410.
- „ 24. *P. viridis*. Grtlbdlg. Links vorderer Körnchenstrom an Gallertschicht und Körnchenfaden; rechts vorderer Körnchenstrom ohne Gallerte und Körnchenwolke. Sublimat. Vergr. 410.
- „ 25. *P. major*. Transapicalschnitt durch die Riefenkammern. Nach FLÖGEL. Schema.
- „ 26. *P. viridis*. Grtlbdlg. Links vorderer Körnchenstrom an Gallertschicht, Körnchenfaden mit Endknäuel; rechts vorderer Körnchenstrom, kaum sichtbar und Körnchenwolke. Sublimat. Vergr. 410.
- „ 27. Körnchenfaden nach Niedersinken auf den Objectträger. Sublimat. Vergr. 410.
- „ 28. *Pinnularia Dactylus* Ehr. Rhaphe vom vorderen Endknotenkanal bis zur vorderen Centralknotenöffnung. Die stärkere Linie bezeichnet die Kante des äusseren Falzes der Rhaphenspalte; in dem mit * bezeichneten Winkel entsteht der Körnchenfaden.





ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1896

Band/Volume: [14](#)

Autor(en)/Author(s): Müller Otto Georg Ferdinand

Artikel/Article: [Die Ortsbewegung der Bacillariaceen 54-64](#)