© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii Grunow. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen.

Von

Dr. P. Hauptfleisch.

Schon seit längerer Zeit bin ich mit Untersuchungen über den Bau, die Gallertausscheidung und die Auxosporenbildung der Bacillariaceen beschäftigt. Da es mir nicht gelang, diese Arbeiten jetzt zum Abschluss zu bringen, da ich andrerseits aber diese Studien in der nächsten Zeit nicht fortsetzen kann wegen Übernahme anderer Arbeiten, so muss ich auch eine Publication über meine Untersuchungen der Bacillariaceen zunächst noch hinausschieben.

Infolgedessen nahm ich Gelegenheit, verschiedene meiner Beobachtungen in der Sitzung vom 6. März vorzutragen und die Darstellung eines der wichtigeren Ergebnisse meiner Untersuchungen in einem etwas ausführlicheren Referate niederzulegen.

Naturgemäss führten mich meine Untersuchungen auch zu der Frage über die Ursachen der Bewegung der Bacillariaceen. Im allgemeinen stand mir zur Lösung dieser Frage besonders geeignetes Material nicht gerade in grosser Menge zu Gebote. Dennoch gelang es mir, indem ich bei günstiger Gelegenheit die Frage immer von neuem aufgriff, doch schliesslich zum Ziel zu gelangen.

Specielle Veranlassung, die Bewegungserscheinungen von neuem zu studiren bot sich mir, als ich im Herbst vorigen Jahres im Greifswalder Bodden eine ziemlich grosse Colonie

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

von *Brebissonia Boeckii* (Ehrbg.) Grunow fand, die ich längere Zeit kultivirte. Die Kultur gelang, dadurch dass der Kulturschale einige *Cladophoren* zugesetzt worden waren, vorzüglich. Die Bacillariaceen gingen schliesslich in Auxosporenbildung über und wurden in diesem Zustande gehärtet.

Brebissonia Boeckii ist eine sehr hübsche, schlanke, gestielte *Cymbellea*, deren Schalen ähnlich wie *Frustulia* gebaut sind. Sehr dicht neben einander befindliche Querriefen, die sich bis an die Raphe erstrecken, geben den Schalen ein sehr zierliches Aussehen (Fig. 1). Der Inhalt besteht, wie schon Pfitzer[1]) genauer angab, aus dem wandständigen Protoplasmaschlauch und einer mittleren, quer durch die Zelle gehenden Plasmamasse, in der sich auch der Zellkern befindet. In dem Protoplasmaschlauch eingebettet liegt an dem einen Gürtelband ein Chromatophor, dessen Längsdurchmesser beinahe dem der Zelle gleich ist (Fig. 2). Es liegt nicht nur den beiden Schalen an, sondern erreicht mit seinen Rändern beinahe die Mitte des gegenüberliegenden Gürtelbandes; in der Mitte der beiden Schalen ist das Chromatophor durch 4 schmale tiefe Einschnitte gespalten, die sich von aussen her bis etwa zum Mittelknoten der Raphe hin erstrecken. An dem ersten Gürtelbande befindet sich in dem Chromatophor in seiner Mitte ein ausserordentlich deutliches Pyrenoid, das sich von einer Schale bis zur

Fig. 1. *Brebissonia Boeckii*. Die Schale zeigt von aussen gesehen eine zarte Querstreifung, die bis an die Raphe heranreicht. In der Raphe selbst ist eine in der Mitte der Zelle unterbrochene dunkle Linie vorhanden. 500 mal vergrössert.

Fig. 2. *Brebissonia Boeckii* in der Gürtelbandlage. Das Chromatophor zeigt ein deutliches Pyrenoid. Die Zelle befindet sich im ersten Stadium der Zellteilung, denn das Chromatophor ist auf der Rückseite schon fast bis zur Mitte beiderseits zerspalten. (500.)

1) Pfitzer. Untersuchungen über Bau und Entwickelung der Bacillariaceen. — Botanische Abhandlungen aus dem Gebiete der Morphologie und Physiologie. Herausgegeben von Dr. Johannes Hanstein. II. Heft. Bonn 1871. p. 76.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

andern erstreckt und etwa die Form eines halben Cylinders zeigt.

Diese Zellen sitzen nun gewöhnlich an langen ziemlich breiten Gallertstielen fest. Die Gallertstiele, die an ihrer Ansatzstelle, ähnlich wie es auch bei *Gomphonema* der Fall ist, mehr oder weniger schüsselförmig die Enden der *Brebissonien* umhüllen, bestehen aus zwei rinnenartigen Hälften, die mehr oder weniger früh aufquellen und miteinander verschmelzen, sodass die Zusammensetzung der Gallertstiele aus zwei Teilen nicht stets und meist nur in der obersten Partie zu erkennen ist. (Fig. 3.) Die obersten Enden der beiden Gallertrinnen liegen dabei — schüsselförmig — den beiden Schalenseiten an, und werden dort immer von neuem nachgebildet. An besonders günstig gefärbtem Material sieht man bisweilen, wie die Schalen an diesen untersten Stellen von offenbar protoplasmatischen, dunkelgefärbten Fädchen durchzogen sind, von deren Endpunkt aus die Bildung der Gallertrinnen vor sich geht[1]), und man nimmt auch mitunter wahr, dass die obersten Partieen der Gallertrinnen einen anderen Farbenton zeigen wie die älteren ganz homogen gefärbten Teile des Stieles. — Die Gürtelbänder und das denselben im Innern der Zelle anliegende Plasma scheinen sich an der Bildung der Gallertstiele nicht zu beteiligen[2]).

Fig. 3. Der untere Teil einer in der Gürtelbandlage befindlichen *Brebissonia Boeckii* im optischen Durchschnitt. Durch die Schale treten Protoplasmafädchen, welche den Gallertstiel produciren. Derselbe besteht aus zwei Hälften, die unterwärts mit einander verschmelzen. (500.)

An solchen Stielen sitzt *Brebissonia Boeckii* gewöhnlich fest. Zu gewissen Zeiten lässt sie jedoch den Gallertstiel los und beginnt sich frei zu bewegen. Diese freie Bewegung findet besonders auch dann statt, wenn die Sporenbildung

---

1) Auch Klebs (Über die Organisation der Gallerte bei einigen Algen und Flagellaten. — Untersuchungen aus dem bot. Institut zu Tübingen. 2. Band p. 391) nimmt an, dass „die Stiele durch allmähliche Ausscheidung des Cytoplasmas wachsen".

2) In dieser Weise scheinen die Gallertstiele überall gebildet zu werden. So wurde es wenigstens mit Sicherheit bei verschiedenen *Gomphonema*- und *Cocconema*species constatirt.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

beginnt. Gewöhnlich vollzieht diese sich bei den gestielten Bacillariaceen in der Weise, dass einzelne — weibliche — Individuen an dem Gallertstiele sitzen bleiben und beginnen, eine Hüllgallerte auszuscheiden. Zu diesen kriechen dann andere, meist kleinere — die männlichen — Individuen hin, setzen sich mit einem ganz kurzen Gallertpfropf an das oberste Ende des Stieles an und scheiden ihrerseits Hüllgallerte aus. Die beiden Hüllgallerten fliessen darauf in einander, und es beginnt dann die Auxosporenbildung[1]).

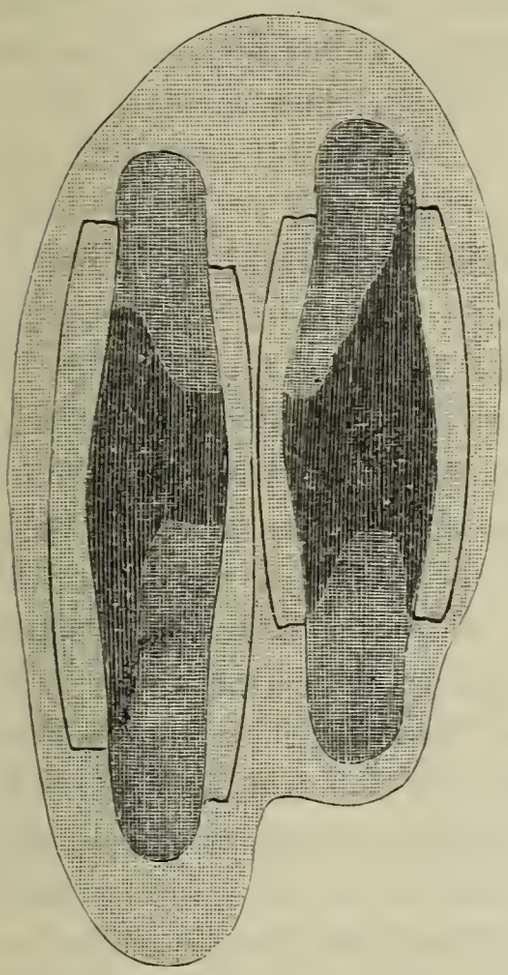

Fig. 4. Sporenbildung von *Brebissonia Boeckii*. Zu einer an einem Gallertstiel in einer Gallerthülle liegenden Zelle hat sich eine andre gesellt, sich gleichfalls mit Gallerte umgeben, und beide haben dann in der Hüllgallerte die Schalen abgeworfen. Beide haben sich in die Länge gestreckt, mit einer Cellulosehaut umgeben und entwickeln sich nun zu Auxosporen, ohne dass eine Kopulation stattgefunden hätte. Kopulation wäre bei dieser Lagerung der Sporenmutterzellen auch nicht möglich, da die zwischen den beiden nackten Zellen liegenden Schalen einen etwa beabsichtigten Zusammentritt von Plasma verhindern würden. (500.)

Bei *Brebissonia Boeckii* werfen die beiden in gemeinsamer Hüllgallerte parallel neben einander liegenden Individuen ihre Schalen ab, nachdem sich ihr Inhalt etwas contrahirt hat. Diese Inhaltskörper sind zunächst eiförmig bis gedrungen ellipsoidisch und liegen in den meisten Fällen so nebeneinander, dass eine Berührung zwischen ihnen nicht stattfindet; jedenfalls wurde eine Kopulation in den ziemlich zahlreichen beobachten Fällen nicht wahrgenommen. Jede der beiden nackten Zellen umgiebt sich dann mit einem Perizonium und

1) So geht die Sporenbildung beispielsweise bei *Cocconema Cistula*, bei einigen *Gomphonema*species, *Achnanthes longipes* u. s. w. vor sich. Die sporenbildenden Zellen gehen also bei *Cocconema Cistula* nicht aus Teilung einer Mutterzelle hervor, wie Lüders (Beobachtungen über die Organisation, Teilung und Copulation der Diatomeen, Botanische Zeitung 1862, p. 57; Pfitzer. l. c. p. 80) angiebt; auch Schmitz (Die Bildung der Auxosporen von *Cocconema Cistula* Ehrbg. Bot. Ztg. 1872 p. 221) hat das schon hervorgehoben.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

wächst parallel neben der andern in die Länge. (Fig. 4). Innerhalb des Perizoniums findet dann, wenn die Zellen zur Grösse der Auxosporen herangewachsen sind, die Bildung der Kieselschalen statt, worauf wieder die gewöhnliche Teilung beginnt. Die Auxosporenbildung findet also genau so statt, wie sie für *Frustulia saxonica* beschrieben worden ist.

Kurz vor Beginn und während der Sporenbildung wurden nun vielfach Individuen in Bewegung angetroffen. Sie zeigten dabei alle die Eigentümlichkeit, dass sie dem Substrat, d. h. dem Objektträger eine der Schalenseiten zugewandt hatten und sich so auf diesem entlang bewegten. Setzt man solchen Präparaten fein geriebene Tusche zu (die ich, um sie möglichst feinkörnig zu erhalten, stets erst noch durch ein Filter gehen liess), so kann man die bekannten, seit den Untersuchungen Max Schultzes über die Bewegung der Diatomeen oft wiederholten Beobachtungen machen, dass die Tuschekörnchen und überhaupt fremde Körper bisweilen den sich bewegenden Individuen folgen, bis sie plötzlich mit einem Ruck abreissen, oder man sieht auch, dass die Fremdkörper an der Zelle entlang bewegt werden. Auch an anderen in Bewegung befindlichen Individuen, die sich zum Teil für solche Untersuchungen besser als *Brebissonia Boeckii* eignen, z. B. an *Nitzschieen*, *Pinnularien*, *Neidium* u. s. w. wurden diese Erscheinungen von mir vielfach studirt.

Dabei stellte es sich dann sehr bald heraus, dass diesen Erscheinungen nicht immer dieselben Ursachen zu Grunde liegen. Man hat betreffs der Ursachen zu unterscheiden zwischen den Erscheinungen, die sich uns darbieten bei nachgeschleiften Fremdkörpern, und denen, die wir beobachten, wenn an den Zellen — oder an gewissen Teilen derselben — fremde Partikel hin und her bewegt werden.

Sehr häufig nimmt man nämlich wahr, dass Körnchen, die dem Substrate, auf welchem die Bacillariacee hinkriecht, aufliegen, von der in Bewegung befindlichen Zelle gestreift und dann bisweilen mitgeschleift werden. Man merkt dabei, dass mitunter der fremde Körper anfangs sich gewissermassen sträubt — infolge seiner Schwere und der

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Reibung an der Unterlage — dem von der kriechenden Zelle ausgehenden Zuge Folge zu leisten; man sieht, wie allmählich der Fremdkörper aber doch ins Wackeln gerät, und wie dann schliesslich die Reibung zwischen den fremden Partikeln und dem Objektträger überwunden wird. Inzwischen hat natürlich die Zelle ihren Weg weiter fortgesetzt, und das durch das Vorüberstreifen der Zelle an dem Fremdkörper zwischen beiden entstandene Verbindungsfädchen hat sich infolgedessen verlängert. An diesen mehr oder minder langen Fäden, die jedoch nicht sichtbar sind, werden dann die anhaftenden Klümpchen lange Zeit nachgeschleift, wobei sie natürlich sämmtliche Krümmungen, in denen die Zelle ihren Weg zurücklegt, mitmachen. Auf diesem Wege nehmen dabei sowol die am Ende des Fädchens sitzenden Klümpchen als auch bisweilen das Fädchen selbst neue Partikel auf, bis schliesslich die Last für das dünne Bändchen zu schwer wird und daher dann die nachgeschleiften Fremdkörper plötzlich mit einem Ruck abreissen. Zuweilen findet ein solches Zerreissen der Verbindungsfädchen auch schon statt, ehe das im Vorübergleiten gestreifte Körnchen in die nachschleifende Bewegung gesetzt werden konnte.

Dies sind offenbar dieselben Erscheinungen, die Schultze in seiner Untersuchung über die Bewegung der Diatomeen[1]) unter 5 beschreibt und die auch von Dippel[2]) und Pfitzer[3]) beobachtet wurden, wenngleich sie von Schultze und Pfitzer auf andere Ursachen zurückgeführt werden als von mir. Ein reales Band wird von beiden angenommen, und Schultze sagt ausdrücklich: „offenbar verklebt eine unsichtbare organische Substanz, welche vom Schnabel der Diatomee ausgeht, diese mit dem fremden Körper“.

Setzt man nun Präparaten, in welchen man diese Erscheinungen beobachtet hat, Jodspiritus zu, so werden die Verbindungsfädchen zunächst dadurch deutlicher, dass man

---

1) Schultze. Archiv für mikroskopische Anatomie. Band I. Heft 4. 1865. p. 376 ff.

2) Dippel. Beiträge zur Kenntnis der in den Soolwässern von Kreuznach lebenden Diatomeen, sowie über Struktur, Teilung, Wachstum und Bewegung der Diatomeen überhaupt. Kreuznach 1870.

3) Pfitzer. l. c. p. 178.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

häufig ausser dem Endklümpchen auch noch andere kleinere Körnchenansammlungen auf dem Wege zur Diatomee wahrnimmt, die offenbar zu dem Verbindungsfädchen in Beziehung stehen; denn sowol sie wie auch das Endklümpchen zeigen einen Saum mit schwachem, gelbem Schimmer. Bei äusserst intensivem Jodzusatz gelingt es wol auch bisweilen, eine Spur von Gelbfärbung in den die einzelnen Körnchen verbindenden ausserordentlich feinen Fädchen zu erzielen. Aber selbst dann, wenn die Gelbfärbung der Fädchen nicht überall deutlich hervortritt, sind in solchen Präparaten doch stets mit augenfälliger Deutlichkeit die — vielfach hin und her gewundenen — Spuren zu erkennen, welche die Zellen auf ihren Wegen gebildet haben; sie bestehen aus den durch feine Fädchen mit einander verbundenen Tuschepartikelchen.

Gewissermassen das Negativ dieser Spurenbilder erhält man, wenn man einem Präparat, in dem sich Bacillariaceen in Bewegung befinden, concentrirte Tuschelösung (die Tuschekörnchen müssen jedoch möglichst fein sein) zusetzt und dann das Präparat einige Stunden durch vorsichtigen Zusatz von Wasser vor dem Verdunsten schützt. Der grösste Teil der Tuschepartikelchen schlägt sich dann auf den Objektträger nieder und die auf demselben hinkriechenden Bacillariaceen ziehen in dem schwarzen Untergrunde helle Furchen; es entsteht dabei ein ähnliches Bild wie dann, wenn man mit einem Pinsel vorsichtig auf einer bestaubten Platte hin und her fährt.

Solche Spuren entstehen nun zwar nicht immer, aber sie sind doch eine sehr häufige Erscheinung. Sie verdanken ihre Entstehung der Gallerthülle, welche die Bacillariaceen umgiebt. Solche Gallerthäute finden sich sehr oft, wenn sie auch gewöhnlich nicht die Zellen vollständig umhüllen. Häufig sind nur ring- oder kappenförmige Zonen vorhanden, und gewöhnlich sind besonders die Gürtelbänder frei von einer Gallerthülle. In der Regel scheinen die Gallertkappen nur an den Poren der Schalenhälften ausgeschieden zu werden[1]), während sich die Gürtelbänder nicht an der Gallertbildung beteiligen. Bisweilen fliessen dann die beiden Gallertkappen zusammen, auf diese Weise dann auch die Gürtelbänder umhüllend, bis-

1) Bei *Mastogloia* ist es zweifellos in dieser Weise der Fall.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

weilen aber unterbleibt auch eine solche Aufquellung der von den Schalen ausgeschiedenen Gallertkappen.

Jedenfalls ist die Gallertbildung bei den Bacillariaceen eine sehr gewöhnliche Erscheinung. Allerdings ist die Hüllgallerte meist ausserordentlich weich, so dass sie durch Reagentien nicht immer gut nachweisbar ist. Bisweilen erschwert den Nachweis natürlich auch noch der Umstand, dass die Hüllgallerte die Zelle nicht überall umgiebt, und dass sich die Zelle vielleicht in einer solchen Lage befindet, die den Nachweis der etwa vorhandenen schmalen Gallertzone fast unmöglich macht. Häufig gelingt es aber auch, ganz zarte Gallerte durch Zusatz von Alkohol, dem Tusche beigefügt ist, und besonders durch Hämatëinammoniak sichtbar zu machen. Auch durch Zusatz gewisser Anilinfarben in recht concentrirtem Zustande gelingt gewöhnlich der Nachweis der Gallerte; sie schrumpft dann meist bis zur Unkenntlichkeit zusammen, quillt aber, wenn man die Farbe durch Wasser wieder auswäscht, von neuem auf.

Diese die Zellen nicht total umschliessende Gallerthüllen sind es nun, auf deren Vorhandensein die Entstehung der Wegspuren sowie der Fädchen, an denen die Fremdkörper nachgeschleppt werden, zurückzuführen sind. Die auf dem Objektträger vorwärts kriechende Bacillariacee trifft auf ihren Wege einen Fremdkörper, an dem ein Theil der sehr zarten und weichen Gallerte kleben bleibt. Die Gallerte zieht sich dann während des Weiterkriechens der Zelle in ein feines Fädchen aus, das entweder sehr bald darauf zerreisst oder eine Zeit lang den Fremdkörper festhält, der dann auf diese Weise von der sich weiter vorwärtsbewegenden Diatomacee mit fortgeschleift wird, bis er plötzlich mit einem Ruck abreisst.

Diese Beobachtungen wurden wiederholentlich mit grösster Deutlichkeit an mehreren grossen *Nitzschieen* und *Neidien* gemacht. Dieselben zeigten mehrmals deutlich, dass die Gallerte erst dann sichtbar wird, wenn das Individuum umgekampelt war, womit regelmässig die Bewegung vorübergehend aufhörte, bis sich die Zelle wieder in die Bewegungslage gedreht hat.

Diese Erscheinungen der nachschleppenden Fremdkörper sind also nur eine mittelbare Folge der Bewegung der Ba-

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

cillariaceen; sie stehen in keinem direkten Zusammenhang mit denjenigen Ursachen, welche die Bewegung selbst veranlassen. Ich war stets genötigt, die eben beschriebenen Erscheinungen immer auf die angegebenen Ursachen zurückzuführen. Die Deutung die Schultze und Pfitzer diesen Darstellungen geben, treffen — wenigstens bei meinen Beobachtungen — nicht zu.

Was nun die zweite Art der Erscheinungen betrifft, die Tatsache, dass an bestimmten Teilen der Zellen fremde Körper hin und her bewegt werden, so ist auch diese schon von Schultze ausführlich beschrieben und seine Darstellung sowohl von Dippel wie auch von Pfitzer als der Wirklichkeit entsprechend bestätigt worden. Diese Bewegung von Fremdkörpern an gewissen Stellen der Zellen entlang beobachtet man sowol während des Ruhezustandes als auch während der Bewegung der Zellen. Die Stellen, an denen die Bewegung stattfindet, sind nicht bei allen Zellen dieselben; bei den *Naviculeen* z. B. vollziehen sie sich längs der Mittellinie, bei den *Nitzschieen* längs der Kanten. An diesen Stellen werden die in der Flüssigkeit suspendirten Körnchen bewegt, und es macht den überzeugenden Eindruck, als ob sie von Pseudopodien oder Plasmafädchen oder etwas ähnlichem ergriffen worden sind oder doch durch die Schwingungen solcher Organe in Bewegung gesetzt werden. An jenen Stellen kann die Bewegung an jedem Punkte beginnen. „Aber nicht alle Körperchen, welche in der Nähe der Raphe liegen werden bewegt; dadurch unterscheidet sich der Vorgang wesentlich von einer in der Flüssigkeit erzeugten Strömung. Es muss eine direkte Berührung der Raphe stattfinden, um die Bewegung einzuleiten. Sobald der fremde Körper erfasst ist, wird er in jener für die Körnchenbewegung so charakteristischen eigentümlich zitternden, öfter stockenden Gangart fortgeschoben. Die Richtung der Bewegung ist nicht vorauszusagen“ [1]).

„2. Liegt die Diatomee still, so ist die Bewegung gewöhnlich die, dass der Farbstoffklumpen bis an das eine Ende gleitet, hier kurze Zeit anhält und dann seinen Lauf in der

1) Schultze, l. c. p. 387.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

entgegengesetzten Richtung beginnt, um über den Nabel hinweg bis an das andere Ende der Diatomee zu gelangen, hier nach kürzerer oder längerer Pause von Neuem umzukehren und diese Wendung beliebig oft zu wiederholen. Dabei kann mitten im Laufe ein Stillstand oder ein Umdrehen stattfinden. Letzteres kann dadurch veranlasst werden, dass ein zweites Körnchen dem ersten entgegenläuft und nun beide denselben Weg weiter verfolgen. Eine Begegnung von Carminkörnchen der Art, dass sie in entgegengesetzter Richtung aneinander vorbeilaufen, was man an Pseudopodien oft beobachtet, habe ich längs der Raphe der Diatomeen nicht gesehen."

Schon Schultze beobachtete dann auch noch weiter, dass die Körnchen, die auf dem Objektträger aufliegen und über welche die Zellen gewissermassen fortkriechen, wenn diese den Objektträger als Substrat ihrer Bewegung benutzen, meistens nicht in auffällige Bewegung gesetzt werden. Dagegen werden jedoch die Körnchen, die im Wasser schwimmend über die Mittellinie der Oberseite der kriechenden Zelle hinwegstreichen, gepackt und fortbewegt und zwar entweder in der Bewegungsrichtung der Zelle — nur schneller als diese —, oder auch in der entgegengesetzten; dabei befinden sich die Körnchen bald in kürzerem und gleich darauf in längerem Abstande von der Zelle. Es werden solche Körnchen bisweilen auch nur ergriffen nnd mitgeführt ohne zunächst in besondere Bewegung gesetzt zu werden. Kriechen die Zellen, wie man gleichfalls sehr häufig constatiren kann, im Präparate nicht auf dem Objektträger sondern an der Unterseite des Deckglases, so finden die geschilderten Körnchenbewegungen längs der Stelle der Zelle statt, die der am Deckglase haftenden genau entgegengesetzt ist — bei den *Naviculeen* also an der abgewandten Mittellinie, bei den *Nitzschieen* an der dem Beobachter entferntesten Kante.

Die Fremdkörper, mit denen sich die Bacillariaceen in der angegebenen Weise belasten, bleiben nun längere oder kürzere Zeit mit den betreffenden Zellen in Verbindung, dann werden sie plötzlich losgelassen und bleiben nun unbeweglich liegen; es hat durchaus nicht den Anschein, als ob ein Zerreissen eines Fädchens, durch das der Fremdkörper mit der Zelle etwa verknüpft wäre, stattfindet. Diesen Vorgang, dass

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

die Körperchen einfach losgelassen werden, kann man sehr oft beobachten.

Zuweilen kommt es nun auch vor, dass solche Körperchen, mit denen die Bacillariaceen eine Zeit lang gewissermassen gespielt haben, schliesslich, nachdem sie ans äusserste Ende gelangt sind, auch noch nachgeschleift werden. Dass die Organe, durch die solche nachschleifenden Körperchen mit der sich bewegenden Zelle in Verbindung stehen, anderer Natur sind als diejenigen Organe, welche die Fremdkörper an den Mittellinien und Kanten in hin- und hergehende Bewegung versetzen, geht schon daraus hervor, dass niemals beobachtet wurde, dass die Bacillariacee im Stande war, die Fremdkörperchen heranzuziehen, wenn diese erst einmal über das Ende der Zelle hinausgeraten sind.

Thatsächlich gehören denn auch solche Beobachtungen in das Gebiet der oben erörterten Erscheinungen. Die Fremdkörper gelangen, nachdem sie von den Organen der Mittellinien und Kanten losgelassen worden sind, durch die Weiterbewegung der Zelle in die Hüllgallerte derselben, bleiben dort einige Zeit kleben und ziehen dann vermöge ihrer Schwere einen Teil der sehr weichen Gallerte zu einem feinen Fädchen aus, an welchem sie eine Zeit lang von der Zelle nachgezerrt werden, wobei sie natürlich alle Krümmungen des zurückgelegten Weges mitmachen, bis sie gelegentlich plötzlich wie durch einen Ruck abgerissen werden.

Richtig beobachtet hat diese letzteren Vorgänge auch schon Schultze, ohne sie allerdings in derselben Weise zu deuten. Doch sagt auch er: „Offenbar verklebt eine unsichtbare organische Substanz, welche von dem Schnabel der Diatomee ausgeht, diesen mit dem fremden Körper.“ Und er beobachtete auch, „dass mehrere kleinere längs der Raphe hin- und hergeschobene Körper, wenn sie sich endlich beim Kriechen vom hinteren Schnabel ablösen, wie durch eine schleimige Masse unter einander zusammenkleben“ [1]).

Diese schleimige Substanz, die die nachfolgenden Körper mit der Diatomee verklebt, ist also Gallerte.

Ganz anderer Natur aber ist die organische Substanz,

---

1) l. c. p. 383.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

welche längs der Kanten und Mittellinien die Fremdkörper in Bewegung setzt. Dass diese Organe nicht aus weicher, sehr nachgiebiger Gallerte bestehen können, erscheint schon von vornherein einleuchtend, da die Masse der Fremdkörper, welche von den Bacillariaceen oft mit spielender Leichtigkeit bewegt werden, bisweilen eine ganz beträchtliche ist; zu solcher Leistungsfähigkeit würde weiche Gallerte offenbar nicht geeignet sein.

Schon Schultze konstatirte, dass die Grösse der fremden Körper, die in Bewegung gesetzt werden, oft eine sehr ansehnliche ist. Ich selbst beobachtete in einem Falle, dass ein *Neidium* mit einer *Gomphonema* — wenn man so sagen darf — spielte, die doch wol über $^2/_3$ des Volumens des *Neidium* einnahm und infolge ihrer dickeren Schalen und kräftigeren Bauart den Eindruck machte, als ob sie an Gewicht dem *Neidium* gleichkäme. Diese *Gomphonema* wurde von dem *Neidium* vorwärts geschoben und wieder zurückgeholt, wobei die Längsachsen den beiden Bacillariaceen meist parallel waren; bisweilen drehte aber auch die kriechende Zelle die über ihr liegende, so dass beide Längsachsen senkrecht zu einander lagen, und auch in dieser Lage wurde die *Gomphonema* sowol vor- als rückwärts bewegt. Schliesslich liess das *Neidium* die *Gomphonema* los, und nun lag letztere ganz unbeweglich da.

In einem anderen Falle kroch ein *Neidium* auf dem Objektträger entlang und trug dabei ein anderes Individuum über sich. Dieses befand sich in der Gürtelbandlage und war infolgedessen nicht im Stande, sich selbständig zu bewegen, da die *Naviculeen* hierzu nur befähigt sind, wenn sie auf der Schalenseite liegen. Wurde die getragene Zelle auf der Oberseite der kriechenden nun auch nicht gerade sehr lebhaft hin und her bewegt, so war aber doch eine geringe passive Hin- und Herbewegung leicht wahrzunehmen. Auch hier liess nach einiger Zeit das tragende Individuum das getragene los, letzteres sank auf den Objektträger nieder und blieb unbeweglich liegen.

In einem dritten Falle hatte eine — allerdings ziemlich grosse — *Nitzschia* sich einer Doppel*navicula*, deren Schwesterzellen nach fast vollständig ausgeführter Teilung noch fest

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

zusammensassen, bemächtigt. Mit dieser doch relativ schweren Last jonglirte die *Nitzschia* längere Zeit. Die *Navicula* wurde vorwärts und rückwärts bewegt, wurde auf die Seite gelegt und wurde sogar aufgerichtet; zum Schluss liess die *Nitzschia* dann die *Navicula* los und kroch ohne sie weiter, während die *Navicula* dann natürlich still lag.

Solche Fälle und der verschiedensten ähnlichen könnten noch eine grössere Zahl angeführt werden.

Es ist nun klar, dass die Kraft, welche fähig ist, an der Oberfläche der Bacillariaceen solche relativ schweren Körper in Bewegung zu setzen, auch im Stande sein muss, die Vorwärtsbewegung der Bacillariaceen selbst zu bewirken[1]), wenn sich die Zellen auf einer festen Unterlage befinden. Gross genug ist die vorhandene, bei dieser Bewegung von Fremdkörpern in Erscheinung tretende Kraft jedenfalls. Auch Schultze weist auf die Grösse und Schwere der bewegten Fremdkörper hin[2]), und er giebt sogar an, dass dies Gewicht der an der Bacillariacee entlang bewegten Körper bisweilen grösser ist als das der Zelle selbst[3]). Dabei muss man ausserdem noch berücksichtigen, dass die hierbei geleistete Arbeit doch meist nur von einem kleinen Teil der Kanten bez. Mittellinien herrührt und dass bei der Fortbewegung der Zelle ein weit grösserer Teil der Kanten bez. Mittellinien oder diese wol sogar in ihrer ganzen Länge mit dem Substrat in Berührung stehen, wodurch natürlich eine grössere Kraftentwickelung möglich ist. Wenn dann an diesen Stellen die Kräfte in Wirksamkeit treten, welche an den entgegengesetzten Stellen die Fremdkörper hin und her bewegen, dann muss die Bacillariacee fortbewegt werden.

Dass die Bewegung der Fremdkörper auf der der Kriechfläche entgegengesetzten Seite von der Zelle vorgenommen wird zu dem Zwecke, um die Seite, welche die Kriechbewegung ausführt, zu unterstützen, ist allerdings ausgeschlossen. Denn sollte eine solche Unterstützung stattfinden, so müssten die Fremdkörper in dem der Bewegungsrichtung entgegen-

---

1) Vergl. Pfeffer. Pflanzenphysiologie. Leipzig 1881. Bd. II. p. 366.
2) Schultze, l. c. p. 388.
3) Pfitzer, l. c. p. 179, bestätigt das letztere gleichfalls.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

gesetzten Sinne fortbewegt werden, was indessen ja nicht regelmässig der Fall ist. Nötig zur Fortbewegung der Zellen ist ja aber auch eine solche Unterstützung nicht, da, wie wir gesehen haben, die Kräfte auf der einen Seite hinreichend gross genug sind, um die Zellen vorwärts zu bewegen.

Was nun die Ursache der Bewegungen betrifft — sowol der Hin- und Herbewegung der Fremdkörper als auch der Fortbewegung der Zellen selbst — so sagt Schultze[1]): „Offenbar giebt es nur eine Erklärung für dieselbe, es muss ein äusserlich an der Raphe zu Tage liegender Protoplasmastreif sein, welcher die Farbstoffpartikelchen ankleben macht und in eine gleitende Bewegung versetzt". Denn die Bewegung der Fremdkörper an den Diatomeen könne nur mit der Aufnahme und Fortbewegung solcher Körper seitens der Pseudopodien der Rhizopoden verglichen werden, und es sei die Art des Anklebens und der Fortbewegung der Fremdkörper in beiden Fällen durchaus übereinstimmend. Er hält es denn auch durch seine „Versuche als erwiesen, dass eine klebrige organische Substanz, welche in lebendiger Bewegung begriffen ist, an der Raphe der Diatomeen zu Tage tritt"[2]). Allerdings hat er dieses Plasma nie gesehen und er nimmt an, dass „das längs der Raphe zu Tage tretende bewegte Protoplasma hyalin sei, vollkommen frei von erkennbaren Körnchen"[3]).

Nun meint zwar Pfeffer[4]), die Bewegung brauche nicht durch eine active Thätigkeit in der klebrigen Schicht erzielt zu werden; diese Schicht könne vielleicht nur die Adhäsion der Körperchen vermitteln, die dann durch eine andre Kraft, etwa durch einen aus dem Innern des Organismus hervorgetriebenen Wasserstrom, in Bewegung gesetzt würden. Das immerhin mögliche Hervortreten feiner Protoplasmafäden habe jedenfalls noch nicht direkt demonstrirt werden können. Andrerseits aber giebt er zu, dass auch keine entscheidenden Beweise vorhanden sind für die Annahme Nägelis, Siebolds, Dip-

1) l. c. p. 391.
2) l. c. p. 395.
3) l. c. p. 392.
4) l. c. p. 366.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

pels, Borscows, nach der die Bewegungskraft durch diosmotische Vorgänge, also wol durch eine Wasserbewegung gewonnen werden soll.

Es ist mir nun gelungen, das Vorhandensein von Protoplasmaknöpfchen an den Stellen, an welchen die Fremdkörper in Bewegung gesetzt werden, nachzuweisen. Zwar gelang der Nachweis nicht immer gleich gut, auch war meist die Anwendung der besten Linsen geboten, und es war die grösste Sorgfalt bei der Beobachtung notwendig, doch fand ich auch ein Objekt, an dem die Plasmafortsätze mit grösserer Leichtigkeit erkannt werden können.

Das erste Mal beobachtete ich die Plasmaknöpfchen an Individuen, die ich mit Löfflerscher Methylenblaulösung überfärbt hatte. Später wandte ich dann auch Überfärbungen mit Ehrlichs Hämatoxylinlösung und auch mit Anilinfarblösungen sehr erfolgreich an.

Die Überfärbungen bedingen es natürlich, dass man — die seltensten Ausnahmen abgerechnet — etwa vorhandene Protoplasmaknöpfchen nur an den Kanten oder an hervorspringenden Mittellinien wahrnehmen kann. Dort aber waren sie ja eigentlich auch hauptsächlich zu suchen; denn an diesen Stellen findet ja die Hin- und Herbewegung der Fremdkörper statt, mit diesen Stellen berühren ja die Zellen die Kriechflächen.

Dass die Bacillariaceen nicht in allen Lagen sich fortzubewegen vermögen, und dass die Bewegungslagen bei den verschiedenen Gattungen nicht die gleichen sind, ist ja schon seit einiger Zeit bekannt, und es wurde auch schon oben kurz darauf hingewiesen. Nach Schultze[1]) liegen alle mit einer Raphe versehenen Diatomeen stets mit der Natseite der Kriechfläche an. Die *Naviculeen* und Zellen mit ähnlich gebauten Schalen kriechen denn auch in der Weise, dass die Schalen dem Substrat anliegen. Borscow[2]) beobachtete Diatomeen, bei denen sowol auf der Schalen- als Gürtelbandseite Fremdkörper fortbewegt wurden. Ich selbst fand, dass bei

---

1) l. c. p 385.

2) Borscow. Die Süsswasser-Bacillariaceen des südwestlichen Russlands. 1873. p. 35.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

den *Nitzschieen* stets eine der Kanten und wäre es auch nur eine der sehr kurzen Endkanten mit dem Substrat in Berührung stehen muss, wenn das Kriechen möglich sein soll. Dasselbe beobachtete ich gleichfalls bei einigen *Gomphonemeen.* Dieselben lagen beim Kriechen stets etwas auf der Schalenseite doch so, dass man auch etwas von der Gürtelbandseite sehen konnte; es befand sich also immer eine Schalenkante auf der Kriechfläche.

Über diese Verhältnisse muss man sich natürlich erst genau orientiren, ehe man mit Aussicht auf Erfolg an den Nachweis der Protoplasmafädchen gehen kann. Es gelang mir denn auch nach längeren Bemühungen, mich vom Vorhandensein der Plasmafortsätze bei *Brebissonia Boeckii* zu überzeugen. Unterstützt wurde ich allerdings bei dem Auffinden der Protoplasmaknöpfchen von *Brebissonia Boeckii* durch den Umstand, dass ich eine andere *Cymbellea* gefunden hatte, die mir einen klaren Einblick in den inneren Bau der *Cymbelleen* — und der ganz ähnlich gebauten *Naviculeen* — ermöglichte.

Ich fand im Hochsommer vorigen Jahres allerdings nur in wenigen Exemplaren eine *Naviculee,* die ich als *Amphiprora quarnerensis* Grunow[1]) bestimmte. Mein Bedauern, nicht mehr Individuen dieser Species erhalten zu können, war um so lebhafter, als diese 2 oder 3 Exemplare sich in ausserordentlich schneller Bewegung befanden und daher wol zum Studium der Fortbewegung der Bacillariaceen besonders geeignet gewesen wären. Sie gingen leider sehr bald verloren, ohne dass ich hätte Versuche mit ihnen anstellen können. Ich konnte nur so viel konstatiren dass in jeder Zellhälfte 2 Chromatophoren vorhanden waren. Diese 4 Chromatophoren lagen auf den beiden Gürtelbandseiten und hatten die Form etwa eines Rechteckes von einer der Zellhälfte entsprechenden Grösse, welches in der Mitte einen rechteckigen Ausschnitt zeigt, der von der einen Kante bis fast hinüber zur andern reicht. In der Mitte jedes der so entstehenden Lappen befand sich ein glänzendes kleines Pyrenoid. Nicht mit Sicherheit

1) Grunow. Über neue oder ungenügend gekannte Algen. Erste Folge. Diatomaceen. Familie *Naviculaceen.* Verhandlungen der zool. bot. Gesellsch. zu Wien. 1860. p. 569, Tab. V, Fig. 1.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

konnte ich entscheiden, ob nicht etwa nur 2 Chromatophoren vorhanden sind, ob also auf der einen Schalenseite eine Verbindung zwischen den beiden den Gürtelbändern anliegenden Chromatophoren bestand; es schien allerdings nicht so. Die *Amphiprora* bewegte sich zwar auf der Schalenseite, doch stand sie nie ganz genau senkrecht, so dass ein genauer Durchblick in der Schalenlage nicht möglich war.

Bei dieser *Naviculee* sah ich nun mit ziemlicher Sicherheit — als eins der Individuen ein paar Augenblicke ziemlich still lag, sodass ich auch eine Zeichnung davon entwerfen konnte — dass der Kiel, der sich hier an Stelle der Raphe in der Mitte der Schale erhebt von einem Kanal umsäumt ist.

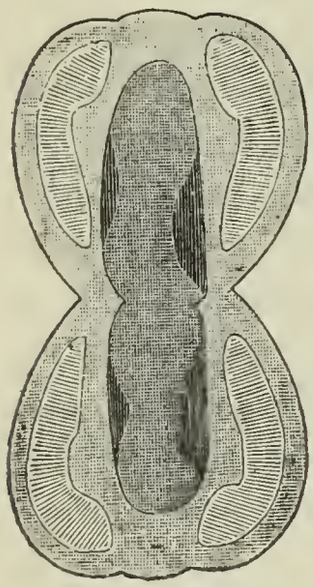

Fig. 5. *Amphicyma alata* in der Gürtelbandlage. Es ist ein Chromatophor vorhanden, das an 4 Zipfeln umgeschlagen ist. Der Kanal, welcher die Raphe durchzieht, ist ausserordentlich deutlich. Unterhalb des Kanals zeigt der Kiel sehr feine Querstreifung. (800.)

Wenige Tage darauf fand ich mehrere Bacillariaceen, die ich anfangs für *Amphiprora Pokornyana* Grunow hielt, indes für eine etwas veränderte Form; zwar waren sie in der Mitte fast garnicht eingeschnürt, doch giebt ja auch Grunow an [1]): „in speciminibus nonnullis constrictionem non observavi". Indessen ich überzeugte mich sehr bald, dass der Bau des Inhaltes kein symmetrischer wie bei *Amphiprora quarnerensis* ist, so dass diese Form den *Naviculeen* nicht zugerechnet werden kann. Es ist nur ein einziger Farbstoffträger vorhanden (Fig. 5), der dem einen Gürtelband anliegt, der Breite desselben entspricht und sich durch die Zelle in ihrer ganzen Länge erstreckt; mit vier Lappen — in jeder Zellhälfte mit zweien — ist er nach den Schalen hin umgeschlagen. Der Inhalt ist also nicht symmetrisch, dagegen lassen die Schalen einen Mangel an Symmetrie nicht erkennen. Jede Schale trägt einen Kiel, der sehr fein gestreift ist und nach aussen zu von einem ziemlich derben Kanal begrenzt wird.

Auch in der Schalenlage zeigt sich die Symmetrie sehr deutlich. (Fig. 6). Die Schale ist lanzettlich, im Umrisse

---

2) Ibid. l. c. p. 569, Tab. IV, Fig. 9a, b.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

der *Navicula serians*[1]) ähnlich. Die Zeichnung der etwas gewölbten Schale durch Querriefen ist ähnlich wie bei *Navicula rhomboides*[2]) nur viel zarter als dort. Diese gewölbte Schale ist nun gekielt und zwar sinkt der Kiel in der Mitte der Schalen in die Fläche der Schale zurück. Er verläuft rechts und links von der Mittellinie und krümmt sich in seinem ganzen Verlaufe S-förmig, so dass die Projektion des Kieles auf die Schale eine schön geschwungene Wellenlinie bildet. Auf der gegenüberliegenden Schale ist der Kiel im entgegengesetzten Sinne der Krümmung des der ersten Schale aufsitzenden Kieles gebogen.

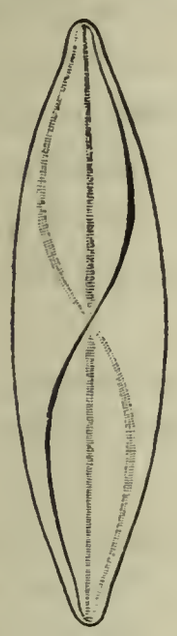

Fig. 6. *Amphicyma alata* in der Schalenansicht. Der Kanal des Kieles projicirt sich in dieser Ansicht auf die Schale als S-förmig gekrümmte Linie. Die feinen Querriefen sind in dieser Zeichnung fortgelassen: sie gehen bis zur Mittellinie und sind von viel geringerer Deutlichkeit aber ungefähr ähnlich orientirt wie auf der Schale der Fig. 1. (900.)

Die Kieselhaut ist also symmetrisch, das Innere unsymmetrisch gebaut. Diese Form verhält sich demnach zu *Amphiprora quarnerensis* genau wie *Brebissonia* zu einer völlig symmetrisch gebauten *Navicula*. Sie ähnelt — zwar nicht in der Schalenansicht aber doch in der Gürtelbandlage — einigermassen der *Amphiprora duplex* Donkin[3]), die allerdings nach der Schalenansicht nicht symmetrisch gebaut ist. Am meisten gleicht sie abgesehen von *A. Pokornyana* Grunow der *Amphiprora alata* (Ehrbg.) Kützing[4]), besonders den Figuren 1 und 3, die Individuen darstellen, welche nach vollendeter Teilung noch zusammenhaften. Von solchen Doppelindividuen habe auch ich eine Anzahl gefunden; sie glichen vollständig den Kützingschen Abbildungen 1 und 3. Auch passt die

---

1) Smith. Synopsis of the British Diatomaceae. London. Vol. I 1853. Taf. XVI, Fig. 129.

2) Ibid. l. c. Fig, 129.

3) Vergl. Donkin. On the Marine Diatomaceae of Northumberland, with a Description of Eighteen New Species. Transactions of the Microscopical Society of London. Vol. VI London 1858. p. 28, Plate III, Fig. 13.

4) Vergl. Kützing. Die kieselschaligen Bacillarien oder Diatomeen. Nordhausen. 1844. p. 107, Taf. 3, Fig. LXIII, 1—3.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Diagnose Kützings: „A. late, maxime hyalina, media longitudinaliter lineolata, margine alato medio constricto, apicibus late truncatis“ auf sie. Nicht übereinstimmend ist sie allerdings mit der Abbildung von Smith[1]). Sie unterscheidet sich auch ausserdem von den *Amphiproren* durch das Fehlen der bei diesen stets neben dem Kiel vorhandenen erhabenen Längsrippen[2]). Dieser Umstand bestimmt mich vor allen Dingen dazu, sie nicht für identisch mit *Amphiprora Pokornyana* Grunow zu halten.

Wegen des unsymmetrischen Inhaltes und um ihrer 4 Flügel willen sei diese Form – zu den *Cymbelleen* gehörig – hier als *Amphicyma alata* bezeichnet.

In den beiden Species — *Amphiprora quarnerensis* und *Amphicyma alata* — liegen uns nun Formen von *Naviculeen* und *Cymbelleen* vor, welche mit ausserordentlicher Deutlichkeit erkennen lassen, dass die Raphe von einem Kanal durchzogen wird, der in offener Communikation mit dem Zelllumen steht und der wie dieses durch Protoplasma ausgekleidet ist. Es ist nun nach aller Analogie zu erwarten, dass es bei *Naviculeen* und *Cymbelleen* von ähnlichem Bau ebenso sein wird.

Mit diesem Kanal liegen nun diese beiden Species der Fläche, auf der sie kriechen, an, an diesem Kanal entlang werden Fremdkörper bewegt — genau wie das auch sowohl bei *Neidium* und andern *Naviculeen* als bei *Brebissonia* und andern *Cymbelleen* der Fall ist. An dem ausserordentlich günstigen Objekt, dass sich mir in der *Amphicyma alata* darbot, gelang es denn auch mit verhältnismässiger Leichtigkeit die Bewegungsorgane zu sehen.

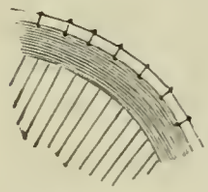

Fig. 7. Ein Teil des die Raphe von *Amphicyma alata* durchziehenden Kanals. Von dem Protoplasma, das diesen Kanal anfüllt, durchziehen ganz feine Fädchen die Membran durch Poren nach aussen und enden in ein kleines Knöpfchen. (2000.)

Zwar war die Fortbewegung von *Amphicyma alata* im Vergleich zu der von *Amphiprora Pokornyana* eine ziemlich träge und es sind die Bewegungsorgane bei der letzteren wahrscheinlich viel grösser, als bei der ersteren, doch sind sie auch da nicht zu schwer zu erkennen. Der Kanal ist angefüllt mit Protoplasma, welches kleine Fortsätze durch feine

1) Smith, l. c. p. 44, Plate XV, Fig. 124.

2) Vergl. Grunow, l. c. p. 567; Pfitzer, l. c. p. 93.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Poren in der Grenzmembran des Kanals hinausstreckt (Fig. 7); ich sah das verschiedene Male an Zellen, die mit Anilinfarben und Ehrlichscher Haematoxylinlösung sehr stark tingirt waren. Die durch die Poren laufenden Fädchen enden ausserhalb als kleine Knöpfchen und sind auch im Innern des Kanales, da wo sie in den Porus eintreten, gewöhnlich etwas dichter oder doch wenigstens intensiver gefärbt als das übrige Plasma.

Nachdem ich diese Verhältnisse, den genaueren Bau der Mittellinien und ihre Ausbildung deutlich erkannt hatte, gelang es mir auch verschiedentliche Male zu konstatiren, dass der Bau der Mittellinie bei *Brebissonia Boeckii* ein ganz ähnlicher ist. Auch hier wird die Raphe von einem Kanal durchzogen — und von diesem Kanal aus dringt das Protoplasma in feinen Fädchen durch Poren an die Aussenseite der Zelle und endet dort in kleine Knöpfchen (Fig. 8)[1]. Der Mittelknoten sowie der Endknoten sind frei von Poren und demgemäss auch von Plasmaknöpfchen.

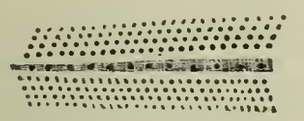

Fig. 8. *Brebissonia Boeckii.* Ein Teil des die Raphe durchziehenden Kanales, von dem aus Protoplasmafädchen durch die Membran nach aussen treten und auf der Oberfläche der Zelle mit einem kleinen Knöpfchen enden. Auch die Querriefen zeigen feine Poren mit darin steckenden Plasmafädchen. (1000.)

Ebensolche Protoplasmaknöpfchen werden auch an den Bewegungskanten der *Nitzschieen* hervorgesteckt, und es gelang mir mehrere Male, an schönen, grossen Exemplaren diese Plasmaorgane zu sehen.

Sie zeigten sich in allen Fällen in Form von Knöpfchen, während man doch eigentlich nach den Beobachtungen bei der Fortbewegung der Fremdkörper an den Kanten, Mittellinien u. s. w. erwarten musste, nicht Knöpfchen sondern Fädchen zu finden. Offenbar wird

---

1) Bei solchen gut gefärbten, günstigen Objekten, zeigte sich auch, dass die Querstreifung auf den Schalen von *Brebissonia Boeckii* durch Porenreihen zu Stande kommt; es zeigte sich das am besten an solchen Objekten, die in günstiger Weise zerbrochen waren. Ob diese Porenreihen ausserdem noch in reihenartig angeordneten Vertiefungen lagen, vermochte ich trotz aller Bemühungen nicht mit voller Sicherheit zu entscheiden. Es schien mir allerdings nicht der Fall zu sein. — Zu den Untersuchungen dieser feineren Verhältnisse wurde stets eine ausgezeichnete homogene Immersion 2 mm, Apertur 1,35 von Seibert angewendet.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

das durch die Poren an die Aussenwelt tretende Protoplasma auch mehr oder weniger von fädiger Gestalt sein, und die Knöpfchen entstehen erst infolge der zum Zwecke der Färbung vorgenommenen Härtung. Denn wenn man beim Härten auch mit der allergrössten Sorgfalt verfährt, so ist es gleichwol nicht zu erwarten, dass die feinen Protoplasma-Ausstülpungen vollständig intakt bleiben; im Gegentheil, es ist eigentlich selbstverständlich, dass sie auf den durch die Reagentien auf sie ausgeübten Reiz durch schnelle Contraktion reagiren. Ist es doch bekannt, dass selbst sehr schwache Lösungen von $NaNO_3$ und ClNa als Reize wirken, welche die Ortsbewegungen der Zellen sofort aufheben[1]). Zudem musste das Härten stets auf dem Objektträger (oder dem Deckglase) vorgenommen werden, da ja vorher die Überzeugung notwendig war, ob und welche Individuen sich in Bewegung befanden. Und trotz aller Sorgfalt lässt sich der Härtungsprozess nicht in vollkommenster Weise auf dem Objektträger ausführen. Daher ist es denn auch nicht zu verwundern, dass die Protoplasmafädchen an der Aussenseite der Bacillariaceen zu Knöpfchen zusammenschrumpfen. In lebenden Zustande werden aber die Protoplasma-Hervorragungen jedenfalls fädchenartig sein.

Mit diesen Organen bewegen sich die Zellen vorwärts und von ihnen werden gleichfalls die in die Nähe der Mittellinien und Kanten gelangenden Fremdkörper ergriffen, festgehalten, hin- und herbewegt und schliesslich auch wieder losgelassen.

Durch das Vorhandensein dieser Organe an gewissen Stellen und durch das Fehlen an anderen erklärt es sich nun auch, weshalb die Fremdkörper nur an bestimmten Stellen bewegt werden und z. B. nicht, wenn sie an das Ende der Zelle gelangt sind, auf die andre Seite derselben gelangen können, indem sie um das Zellende herum wandern oder vielmehr herumgeführt werden[2]). Dort am Ende fehlen eben die Protoplasmaorgane.

---

1) Vergl. O. Müller. Durchbrechung der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung der Bacillariaceen. Berichte der deutschen botanischen Gesellschaft. Band VII. p. 174.

2) Vergl. Schultze. l. c. p. 389.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Wenn gleichwol Fremdkörper, die sich über der einen Hälfte einer Zelle, z. B. einer *Brebissonia*, befinden, nicht auf dieser allein hin- und hergeführt werden, sondern von dem einen Ende bis zum andern gelangen — wobei sie natürlich den poren- und plasmaorganlosen Mittelknoten überschreiten müssen — so kommt diese Erscheinung in folgender Weise zu Stande. Wenn auf einer sich vorwärts bewegenden Zelle ein Fremdkörper in entgegengesetztem Sinne bewegt wird, bis an den Mittelknoten gelangt ist und nun von dem dort befindlichen Plasmaorgan losgelassen wird, so kriecht die Zelle unter dem Fremdkörper weiter vorwärts, und dadurch gelangt der letztere dann in den Bereich der zweiten Hälfte der Mittellinie und der in ihr befindlichen Organe; diese können ihn dann ergreifen und ihn hierauf bis ans Ende der Zelle befördern.

Da die Fortbewegung der Bacillariaceen durch die beschriebenen Protoplasmaorgane bewirkt wird, so ist es natürlich nicht möglich, dass sich die Zellen bewegen, wenn sie von einer Gallerthülle ganz umschlossen sind; denn eine solche Hülle macht es ja unmöglich, dass die Protoplasmaorgane das Substrat angreifen können.

Zwar findet man häufig Zellen, die in Fortbewegung begriffen sind und doch Gallerte besitzen. Indessen ist diese Gallerte stets nur auf einzelne Partieen der kriechenden Zellen beschränkt, und es wurde schon oben darauf hingewiesen und betont, dass diese Gallertmassen häufig in Gestalt von ringförmigen Zonen oder von Kappen an den in Bewegung befindlichen Zellen vorhanden sind. Gewisse Teile der Bacillariacee müssen von Gallerte frei sein, wenn die Fortbewegung möglich sein soll; an bestimmten Teilen müssen die durch die Poren hervordringenden Protoplasma-Ausstülpungen an die Aussenwelt treten und dürfen daran nicht durch Gallerte gehindert werden. Werden aber auch diese Partieen von Gallerte eingehüllt, so ist die Zelle zur Bewegungslosigkeit verurteilt, so lange bis die Gallerte entweder vollständig verquillt oder nach Entstehung eines Risses abgestreift werden kann.

In der That sieht man auch niemals vollständig von Gallerte umhüllte Zellen in Bewegung. Die Auxosporen, die

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

ja fast immer in einer Gallerthülle ausgebildet werden, liegen unbeweglich da, bis sich die Gallerte entweder verflüssigt hat, oder bis die Sporen infolge ihrer Grössenzunahme von der Gallerte zum Teil frei geworden sind. Ferner beobachtet man auch öfter Individuen, die wie in einem Sack von Gallerte eingeschlossen sind und deshalb unbeweglich liegen, während sie sonst lebhaft hin und her kriechen.

In einem Falle sah ich, dass eine *Navicula ambigua* von einer dicken Gallerthülle vollständig eingeschlossen war. Die Gallerte schien ausserordentlich fest und war überall von einer Dicke, welche $\frac{1}{4}$ des Abstandes der beiden Gürtelbänder von einander übertraf. Während ich noch diese Beobachtungen machte, bekam plötzlich der Gallertsack an dem einen Ende einen Riss und schnurrte infolgedessen etwas zusammen. Allmählich contrahirte sich die Gallerthülle immer mehr, bis sie schliesslich nur noch bis etwa zur Mitte der Zelle reichte. Nun kippte das Individuum vorn etwas über und drehte sich dabei, worauf dann die *Navicula*, die bis dahin natürlich vollständig unbeweglich gelegen hatte, zunächst aus der Hülle herauskroch und sodann das Weite suchte. Solange sie in dem Gallertsack steckte, war sie im Gebrauch der Protoplasmaorgane gehindert, nachdem der Gallertsack gerissen war, traten die Organe in Wirksamkeit und die Zelle konnte sich nun fortbewegen.

Nach der Feststellung und Erörterung dieser verschiedenen Thatsachen sei noch mit einigen Zeilen auf die verschiedene Deutung eingegangen, welche das Verhalten der Fremdkörper an der Raphe einiger *Pinnularien* von Bütschli [1]) und Lauterborn [2]) einerseits und O. Müller [3]) andrerseits erfahren hat. Leider stehen mir eigene Beobachtungen nicht in grösserer Zahl zu Gebote, da ich gerade dieser Formen nur sehr selten

---

1) Bütschli. Mitteilungen über die Bewegung der Diatomeen Verhandl. des Naturhist.-Med. Vereins zu Heidelberg. N. F. IV. Bd. p. 580.

2) Lauterborn. Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. d. Deutschen bot. Ges. Bd. XII. p. 73.

3) O. Müller. 1. l. c. p. 169. — 2. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen betreffend. I. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XI, p. 571. — 3. Die Ortsbewegnng der Bacillariaceen. II. Ber. d. Deutsch. bot. Ges. Bd. XII, p. 136.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

und dann auch stets nur in einigen Exemplaren habhaft werden konnte. Immerhin kann auch ich die von den drei vorgenannten Forschern gemachten Beobachtungen gleichfalls bestätigen. Befindet sich die *Pinnularia* in der Gürtelbandlage, so werden dem Wasser zugesetzte Tuschekörnchen aus der Gegend der Endknoten der Raphe beiderseits um die Ecken herum bis zu den vorderen Centralknoten geführt [1]). Dort angelangt werden die Fremdkörperchen entweder freigegeben, wobei sie dann wieder die lebhafte Molekularbewegung annehmen, die sie vor Antritt des Zustroms zum vorderen Centralknotenpunkt zeigten; oder sie stauen sich am Centralknotenpunkt, verkleben dort offenbar durch eine schleimige Masse und werden dann ebenso ruckweise wie sich die Zelle vorwärts bewegt von dem vorderen Centralknotenpunkt aus in fädiger Form rückwärts geschoben; oder es findet auch keine Ansammlung der Tuschekörnchen am vorderen Centralknotenpunkt statt, sondern die Körnchen werden sofort in der Reihenfolge wie sie am Centralknotenpunkt eintreffen, nachdem sie einen kurzen Moment still gestanden haben, zu einem feinen Fädchen verklebt wie im vorigen Falle ruckweise abgeschoben. Dieser mit Körnchen beklebte Faden, der auch bisweilen auf kürzeren Strecken körnchenlos ist, zieht über der Raphe dahin, bis er eine kurze Strecke vor dem Ende der Zelle nach aussen hin abbiegt. Dabei knäueln sich dann auch häufig die Körnchen auf, während der Faden, entsprechend der Vorwärtsbewegung der Zelle, immer länger wird und dann schliesslich, wenn der anhaftende Körnchenklumpen zu schwer wird, abreisst.

Diesen Beobachtungen möchte ich noch einige meiner eigenen hinzufügen, die geeignet sind, die bezüglichen Angaben Bütschlis und O. Müllers zu ergänzen.

Kriechen die *Pinnularien* auf der Schalenseite, so beobachtet man, dass der Körnchenstrom nicht genau in der Mittellinie der Raphe zum Centralknotenpunkt geführt wird, sondern dass derselbe die Raphe mehrmals kreuzt. In den von mir beobachteten Fällen fand die Kreuzung mit absoluter Constanz stets 4 mal statt. Die Körnchen wurden der Raphe

---

1) Vorn und hinten, wie stets bisher, im Sinne der Bewegung. — Vergl. die Abbildungen bei Bütschli, p. 582 und O. Müller, 2. p. 574.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

in ihrem letzten Drittel unter einem Winkel von 45° bis 30° (selten noch spitzer) zugeführt, kreuzten sie und wurden dann in 4 Wellenlinien langsam gleitend zum vorderen Centralknotenpunkt geleitet. Die Wellenlängen werden immer kleiner, die Wellenhöhen dagegen — relativ — grösser. Die Länge der letzten ausserordentlich kurzen Welle, die am Centralknotenpunkt endet, ist — absolut — geringer als die Höhe.

Dieser Wellenweg, den die Körnchen über der Raphe zurücklegen, hängt mit der Gestalt der Raphe zusammen, die ja auf der Oberfläche der *Pinnularien* auch nicht in gerader Linie, sondern in zwar schwach aber mehrfach gewundener Weise verläuft.

Auf Grund dieser Beobachtungen nehmen nun Bütschli und Lauterborn an, dass aus dem Centralknotenpunkt ein feines Gallertfädchen raketenartig hervorschiesst, wodurch die Zelle infolge des Rückstosses vorwärts bewegt wird.

O. Müller bezweifelt, dass auf diese Weise die Vorwärtsbewegung ermöglicht werden könne. Ich schliesse mich diesem Zweifel an und ich habe es praktisch erprobt, dass es nicht möglich ist, durch schnelles Hineinschieben eines Taues vom Boot ins Wasser ein leichtes Boot vorwärts zu treiben.

O. Müller legt nun bei seiner Deutung den Schwerpunkt auf den Zustrom von den vorderen Endknoten zu den vorderen Centralknotenpunkten und von den hinteren Centralknotenpunkten zu den hinteren Endknoten. Dort fliessen Ströme von Plasma auf der Ausseufläche der Zelle, und durch diese Ströme werde nicht nur die Körnchenströmung hervorgerufen, sondern auch die Vorwärtsbewegung der Zellen bewirkt.

Bütschli und Lauterborn ziehen die Leistungsfähigkeit einer nach solchen Prinzipien construirten Maschine in Zweifel. Auch ich teile diese Zweifel durchaus, habe allerdings in dieser Richtung keine praktischen Versuche anstellen können. Soviel schien mir aber schon die direkte Beobachtung zu zeigen, dass der Zustrom der Körnchen in durchaus nicht derselben energischen Weise vor sich geht, wie die Hin- und Herbewegung der Fremdkörper an den Mittellinien und Kanten verschiedener *Navicula*- und *Nitzschia*arten. In welcher

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Weise aber der Körnchenstrom veranlasst wird, ob durch eine in der Aussenseite der Raphe sich vollziehende Protoplasmaströmung, wie O. Müller annimmt, oder durch dort zu Tage tretende Plasmaorgane, wie in den vorher beschriebenen Fällen, wage ich nicht zu entscheiden; meine Beobachtungen reichen zur Erledigung dieser Frage nicht aus.

Die Fädchenbildung hält O. Müller auf Grund der angenommenen Plasmaströmung für eine protoplasmatische. Das Plasma, meint er, staue sich beim Einfluss in den Centralknotenkanal und verklebe die angesammelten Körnchen. Ich glaube jedoch, dass die Verklebung der Körnchen nicht durch Plasma sondern — ähnlich wie bei den zuerst beschriebenen Erscheinungen — durch sehr weiche Gallerte geschieht.

Fig. 9. *Pinnularia viridis.* Ein Teil der Gallertzone. Die Gallerte ist aus Prismen zusammengesetzt (die Linien in dem Gallertsaum stellen die Grenzlinien zwischen zwei Prismen dar) und jedes Prisma sitzt über einem kleinen Protoplasmaknöpichen, das durch Poren in der Membran von innen herausgestreckt ist. (2000.)

Dass die Pinnularien zeitweise Gallerte produciren können, giebt ja auch O. Müller an. Bisweilen zeigt diese Gallerte in der That dann die sogenannte Stäbchenstruktur[1]) und besitzt sehr ähnliche Eigenschaften wie die Conjugatengallerte, d. h. sie setzt sich aus Gallertprismen zusammen (Fig. 9), deren aneinanderstossende Grenzflächen im optischen Durchschnitt als Linien (nicht als Stäbchen!) erscheinen[2]); diese Gallertprismen sitzen dann genau wie bei den Conjugaten je einem Porus mit darinsteckendem Plasmaknöpfchen auf. Solche Gallerte ist allerdings verhältnismässig fest, aber man findet auch *Pinnularien* bei denen sie augenscheinlich äusserst weich ist, so weich, dass sie, wie O. Müller angiebt, von einer Stelle zur andern hin gewissermassen abfliesst (p. 139).

Schleim in solchem Zustande scheint mir nun ganz geeignet, die Körnchen, welche bis zum Centralknoten zugeströmt sind, einerseits wol zu verkleben, andrerseits aber auch nicht zu verhindern, dass sie ihrer Schwere Folge leistend ruckweise, der Bewegung der Bacillariacee entsprechend, sich von dieser entfernen. Die auf diese Weise

1) O. Müller 3. l. c. p. 138.

2) Vergl. Hauptfleisch. Zellmembran und Hüllgallarte der *Desmidiaceen.*

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

entstehenden Gallertfädchen liegen dann direkt auf der Schale oder, wenn schon eine Gallerthülle in der Ausbildung begriffen ist, auf dieser — natürlich etwas erhärteten — Gallerte. Es hat dabei bisweilen den Anschein, als ob das Fädchen bei seiner Entfernung vom Centralknoten sich in einer Furche bewegt, die zwischen zwei Gallertmassen sich befindet und gegen das Ende der Zelle hin etwas ansteigt bis zur Oberfläche der Gallertzone. Dann aber biegt der am Ende meist geknäuelte Faden gewöhnlich mit einer eleganten Schwenkung von der Diatomee ab und zwar an derjenigen Stelle, welche correspondirt mit der, an welcher der Körnchenzustrom zum ersten Mal die Mittellinie passirt.

Fliesst dann gelegentlich die in der Nähe des Centralknotens befindliche sehr weiche Gallerte nach anderen Stellen hin ab, so kann dabei auch der durch die Körnchen ausgereckte Gallertfaden vermöge seiner Adhäsion an der übrigen Gallerte, von der er herstammt, wieder eingezogen werden.

Die weiche Gallerte entsteht nach O. Müller zunächst in der Gegend der Raphe und insbesondere der Polspalten. Auch ich habe die Gallerte zunächst immer als Kappenbildung an den Enden der Zellen constatiren können. Ob die Gallerte in verschiedener Weise entstehen kann, oder ob sie nur in der üblichen Weise durch Umwandlung von Protoplasma, das durch Poren austritt gebildet wird, lasse ich zunächst dahin gestellt. Ich bin fest überzeugt, es ist nur diese letztere Bildungsweise möglich, die ich sicher (vergl. Fig. 9) constatirt habe, und ich glaube kaum, dass ein und dieselbe Zelle auf verschiedene Weise Gallerte produciren wird. Es kann die an den Protoplasmaknöpfchen entstehende Gallerte sehr wol so weich sein, dass sie leicht zerfliesst und solche Bildungswoise von Gallertkappen ist mir bei *Mastogloia* bekannt. Trotzdem möchte ich es aber nicht gerade für unmöglich halten, dass die Umwandlung des Plasmas in Gallerte schon in der Raphenspalte vor sich gehen könnte, und dass dann die Gallerte als Fädchen herausgepresst würde. Dass die Fadenbildung aber keine wesentliche Bedeutung für die Fortbewegung der Bacillariaceen besitzt, hat schon O. Müller betont. Denn ganz abgesehen davon, dass solche Fadenbildung vielen bewegungsfähigen Bacillariaceen vollständig

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

abgeht, findet auch bei denen, die sie vornehmen können, (falls eben gerade entstehende sehr weiche Gallerte vorhanden ist), bisweilen keine Fadenbildung (wenn solche Gallerte fehlt) und dennoch lebhafte Fortbewegung statt [1]). Ferner kann man bisweilen wol Fadenbildung aber keine Vorwärtsbewegung wahrnehmen. Also die Gallertfäden spielen keine Rolle bei der Bewegung der Formen, die im Stande sind zeitweilig Fäden zu bilden.

Aber auch die von O. Müller angenommenen Plasmaströme scheinen einen besonderen Anteil am Hervorbringen der Ortsbewegung nicht zu besitzen. Denn einerseits machen die Körnchenströme nicht den Eindruck besonderer Energie, andererseits und vor allen Dingen steht die Bewegungslage der Pinnularien in keiner bestimmten Beziehung zu den Körnchenströmen.

Wir sahen vorher, dass bei gewissen *Naviculeen* und *Nitzschieen* die Bewegungslage eine ganz bestimmte ist; in anderen Lagen sind diese Zellen nicht fähig zu kriechen. Bei den *Pinnularien* aber sehen wir die Fortbewegung vor sich gehen, sowol wenn sie sich in der Gürtelbandlage als wenn sie sich in der Schalenlage befinden. Der letztere Fall entspräche der Kriechlage von *Brebissonia*, *Amphicampa* u. s. w. In der Gürtelbandlage aber sind die Körnchenströme ausser Wirksamkeit, sofern man nicht annehmen will, dass die *Pinnularien* nicht kriechen, sondern schwimmen, wofür allerdings auch O. Müller in gewisser Weise eintritt.

Bütschli und Lauterborn aber halten eine Unterlage zur Fortbewegung der *Pinnularien* für nötig und auch ich habe an allen von mir hieraufhin untersuchten *Pinnularien* mit Sicherheit konstatiren können, dass sie an irgend einem Substrate hinkrochen. Und für eine solche Fortbewegung sind die Körnchenströme nicht geeignet, mindestens dann nicht, wenn sich die *Pinnularien* in der Gürtelbandlage befinden.

---

1) Denn es ist wol ausgeschlossen, dass, wie Bütschli p. 525 annimmt, der Gallertfaden einmal klebrig, das andre mal nicht klebrig ist. Wenn wirklich die Bildung eines nicht klebrigen Fadens stattfände, so müsste doch mindestens zu beobachten sein, dass ab und zu Tuschekörnchen energisch fortgeschoben würden, was man aber nie sieht.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

Was aber ist nun die Ursache der Bewegung bei den *Pinnularien*, wenn weder die Körnchenströmung noch die Gallertfadenbildung ihre Ursache sein kann?

Die Ursache sind dieselben Organe, die auch bei den vorher behandelten Bacillariaceen die Vorwärtsbewegung bewirken.

Die *Pinnularien* bewegen sich stets, soweit meine Beobachtungen reichen, auf einer Unterlage und berühren diese mit ihren Längskanten. Mögen sie sich nun in der Schalen- oder Gürtelbandlage befinden, so werden stets zwei Längskanten in Berührung mit der Unterlage stehen. An diesen Längskanten treten nun auch, wie verschiedene Färbungsversuche zeigten, die Protoplasmaorgane hervor (Fig. 10) und setzen von dort aus auf die Unterlage greifend die Zelle in Bewegung.

Fig. 10. *Pinnularia viridis*. Durch die Poren austretende Plasmaknöpfchen an den Bewegungskanten. (2000.)

Auf den vorstehenden Seiten wurde stets nur von einer Kriechbewegung der Bacillariaceen gehandelt, das heisst einer Ortsbewegung auf einer im Bezug zur Bacillariacee mehr oder minder festen Unterlage. Dass die meisten Bacillariaceen in dieser Weise die Fortbewegungen ausführen, ist zweifellos festgestellt. Man kann auch sehr häufig von neuem constatiren, dass die Diatomeen dem Substrate ansitzen und, wenn ein starker Wasserstrom durch das Präparat geleitet wird, sich mit dem der Stromrichtung entgegengesetzten Ende am Substrat festhalten, während die ganze Zelle vom Strom herumgerissen wird. Die Kriechbewegungen sind jedenfalls auch diejenigen, welche der Lebensweise der meisten Bacillariaceen am besten entsprechen; denn die meisten Bacillariaceen leben auf Steinen, Pflanzen oder Schlammmassen. Einige Bacillariaceen kommen aber auch im Auftrieb vor und werden sich jedenfalls gleichfalls fortbewegen, also schwimmen. Hierzu werden ihnen vermutlich dieselben Organe dienen, welche von den übrigen Bacillariaceen zum Kriechen benutzt werden.

Ob diese übrigen Bacillariaceen neben den Kriechbewegungen auch Schwimmbewegungen auszuführen vermögen[1]), wird wol im wesentlichen von ihrem specifischen Gewicht

1) Berthold (Studien über Protoplasmamechanik. Leipzig 1886. p. 127) nimmt nur Kriechbewegung an.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/;

abhängen. Pfitzer giebt ganz allgemein an[1]), dass die Zellen auch durch das Wasser hindurchgleiten. Meine Beobachtungen beziehen sich hauptsächlich auf solche Zellen, die nie schwimmend angetroffen wurden. Nur einmal beobachtete ich eine Anzahl *Naviculeen* (*Navicula* sp. oder *Neidium* sp.), die ohne Substrat auf der Oberfläche eines Wassertropfens in lebhafter Bewegung begriffen waren. Nach Auflegen des Deckglases setzten sich diese *Naviculeen* allerdings grösstenteils dem Objektträger an und führten die Kriechbewegungen aus. In diesem Falle wurden doch wol sicher die beiden verschiedenen Bewegungen von denselben Organen ausgeführt.

Es kann auch wol keinem Zweifel unterliegen, dass die beschriebenen Protoplasmaorgane, von denen schon ein kleiner Teil schwere Körper hin und her zu schieben vermag, im Stande sind, nicht nur die Zellen selbst auf Unterlagen vorwärts zu bewegen, sondern sie auch in ihrer vereinten Gesammtwirkung unter günstigen Bedingungen zum Schwimmen zu veranlassen.

---

1) l. c. p. 176.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Mittheilungen aus dem naturwissenschaftlichen Vereine von Neu-Vorpommern und Rügen

Jahr/Year: 1895

Band/Volume: 27

Autor(en)/Author(s): Hauptfleisch Paul

Artikel/Article: die Auxosporenbildung von Brebissonia Boeckii Grunow. Die Ortsbewegung der Bacillariaceen 66-95