

- „ 15. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *mollis*. Ein Stück Felsen, woran oben links ein kleineres, rechts ein grösseres, aber jüngere Exemplare mit ausgebreiteter Basalscheibe sich befinden, welche die halbe Fläche des Substrates überzieht.
- „ 16. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *mollis*. Aelteres Exemplar, eine grössere Höhle in der Mitte.
- „ 17. *Lithothamnion oblimans* sp. nov. Ueberzieht das ganze Exemplar von *Sporolithon ptychoides* f. *mollis*, wodurch die Auswüchse etwas dicker erscheinen.
- „ 18, 19. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *mollis*. Einzelne ältere Sprossen.
- „ 20, 21. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *dura*. Einzelne jüngere Sprossen.
- „ 22. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *dura*. Junger Thallus.
- „ 23. *Sporolithon ptychoides* sp. nov. f. *dura*. Alte Thallusknolle mit grösseren Hohlräumen im Innern.

8. Otto Müller: Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. V.

Eingegangen am 23. Januar 1897.

R. LAUTERBORN widmet in seiner soeben, Ende December 1896, erschienenen Arbeit¹⁾ einen besonderen Abschnitt der Bewegung, in welchem er meine Arbeiten über denselben Gegenstand einer ausführlichen Kritik unterzieht. Zu meinem lebhaften Bedauern verlässt R. LAUTERBORN dabei an manchen Stellen den Boden ruhiger, sachlicher Erörterung, auf welchem sich unsere Controverse über diese interessanten und verwickelten Vorgänge bisher bewegt hatte. Eine wissenschaftliche Discussion auf das persönliche Gebiet hinüberzuspielen, bringt, meines Erachtens, der Sache keinen Vortheil; ich werde ihm daher auf diesem Wege nur soweit folgen, als zur Zurückweisung persönlicher Angriffe durchaus nothwendig erscheint. Dagegen sehe ich mich durch die neueste LAUTERBORN'sche Darstellung veranlasst, unsern beiderseitigen Antheil an dieser Frage ein für alle Mal festzustellen und scharf auseinanderzuhalten, sowie mehrfache wesentliche Irrthümer LAUTERBORN's, den Sinn meiner Auffassung und den Inhalt meiner Aussprüche betreffend, zu berichtigen.

Der weitaus wichtigste Punkt, um den sich unsere Controverse über die Ortsbewegung bisher gedreht hat, war die Frage:

erfolgt die Ortsbewegung durch Ströme einer zähflüssigen

1) Untersuchungen über Bau, Kerntheilung, Bewegung der Diatomeen, Leipzig 1896.

Substanz, welche aus der Rhaphe auf die äussere Zellwand hervortreten und vom vorderen Pol ausgehend, centralwärts fliessen, nach O. Müller?

oder aber

erfolgt dieselbe durch zwei flüssige Fäden, welche aus den vorderen Centralknotenöffnungen hervorschiessen, nach Lauterborn?

So allein kann die Frage gestellt werden, denn ich betone, dass der Bewegungsmechanismus in jedem dieser beiden Fälle ein von Grund aus verschiedener ist, ja, dass einer den anderen ausschliesst.

In erster Linie war daher festzustellen, welcher von diesen beiden Mechanismen in der Wirklichkeit vorhanden ist und die locomotorische Wirkung zu leisten vermag, und es ist in Hinsicht dieser Wirkung durchaus nebensächlich, ob die Ströme und die Fäden aus Protoplasma oder aus einer schleimigen Gallerte bestehen; letztere Frage hat nur insoweit eine mechanische Bedeutung, als die Reibungscoefficienten beider Substanzen vermuthlich verschieden sind, im übrigen ist sie biologischer Natur. Um diese Frage vorläufig offen zu halten, nenne ich diese, die Ortsbewegung nach meiner Auffassung zunächst veranlassenden Ströme: primäre Rhaphestrome. Nach dieser ersten und wichtigsten Frage: Ströme oder Fäden? werde ich dann die zweite, Plasma oder Gallerte? erörtern.

Nachdem MAX SCHULTZE 1865 die Vermuthung ausgesprochen hatte, dass die Rhaphe die Zellwand durchbricht und das aus ihr hervortretende Plasma die Zelle zu Kriechbewegungen befähigt¹⁾, habe ich das mechanische Princip der hervortretenden Rhaphestrome zuerst 1889 in meiner Arbeit „Durchbrechungen der Zellwand in ihren Beziehungen zur Ortsbewegung“²⁾ aufgestellt. Darin beschrieb ich u. a. den Bau der Rhaphe, die Anordnung ihrer Spalten in je zwei, von den Polen zum Centralknoten gerichteten, capillaren Strombahnen auf jeder Schale, welche in directe Communication mit Durchbrechungen der Endknoten treten. Ich wies nach, dass das Plasma unter einem hohen Turgordruck steht. In das capillare System der Rhaphe mit beschleunigender Kraft hineingepresst, wird in diesem durch den Widerstand molekularer Kräfte ein Ausgleich der Druckdifferenz zwischen Zellinnerem und Rhaphe erzielt, und die active Bewegung des Plasmas kann innerhalb der vorgeschriebenen Bahnen regelmässig von Statten gehen. — In dieser Arbeit sind bereits die mechanischen Eigenschaften der hieraus gefolgerten Bewegungsmaschine und die wesentlichen Grundlagen meiner Bewegungstheorie festgelegt. Mit Bezug auf die Rhaphestrome sagte ich, S. 176:

1) Die Bewegung der Diatomeen. Arch. f. mikr. Anat. Bd. I, S. 376.

2) Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. VII, S. 169 ff.

„Die Ortsbewegung ist nach meiner Auffassung die Wirkung der an der Oberfläche (der Ströme) zur Geltung kommenden motorischen Kräfte und die Resultante dieser Kräfte ist ihre (der Ortsbewegung) Richtung“.

Im Jahre 1896 fügte ich noch einige Ergänzungen hinzu, vorzugsweise die eigenthümliche Propellereinrichtung der Maschine betreffend, welche den Strom zwingt in Schraubenlinien zu fließen.¹⁾

Drei Jahre später, März 1892, ging von O. BÜTSCHLI und R. LAUTERBORN eine völlig andere Lehre aus.²⁾

Diese Autoren brachten *Pinnularia nobilis* in concentrirte Tuschemulsion und beobachteten danach centralwärts gerichtete „Körnchenströmungen“ in der Nähe der jeweilig vorderen Rhaphebahnen, welche die Tuschkörnchen dem „Knotenpunkte“ der Rhaphe zuführten. Dort sammelten sie sich zu einem Klümpchen und aus diesem, bezw. dem Knotenpunkte, schoss ruckweise je ein Faden hervor, an dem die Tuschkörnchen energisch anklebten.

BÜTSCHLI und LAUTERBORN folgerten aus diesen Beobachtungen, dass

„das raketenartige Vorscheissen der Fäden auch ohne Befestigung ihrer Enden wohl genüge, um vermittelst des Rückstosses an dem umgebenden Wasser das ruckende Vorwärtsschreiten der Diatomee zu erklären.“

Ferner, dass „die Ursache der Diatomeebewegung demnach auf eine sehr reichliche Erzeugung klebriger Gallerte zurückzuführen sei, welche an den Knotenpunkten der Rhaphe in Gestalt feiner Fäden rasch und mit einer gewissen Kraft hervorschießt.“

Ueber eine etwaige mechanische Bedeutung der Körnchenströme sagt ihr Bericht nichts aus, die Fäden allein werden als Bewegungsmechanismus in Anspruch genommen. Die Fäden wurden bisher nur bei den grossen Pinnularien, *major*, *nobilis*, *viridis* beobachtet.

R. LAUTERBORN stellte weitere Mittheilungen über diese wichtigen Beobachtungen, welche ich, soweit die Erscheinungen an sich in Betracht kommen, bestätigen konnte, in Aussicht. Nachdem diese Mittheilungen aber nach $1\frac{3}{4}$ Jahren, December 1893, noch nicht erschienen waren, veröffentlichte ich meine, in mehreren Beziehungen ergänzenden Beobachtungen und meine abweichende Deutung der Erscheinungen, zu der ich inzwischen gelangt war.³⁾ Der Ansicht BÜTSCHLI

1) Ortsbewegung IV. Mechanik S. 114. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XIV. S. 111 ff.

2) Verhdlg. des naturw. med. Vereins zu Heidelberg. N. F. Bd. IV. März 1892.

3) Ortsbewegung I. Ber. der Deutsch. Bot. Ges. Bd. XI. S. 571 ff.

und LAUTERBORN's entgegen, legte ich bezüglich der Ortsbewegung das Gewicht auf die Körnchenströme, von denen ich annahm, sie seien durch die primären Rrapheströme secundär hervorgerufen. Die Körnchenströme betrachtete ich als eine neue Bestätigung der Realität der primären Rrapheströme, welche die Ortsbewegung verursachen und deren Vorhandensein bisher nur durch die Verschiebung der an ihnen haftenden Fremdkörper erkannt werden konnte. Ich stellte ferner die halbmondförmige Polspalte der Endknoten als den Ausgang, und die vordere Centralknotenöffnung als den extracellularen Endpunkt der Ströme fest. Den Fäden dagegen konnte ich einen Antheil an der Bewegung nicht beimessen, vielmehr erklärte ich ihr Zustandekommen durch eine Stauung beim Rückfließen der Rrapheströme in die vordere Centralknotenöffnung. Der Faden schoss nicht aus der Oeffnung hervor, sondern im Gegentheil, er wurde, so oft und so lange der rückfließende und nachrückende Strom an der Umbiegungskante der Oeffnung staute, passiv abgeschoben. Damit erklärte ich auch später¹⁾ das zeitweise und länger anhaltende Fehlen des Fadens trotz fortgesetzter Bewegung der Zelle, welches nicht erklärt werden kann, wenn der Faden die Ursache der Bewegung ist.

Ein schärferer Gegensatz in der Auffassung der mechanischen Einrichtungen, als er hier zu Tage trat, ist kaum denkbar.

LAUTERBORN veröffentlichte denn auch bereits März 1894 eine Erwiderung. In dieser erklärte er S. 77²⁾:

„Eine Maschine, construirt auf Grund der von MÜLLER vorausgesetzten mechanischen Principien, und ausgestattet mit ähnlichen schwachen Strömungen einer schleimigen Substanz längs einer der Raphe entsprechenden Linie, würde nach unserem Dafürhalten schwerlich im Stande sein, den der Fortbewegung entgegenstehenden Widerstand des Wassers zu überwinden. Wenigstens bedarf es auch zu einer mässigen Fortbewegung im Wasser bei den uns bekannten Organismen und Maschinen, deren Fortbewegungswerkzeuge durch den Widerstand am umgebenden Medium wirksam werden, mechanisch viel besser und wirksamer construirter Vorrichtungen.“

Ferner S. 78 zum Schluss:

„Mir kam es in dieser Arbeit lediglich darauf an, in möglichster Kürze unsere aus der Untersuchung der obengenannten *Pinnularia*-Arten resultirende Auffassung der Diatomeen-Bewegung gegen die von Herrn MÜLLER erhobenen Einwände zu vertheidigen; eine eingehendere Begründung derselben werde ich, unter Beigabe mehrerer Abbildungen, in meiner grösseren Arbeit folgen lassen, mit deren Vollendung ich gegenwärtig beschäftigt bin.“

1) Ortsbewegung II. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. Bd. XII, S. 141.

2) Zur Frage nach der Ortsbewegung der Diatomeen. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch. Bd. XII, S. 73 ff.

Das mechanische Princip, welches ich bei der Construction meiner Maschine vorausgesetzt habe, ist nun kein anderes, als das Princip der Rhapseströme, welche durch überaus complicirte und sinnreiche Einrichtungen gezwungen werden, schraubenförmig in bestimmter Richtung zu fließen. LAUTERBORN zieht also die Leistungsfähigkeit einer auf Grund dieses Principis aufgebauten Maschine in Zweifel. Ihr gegenüber betrachtet er die Fäden als mechanisch viel besser und wirksamer construirte Vorrichtungen, die er in dem Schlusssatze als Ursache der Diatomeenbewegung aufrecht hält, indem er eine eingehende Begründung in Aussicht stellt.

Nach dieser LAUTERBORN'schen Entgegnung sind von mir noch drei die Ortsbewegung betreffende Arbeiten veröffentlicht worden.

In der ersten¹⁾, Mai 1894, habe ich, S. 141, Beobachtungen mitgeteilt, welche die Abhängigkeit des Fadens von dem vorderen Körnchenstrom betreffen. Wenn die Zelle aus der Ruhe in Bewegung übergeht, erscheint zuerst der Körnchenstrom und nachher der Faden. Diese Beobachtung stellte die Selbständigkeit des Fadens, welche, nach meinem Dafürhalten, eine nothwendige Voraussetzung der LAUTERBORN'schen Auffassung ist, in Frage. Ich suchte zu zeigen, in wiefern die Abhängigkeit des Fadens die Gründe vermehre, welche gegen dessen Hervorschiessen aus der vorderen Centranknotenöffnung sprechen, auf welches die LAUTERBORN'sche Annahme in erster Linie sich stützte.

Im Verlaufe meiner ferneren Untersuchungen drängten sich mir dann immer grössere Zweifel an der Realität der, sei es aus Plasma oder aus Gallerte gebildeten, Fäden auf, und ich gelangte zu der Ansicht, dass die in Tuscheemulsion erscheinenden Fäden wahrscheinlich nur aus Tuschekörnchen bestehen, welche sich aneinanderreihen und mit einander verkleben, dass daher ohne Körnchen ein Faden überhaupt nicht gebildet werde. Auf die Gründe, welche mich dazu veranlassten, werde ich nachher eingehen. Diese Zweifel sprach ich Januar 1896 in meiner Arbeit Ortsbewegung III²⁾ aus.

Inzwischen war in P. HAUPTFLEISCH ein neuer Gegner meiner Bewegungstheorie erstanden, der sich dem Widerspruch LAUTERBORN's insoweit anschloss, als auch er meine Maschine leistungsunfähig erklärte.³⁾

Infolge dessen entschloss ich mich zu dem schwierigen und nicht unbedenklichen Versuch, die Mechanik der Ortsbewegung auf eine rechnerische Basis zu stellen.⁴⁾ Ich selbst habe mich, S. 116, darüber

1) Ortsbewegung II. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XII, S. 136 ff.

2) Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIV, S. 63 ff.

3) Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. Mitth. des naturw. Vereins für Neuvorpommern und Rügen. 27. Jahrg. 1895.

4) Ortsbewegung IV, Mechanik. Ber. der Deutsch. Bot. Gesellsch., Bd. XIV, S. 111 ff.

ausgesprochen, innerhalb welcher Grenzen ich die Lösung dieser Aufgabe für möglich halte.

Meine Messungen und Berechnungen haben die Leistungsfähigkeit meiner Maschine über jeden Zweifel gestellt; sie führten aber noch zu anderen, überraschenderen Resultaten. Die Rechnung ergab, dass eine überaus geringe Geschwindigkeit der Rhapheströme genügt, um die Ortsbewegung zu bewirken.

Zwei Factoren der Rechnung, die Reibungscoefficienten der Zellwand und der Stromsubstanz, sind unbekannt. Ich ging aber von der, meines Erachtens nothwendigen, Voraussetzung aus, dass die Zelle mit einer Wasserhaut umgeben ist, die derselben unmittelbar anliegende Wasserschicht daher nicht mit der Zellhaut in Friction tritt, sondern dass bei der Bewegung zwei Wasserschichten sich an einander reiben. Der Reibungscoefficient ist dann gleich dem bekannten der inneren Reibung des Wassers. Ich setzte alsdann auch den unbekanntem Reibungscoefficienten der Stromsubstanz zunächst gleich dem der inneren Reibung des Wassers, mit anderen Worten, ich nahm vorerst an, die Substanz der Rhapheströme wäre Wasser, in welchem Falle die Maximalgeschwindigkeit der Strombänder beansprucht würde, um die Zelle zu verschieben. Unter dieser Voraussetzung berechnet sich die Maximalgeschwindigkeit der Rhapheströme bei *Pinnularia viridis* auf nur 21μ in der Secunde oder das 3-fache derjenigen Geschwindigkeit, welche sie der Zelle ertheilen, die einen Weg von 7μ in der Secunde zurücklegt. — Die Rhapheströme bestehen nun aber zweifellos nicht aus Wasser, sondern aus einer ungleich zäheren klebrigen Substanz, welche sicher einen sehr viel grösseren Reibungscoefficienten besitzt und deshalb ist die thatsächlich erforderte Geschwindigkeit eine geringere. Aus den, Ortsbewegung IV, S. 123, angeführten Gründen müssen die Strombänder, um die Zelle mit der gemessenen Geschwindigkeit $v = 7 \mu$ zu verschieben, etwa die Geschwindigkeit $1,5 v$ erreichen. Daraus berechnet sich dann der Reibungscoefficient der Stromsubstanz auf 0,11; dieser wäre etwa 7mal grösser, als der des Wassers, ein Ergebniss, welches, bei der Viscosität des Plasma, der Wahrscheinlichkeit durchaus nicht widerspricht.

Eine zweite wichtige Beziehung fand sich darin, dass die Oberflächen der Zelle zu den Oberflächen der Rhapheströme und zu der beobachteten Geschwindigkeit in einem mathematischen Verhältniss stehen. — Diese Ergebnisse der Rechnung scheinen mir meine Bewegungstheorie wesentlich zu unterstützen, wenigstens tritt nirgend eine Unwahrscheinlichkeit oder ein Widerspruch mit den bekannten und beobachteten Thatsachen hervor. — Wie ich bereits Ortsbewegung IV, S. 117, bemerkte, beziehen sich meine Rechnungen auf gallertfreie, in meinen Culturen lebende Individuen. Bei Abscheidung einer lockeren Schleim- oder Gallertschicht greifen etwas veränderte Verhältnisse

Platz, da die reibende Fläche an die Peripherie der Gallertschicht verlegt wird und der Reibungscoefficient sich ändert. Letzterer Umstand aber wird vielleicht durch die Vergrößerung der reibenden Flächen theilweise ausgeglichen.

So war die Sachlage bis zum Erscheinen der jüngsten LAUTERBORN'schen Arbeit,¹⁾ in der die Begründung seiner abweichenden Bewegungstheorie in Aussicht gestellt war.

In dieser Arbeit findet sich S. 124 der folgende Satz, den LAUTERBORN durch gesperrte Schrift auszeichnet:

„Wenn vom Zellinnern aus eine klebrige Substanz mit grosser Gewalt in die nach aussen offene Rhapshe hineingetrieben wird und in dieser dann mit einer gewissen Geschwindigkeit nach einer bestimmten Richtung dahinströmt, so dürfte die von der strömenden Substanz an ihrer Berührungsfläche mit dem umgebenden Wasser entfaltete lebendige Kraft genügen, um den Reibungswiderstand des umgebenden Wassers zu überwinden und die ganze Zelle nach der Richtung hin fortzubewegen, welche derjenigen der in der Rhapshe vorherrschenden Strömung gerade entgegengesetzt ist.“

Ich brauche kaum auf den vollkommenen Widerspruch dieses Satzes mit Sinn und Wortlaut des vorher S. 73 citirten LAUTERBORN'schen Satzes von 1894 hinzudeuten; genau das, was der zweite aussagt, hat vorher der erste bestritten! Da nun LAUTERBORN weder den ersten Satz zurückzieht, noch dem zweiten Satze hinzufügt, dass er nunmehr das von mir 1889 aufgestellte und inzwischen weiter ausgebaut und begründete Princip der Rhapsheströme, welches er bis dahin bekämpfte, de facto anerkennt, so stelle ich dies hiermit ausdrücklich fest; denn dieser Satz ist der Angelpunkt **meiner** Bewegungstheorie!

Der einzige Unterschied zwischen meinem Mechanismus und demjenigen, den er neuestens als leistungsfähig anerkennt, besteht darin, dass nach meiner Ansicht die primären Rhapsheströme aus der Rhapshe hervortreten und rechts und links von derselben ersichtlich in der Breite der secundär erzeugten Körnchenströme auf der Zellwand gleiten, nach LAUTERBORN dagegen das Hervortreten unterbleibt. Dieser Unterschied spricht nicht zu Gunsten LAUTERBORN's, denn er reducirt die Berührungsfläche auf ein Minimum. Es leuchtet aber ein, dass die Ströme nur insoweit eine locomotorische Wirkung ausüben können, als ihre Oberflächen mit dem umgebenden Medium unmittelbar in Berührung treten. Die minimale Berührungsfläche jedoch, welche die nach LAUTERBORN allein in Betracht kommende, unmessbar dünne Kante des Stromes an der nach aussen offenen

1) Bau, Kerntheilung, Bewegung der Diatomeen.

Rhaphegrenze bietet, würde den Reibungswiderstand nur dann zu überwinden vermögen, wenn die Geschwindigkeit der Ströme eine sehr viel grössere ist, als dies, nach Massgabe der Geschwindigkeit der an der Rhaphe unmittelbar gleitenden Fremdkörper und der vorderen Körnchenströme, anzunehmen gestattet ist.

Hinsichtlich der grossen Pinnularien, *major*, *nobilis*, *viridis*, lässt LAUTERBORN auch diesen Unterschied fallen; er sagt S. 121, dass der in der Rhaphe centralwärts sich bewegende Strom „noch ein Stück weit über dieselbe seitlich hervortritt“, und damit würde er dann meiner Auffassung von der Anordnung und Wirkung der Strombänder in allen wesentlichen Punkten zugestimmt haben. Auch in Hinsicht des mechanischen Effects der zuweilen beobachteten entgegengesetzt gerichteten Ströme auf gegenüber liegenden Strombahnen, spricht LAUTERBORN S. 127 nichts anderes aus, als was ich bereits 1889 in meiner Arbeit (Durchbrechungen, S. 177) im weiteren Umfange erläutert habe.

Während LAUTERBORN bis dahin die Fäden als den wirksameren Mechanismus und als Ursache der Bewegung bezeichnete, stellt er jetzt die Rhapheströme in den Vordergrund und überlässt den Fäden nur noch eine untergeordnete Betheiligung an der Ortsbewegung.

„Dass daneben (neben den Strömen), sagt er S. 124, auch noch eine Fortbewegung mittelst einer Art von Rückstoss, wie sie von den Diatomeen besonders für *Pinnularia* wahrscheinlich zu machen gesucht wurde, sehr wohl möglich ist, geht daraus hervor, dass ein bis zu einem gewissen Grade übereinstimmendes Princip sogar in der Nautik zur Fortbewegung grosser Schiffe Anwendung gefunden hat.“ LAUTERBORN erklärt sodann nach RUTHVEN das Princip der „hydraulischen Reaction“ oder des „Wasserpralls“.

Ich habe niemals in Zweifel gezogen, dass die Fäden, wenn sie vorhanden wären und aus der Centralknotenöffnung hervorschiessen, mechanische Arbeit leisten; vielmehr habe ich dies, Ortsbewegung II, S. 137, ausdrücklich mit den Worten anerkannt, dass der Faden, die gegebene Geschwindigkeit selbstverständlich vorausgesetzt, „lediglich nach Massgabe seines Querschnitts zur Wirkung käme“. Aber ich glaube allerdings, dass LAUTERBORN über die Grösse dieser Arbeit sich einer Täuschung hingiebt, weil er nicht berücksichtigt, was RUTHVEN als Bedingung vorausschickt, nämlich „einen dauernden Strom von grosser Geschwindigkeit und entsprechender Mächtigkeit“.

Um darüber eine Vorstellung zu gewinnen ist die Kenntniss der Geschwindigkeit des Fadens erforderlich. Nach LAUTERBORN soll derselbe raketentartig hervorschiessen, was auf eine erhebliche Geschwindigkeit hindeutet. Ich dagegen habe niemals eine Faden- geschwindigkeit beobachtet, welche grösser zu schätzen wäre, als die

sehr mässige Geschwindigkeit der Körnchenströme oder der an der Rhapsie gleitenden Fremdkörper; dies ist schon eine nothwendige Folge der Abhängigkeit des Fadens vom vorderen Körnchenstrom. *Pinnularia viridis* hat eine Eigengeschwindigkeit von 7μ in der Secunde, die Geschwindigkeit ihrer Rhapsieströme beträgt alsdann, wie vorher erwähnt, das 1,5 fache, also $10,5 \mu$, und dieselbe Geschwindigkeit besitzen, nach meinen Beobachtungen, auch die Fäden. In meiner Arbeit Durchbrechungen, S. 145, gab ich den Durchmesser des Centralknotenkanals zu $0,3-0,4 \mu$ an. Wenn der Faden aus dem Kanal hervorschießt, könnte sein Durchmesser jedenfalls nicht grösser als $0,4 \mu$ sein und der Querschnitt wäre dann $0,126 q \mu$. Die Arbeit aus dem hydraulischen Druck oder Stoss (Ortsbewegung IV, S. 125) berechnet sich unter diesen Voraussetzungen nach der Formel

$$P \cdot v = \xi \cdot \frac{v^3}{2g} \cdot F \cdot \gamma$$

worin v die Fadengeschwindigkeit, g die Schwerkraft, F den Querschnitt und γ das specifische Gewicht des Wassers bezeichnet, während ξ eine Erfahrungszahl bedeutet, welche von der relativen Länge $\frac{l}{\sqrt{F}}$ abhängt. Diese nach den von WEISBACH gegebenen Werthen zu 2 angenommen, ergiebt als Arbeitsleistung eines Fadens $P \cdot v = 14,829 \delta \mu s$, als diejenige zweier Fäden also etwa $30 \delta \mu s$. — Der Reibungswiderstand, den eine *Pinnularia viridis* von $153,21 \mu$ Länge zu überwinden hat, erfordert aber eine Arbeitsleistung von $56285 \delta \mu s$ (Ortsbewegung IV, S. 120). Die Fäden würden also, bei einer Geschwindigkeit von $10,5 \mu$ in der Secunde, von den erforderlichen 56285 Arbeitseinheiten deren 30 übernehmen! — Sollten aber die beiden Fäden die ganze Arbeit leisten, so bedingte dies eine Geschwindigkeit

$$v = \sqrt[3]{\frac{a \cdot 2g}{\xi \cdot 2F \cdot \gamma}}$$

worin $a = 56285$ gesetzt wird; d. h. die Fäden würden mit einer Geschwindigkeit von 130μ in der Secunde hervorschiessen, also die $18,5$ fache Geschwindigkeit der Zelle besitzen müssen, während die Rhapsieströme nur die $1,5$ fache Geschwindigkeit zu erreichen brauchen! Dabei wurde die dem Stoss entgegen gerichtete Reibung des Fadens nicht berücksichtigt und die sehr zweifelhafte Steifheit desselben vorausgesetzt. — Hiernach schlage ich die Fadenwirkung, alles in allem, gleich Null an, immer vorausgesetzt, dass die Fäden überhaupt vorhanden sind, was ich ausserdem bezweifle.

Auch die Ausführungen LAUTERBORN'S S. 125, 126, worin er den Vergleich des RUTHVEN'Schen Reactionsschiffes mit dem Bewegungsmechanismus der Diatomeen noch weiter ausdehnt, halte ich für unzu-

treffend. Der aus einer Röhre hervorschiessende Flüssigkeitsfaden ist ein völlig anderer Mechanismus, als der in einer offenen Rinne gleitende Strom, und meine Maschine, die LAUTERBORN übrigens auch auf S. 125 meinen Angaben gemäss annimmt, hat mit dem RUTHVEN'schen Reactionsschiffe nicht das Geringste gemein. Meine Untersuchungen über den Turgordruck jedoch hat er missverstanden, wenn er sie dafür anführt, dass dieser den Strom in der offenen Rhapshe „mit grosser Intensität nach einer bestimmten Richtung“ verschiebt. Einmal ist die Intensität, wie vorher gezeigt, nur eine sehr geringe, und zweitens habe ich im Gegentheil ausdrücklich ausgesprochen, dass der hohe Turgordruck, der das Plasma in die Rhapshe hineinpresst, durch den Widerstand molekularer Kräfte in diesem capillaren System aufgehoben wird, so dass die Bewegung des lebenden Plasmas, nach meiner Auffassung, eine active ist. Wenn aber LAUTERBORN trotzdem daran festhalten will, dass der Strom in der offenen Rhapshe durch den Turgordruck verschoben wird, so kann er doch nicht gleichzeitig sein Hervortreten in Abrede stellen; der Strom muss nach der offenen Seite ausweichen, sobald er unter Druck steht! Besteht nun der Strom aus einer leblosen Substanz, Gallerte oder Schleim, wie LAUTERBORN behauptet, so ist sein Hervortreten aus der Rhapshe schon die natürliche Folge des zur Verschiebung der leblosen Substanz nothwendigen Druckes!

Nachdem ich gezeigt, wie weit LAUTERBORN in seiner jüngsten Arbeit mit Bezug auf die mechanische Frage meinem Standpunkte sich genähert hat, gehe ich zu der zweiten Frage: „Plasma oder Gallerte“ über.

Eine Gallerthülle im Sinne BÜTSCHLI und LAUTERBORN's, d. h. eine ständige plastische Hülle oder Scheide, habe ich in meiner Arbeit Ortsbewegung I bestritten. Indessen überzeugte ich mich bald, dass die grossen Pinnularien, *major*, *nobilis*, *viridis*, während der Bewegung in der That einen lockeren gallertartigen Schleim absondern. Aber nicht erst meine 1896 erschienene Arbeit, Ortsbewegung III, lieferte den „Beweis, dass ich meine Ansichten über diesen Punkt erfreulicherweise bedeutend modificirt habe“, wie LAUTERBORN p. 135 bemerkt. Dieser Nachweis LAUTERBORN's war nicht erforderlich, denn ich selbst habe sogleich nach seiner Entgegnung, Mai 1894, offen und loyal ausgesprochen, in wie weit ich meine früher geäusserte Ansicht zu modificiren habe. Ich sagte, Ortsbewegung II, p. 139:

„Nach diesen Beobachtungen muss ich zugeben, dass die Schleimbildung lebhaft sich bewegender Pinnularien, entsprechend der BÜTSCHLI-LAUTERBORN'schen Beobachtung in grösserem Umfange stattfindet, als ich annahm, dass dieselben einen lockeren Schleim abscheiden, der die

Zelle vollständig einschliessen kann; sie thun dies aber nur während der Bewegung“.

Letzteres bestreitet LAUTERBORN; ich halte indess meine, Ortsbewegung II p. 138, eingehend beschriebenen Beobachtungen ihrem ganzen Umfange nach aufrecht. Die genannten grossen Pinnularien lassen zeitweise, insbesondere nach längerer Ruhe, keine Spur einer Schleim- oder Gallerthülle erkennen, ohne dadurch die Fähigkeit der Ortsbewegung zu verlieren. Dieser Umstand hatte mich dazu geführt, die Hülle anfänglich zu bestreiten. Zwingt man dann solche gallertfreien Individuen durch Luftzufuhr und intensive Belichtung zur Bewegung, so erscheint, je länger je mehr, eine hyaline Schleim- oder Gallertschicht, zuerst an den Polen als Kappen, später auch über anderen Theilen der Rhapshe, und endlich entsteht eine mehr oder weniger vollständige Hülle. Diese Beobachtungen sind durchaus gesichert, und ich habe solche Individuen auf Tafel III und IV meiner Arbeit, Ortsbewegung III, abgebildet. Auch P. HAUPTFLEISCH¹⁾ und neuerdings H. KLEBAHN²⁾ bestätigen, dass die Hülle keineswegs immer eine vollständige ist. Bei anderen als den genannten drei grossen Pinnularien und, nach KLEBAHN, bei *Rhopalodia gibba*, nach HAUPTFLEISCH auch bei einigen Nitzschien, nach LAUTERBORN bei *Cymbella cuspidata*, sind entsprechende Gallertbildungen bisher überhaupt nicht beobachtet worden.

Ich habe sodann einen wesentlichen Irrthum LAUTERBORN's zu berichtigen. An verschiedenen Stellen, insbesondere aber p. 120, 121, bekämpft LAUTERBORN sehr energisch eine Ansicht als die meine, die ich niemals gehabt, niemals geäussert habe. Ich soll die als vorderer Körnchenstrom bezeichnete lockere hyaline Hüllschicht in ihrer ganzen Breitenausdehnung für Plasma erklärt haben.

In diesem Irrthum befangen, bemerkt LAUTERBORN dann, MÜLLER beweist damit, „dass er sich selbst wohl nie die Mühe genommen hat, das strömende Plasma eines Rhizopoden zu betrachten und dass ihm auch die Litteratur über Protoplasma der letzten 30 Jahre ziemlich verschlossen geblieben ist“.—Ich überlasse diesen „Beweis“ LAUTERBORN's getrost der Beurtheilung meiner Leser, aber ich kann LAUTERBORN nicht den Vorwurf ersparen, dass er sich eine solche Kritik gestattet, obgleich er meine Arbeiten doch gelesen haben muss. Meine Arbeit Ortsbewegung II ist fast ausschliesslich dem Nachweise gewidmet, dass der bei den genannten grossen Pinnularien auftretende vordere Körnchenstrom aus **zwei Schichten** besteht, einer in unmittelbarer Nähe der Rhapshe fliessenden klebrigen mit actualer Energie aus-

1) l. c. p. 7.

2) Auxosporenbildung, I. Jahrb. f. wissensch. Botanik XXIX, p. 621.

gestatteten Plasma-Schicht und einer zweiten, nicht oder weniger klebrigen Schleim- oder Gallert-Schicht. Ich führte p. 142 aus, „dass die mit actualer Energie ausgestattete Schicht des Stromes durch die Centralknotenöffnung zurückfliesst“, während „der ausgeschiedene Schleim sich alsdann nach Maassgabe seiner Menge auf den Zellwandflächen vertheilt, die er zeitweise vollständig überziehen kann“ und erklärte es für „wahrscheinlich, dass die **zurückfliessende** Schicht des Stromes Protoplasma ist“. Ich hob ferner p. 138 ausdrücklich hervor: „die Tuschekörnchen laufen im Abstände von der Zellwand an der Peripherie der Schleimschicht“ und „die relativ sehr viel grösseren und schwereren Carminkörner dringen in die Schleimschicht ein . . . treten dann ihrerseits theilweise in unmittelbaren Contact mit der Rhaphe und gleiten daselbst fort“.

Mit welchem Rechte, frage ich, sagt da LAUTERBORN unter Hinweis auf diese Beobachtungen u. a. p. 120: „weiterhin auch der von MÜLLER beobachtete Umstand, dass nur kleine Tuschekörnchen am Rande des Stromes dahingleiten, grössere Tuschebrocken oder Carminkörner in die lockere hyaline Masse einsinken und dann in unmittelbarer Nähe der Rhaphe der Zellmitte zugeführt werden, lässt sich doch mit den Eigenschaften eines Plasmastromes nicht in Einklang bringen“. — LAUTERBORN bespricht sogar p. 135 meine Structurbilder dieser Schleim- oder Gallertschicht, Ortsbewegung III, Tab. III, Fig. 11—21 und dennoch verfiel er in den schweren Irrthum, dass ich diese hyaline Hüllschicht, die ich stets als Schleim- oder Gallertschicht bezeichnet und über deren Entstehung ich mich ebenso unzweideutig geäussert habe¹⁾, für Plasma halte. Hieran knüpft er dann seine lange, mit unerfreulichen persönlichen Seitenblicken ausgestattete, abfällige Kritik.

In Bezug auf die Plasmaschicht bemerke ich noch, was ich als selbstverständlich nicht besonders erwähnt habe, dass dieselbe nur eine minimale Dicke besitzen, jedenfalls nicht dicker sein kann, als das capillare Lumen der Rhaphespalte, aus der sie hervortritt. Das geht auch schon aus dem wiederholt hervorgehobenen Umstande hervor, dass die an dieser Schicht haftenden grösseren Fremdkörper

1) Ich sagte Ortsbewegung III, p. 62: „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.“

in unmittelbarer Nähe der Rhaphe verschoben werden, also in keinem wahrnehmbaren Abstände über derselben.

Die Gründe, welche mich veranlassen, den in der Rhaphe fließenden und aus ihr hervortretenden, jedenfalls sehr dünnen Strom für Proto-plasma zu halten, habe ich an verschiedenen Stellen meiner Arbeiten ausgeführt. Besonderes Gewicht legte ich auf das Zurückfließen dieses Stromes, oder, falls derselbe Gallerte ausgeschieden hat, der mit actualer Energie ausgestatteten Schicht desselben, mit der die größeren Fremdkörper verschoben werden, und ich bemerkte, dass das Zurückfließen von Schleim oder Gallerte von vornherein sehr unwahrscheinlich ist. — Auch die complicirte und sinnreiche Ausgestaltung der Rhaphe deutet darauf hin, dass sie wesentlichere Bestandtheile des primordiales Zelleibes zu befördern bestimmt ist (Ortsbewegung II, S. 140). — Die Ausgleichung der Druckdifferenz zwischen Zellinnerem und Rhaphe in Folge deren Capillarität, ist ein nothwendiges Postulat, da anderen Falls der Inhalt herausgepresst würde (Durchbrechungen, S. 175). Wenn aber der Strom in der Rhaphe nicht durch einseitigen Druck verschoben wird, so muss lebende Substanz in der Rhaphe fließen. — Endlich habe ich darauf aufmerksam gemacht, dass auch festsitzende¹⁾ oder im Fadenverbände lebende Bacillarien vielfach eine Rhaphe besitzen, dass also die Rhaphe nicht allein, vielleicht nicht einmal in erster Linie, die Ortsbewegung vermittelt, sondern noch eine andere wichtige Function ausüben muss, als welche ich die Athmung vermuthete. Auch in diesem Falle müsste lebendes Plasma mit dem umgebenden Medium in Wechselwirkung treten (Durchbrechungen, S. 178).

Das sind freilich keine Beweise, aber es sind wohlwogene Gründe, denen LAUTERBORN bisher keine gleichwerthigen oder gar besseren entgegengesetzt hat, welche für die Gallertnatur des in der Rhaphe fließenden Stromes sprechen; denn, dass LAUTERBORN an der Substanz in der Kanalrhaphe der Surirellen keine wabige Structur erkennen kann und die Thatsache, dass bei den Bacillarien gelegentlich auch Gallert- oder Schleimbildungen vorkommen und bei Desmidiaceen und Oscillarien Bewegungserscheinungen anderer Natur durch Gallertabscheidung hervorgerufen werden, genügt keineswegs, um die LAUTERBORN'sche Behauptung zu stützen.

Das Zurückfließen des Stromes wird von LAUTERBORN S. 122 bezweifelt; ich habe dasselbe meines Erachtens durch die, Ortsbewegung II, S. 142, erörterten Gründe erwiesen, abgesehen davon, dass es schon aus dem Bau der Rhaphe selbst nothwendig gefolgert

1) Die Cocconeiden z. B. haben eine Rhaphe auf der freien, mit dem Wasser in Berührung stehenden Schale; die Schale dagegen, mit der sie anderen Körpern aufsitzen, hat keine Rhaphe.

werden muss. Der Einwand LAUTERBORN's, dass der Strom, wenn er wirklich in das Innere zurücktreten sollte, schon vor der Centralknotenöffnung die Oberfläche der Zelle verlassen könnte, da die Rhapsche nach dem Zellinnern nicht abgeschlossen ist, wird durch den Augenschein widerlegt. Selbst wenn der Strom es könnte, so thut er es doch nicht! Niemals werden die Körnchen an einen anderen Punkt geführt, als genau zur Centralknotenöffnung. Das gilt auch für diejenigen Bacillarien, und diese sind die grosse Mehrzahl, bei denen die Bildung einer Schleim- oder Gallertschicht nicht nachweisbar ist, bei denen die Körnchen nicht in einem, der Schleimschicht entsprechenden, Abstände von der Rhapsche, sondern unmittelbar an dieser, von der **Plasma**schicht verschoben werden. Träte der Strom, bevor er die Centralknotenöffnung erreicht hat, in das Innere zurück, so müssten die Körnchen sich auch an dieser Stelle ansammeln. Die Beobachtung ergibt aber ausnahmslos, dass die Körnchen bis zur Oeffnung selbst geführt werden, und erst durch den Eintritt des rückfliessenden Stromes in den Centralknotenkanal werden sie abgestreift und bilden das Wölkchen.

Endlich aber stelle ich die Frage, was wird denn aus dem Strom bei diesen gallertfreien Bacillarien? LAUTERBORN bezweifelt S. 123 das Hervortreten aus der Rhapsche, aber er bezweifelt S. 122 auch das Zurückfliessen. Wohin kann der Strom dann fliessen, wie kann überhaupt noch ein Strom zu Stande kommen?

Diese gallertfreien Bacillarien führen zu der Frage von der Sichtbarkeit des Stromes über. Ich habe gesagt, dass auch bei ihnen ein vorderer Körnchenstrom vorhanden ist, und ich füge hinzu, dass dieser Strom auch bei ihnen rechts und links von der Rhapsche in einer erheblichen Breite fliesst. Diese Thatsachen habe ich bei *Stauroneis Phoenicenteron*, woselbst die Breite des Stromes $3,74 \mu$ beträgt (Ortsbewegung IV, S. 121), sowie bei *Navicula ambigua*, in zahlreichen Fällen feststellen können. — Wenn man aber diese Bacillarien nicht in Tuscheemulsion, sondern einfach in Wasser untersucht, so ist, auch mit den besten Apochromaten, wie LAUTERBORN S. 123 mit Recht bemerkt, nichts von dem Strome, weder innerhalb noch ausserhalb der Rhapsche zu sehen. Den Schluss aber, den er daraus zieht, dass ein Strom ausserhalb nicht vorhanden ist, während er ihn doch innerhalb gelten lässt, bestreite ich, denn welche andere Kraft setzt die Körnchen rechts und links ausserhalb der Rhapsche in Bewegung, wenn es nicht die Energie des hervortretenden Stromes thut? Die Unsichtbarkeit desselben aber ist, bei der minimalen Dünne desselben, durchaus begreiflich; eine sehr dünne und vielleicht hyaline Plasma-schicht, welche auf einer stark lichtbrechenden Oberfläche gleitet und auf die man in der Schalenlage rechtwinklig zur Fläche, in der Gürtelbandlage aber, bei tiefer Einstellung auf die Körpermitte, durch

die Zerstreungsbilder der darüber liegenden Längskante hindurch, blickt, kann sich der optischen Wahrnehmung wohl entziehen. Färbungen führen nicht zum Ziele, weil durch sie auch das Innenplasma und die Chromatophoren gleichzeitig gefärbt werden.

Was nun die Fäden betrifft, so habe ich einen zweiten wesentlichen Irrthum LAUTERBORN's zu berichtigen. LAUTERBORN fragt S. 135:

„Und ist ein nicht materieller Faden überhaupt denkbar, der sich mit Sublimat in situ auf dem Objectträger fixiren lässt und dessen anhaftende Tuschekörnchen bei vorsichtigem Auswaschen nicht fortgeschwemmt werden? Wie kann ein nicht materieller Faden, ein blosser „Körnchenstreifen in demselben Sinne wie ein Rauchstreif“ durch die Bewegung der fortgleitenden Diatomee hin- und hergezerrt werden . . .“

Wer diese Fragen liest, ohne den Wortlaut meiner Arbeit zu kennen, der muss in der That glauben, dass ich ein Unding behauptet hätte. Ich sagte aber Ortsbewegung III, S. 62:

„Hier werden die Körnchen durch die anhängenden Gallerttheilchen, bezw. durch minimale Plasmatheilchen, sofern keine Gallerte gebildet wird, Fig. 24 und 26 rechte Seite, mit einander verklebt... Auf diese Weise muss aus den, durch den Körnchenstrom zugeführten Körnchen ein Faden abgeschoben werden . . . 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 . . .“

Deutlicher als dies hier geschehen kann man nicht aussprechen, **dass** die Körnchen bei der Aneinanderreihung zu einem Faden durch zurückbleibende Gallert- oder Plasmatheilchen **verklebt** werden; ein solcher, aus aneinandergeklebten Körnchen bestehender Streifen aber, lässt sich selbstverständlich fixiren, hin und herzerren u. s. w. Um den physikalischen Vorgang bei der Fadenbildung zu veranschaulichen, habe ich dann noch weiter ausgeführt, dass sogar dann, wenn die Körnchen nicht verklebt würden, nothwendig ein aus Körnchen bestehender Streifen gleich einem Rauchstreifen abgeschoben werden müsste. Den Unterschied zwischen einem lediglich aus verklebten Tuschekörnchen bestehenden Faden und einem materiellen Gallertfaden, an dem die Körnchen ankleben, hat LAUTERBORN nicht erfasst. — Seine weitere Unterstellung, als habe ich von der Existenz eines „nicht materiellen Faden“ gesprochen, muss ich nachdrücklich zurückweisen, das wäre ein Faden aus der vierten Dimension!

Bei meinen Untersuchungen über die Gallertbildungen, Ortsbewegung III, S. 60, habe ich umfangreiche Versuche über Quellung und Färbung dieser Bildungen angestellt. Es gelang mir nicht nur

stärkere Schleim- oder Gallertschichten zur Quellung zu veranlassen und zu färben, sondern auch die zartesten Gallertbegrenzungen und die feinsten Fadenverzweigungen an dem jeweilig hinteren Pole der Pinnularien zur Wahrnehmung zu bringen, wie sie mitunter vorkommen und dann wahrscheinlich durch das Nachschleppen in die Schleimschicht gerathener grösserer Fremdkörper ausgezogen werden. (Ortsbewegung III, Fig. 17 und 18). Niemals aber habe ich die geringste Spur von jenen, am Centralknoten entspringenden, LAUTERBORN'schen Fäden wahrnehmen können. Wären jene Fäden wirklich vorhanden, so müssten sie ebenso quellbar und färbbar sein wie die Gallerte, aus der sie stammen sollen und wie es die zarten Fadenbüschel an den Polen thatsächlich sind. So lange es daher nicht gelingt die LAUTERBORN'schen Fäden im gewöhnlichen Wasser ohne Emulsion durch Quellung nachzuweisen und zu färben, muss ich deren Realität bezweifeln und jene allein in Tuscheemulsion erscheinenden Fäden für Körnchenstreifen halten, deren Bildung sich durch das Abstreifen über der Centralknotenöffnung befriedigend erklären lässt.

Noch gegen andere Punkte der LAUTERBORN'schen Arbeit würde ich Einspruch erheben müssen, wenn der Raum dies zuliesse. Ich möchte aber diese Entgegnung nicht schliessen, ohne anzuerkennen, dass LAUTERBORN im Recht ist, wenn er S. 133 sagt, dass er die Rhapshe der Surirellen früher beschrieben und abgebildet hat, als ich. Ob richtiger, wie er hinzufügt, ist fraglich, da er wahrscheinlich eine andere Art beobachtet hat. Als ich die Rhapshe der Epithemien und von *Nitzschia sigmoidea* fand¹⁾, und auch die dem Kiele der Nitzschien vergleichbaren Flügel der Surirellen (*Surirella robusta* und *spiralis*) untersuchte, war mir entfallen, dass LAUTERBORN bereits 3 Jahre früher den Spalt bei einer ungenannten *Surirella* aufgefunden hatte. Ich bedaure daher ihn nicht ausdrücklich genannt zu haben, aber ich bedaure ebenfalls, dass LAUTERBORN, nach der Form seines Monitums, dabei eine Absicht vermuthet. — Wenn er dagegen S. 134 auch die Bestätigung der FLÖGEL'schen Riefenkammern für sich in Anspruch nimmt und mir vorwirft, ihn auch hier übergangen zu haben, so befindet er sich im Irrthum. Die von FLÖGEL aufgefundene Structur der Riefenkammern habe ich 1889, 4 Jahre früher als er, auf Grund eingehender Untersuchungen bestätigt²⁾; wenn ich mich darauf „beschränkt habe, FLÖGEL beizupflichten“, so that ich dies, weil die Rhapshe der Pinnularien der Gegenstand dieser Arbeit war und ich daher keine Veranlassung hatte, auf die anderweitigen Structurverhältnisse näher einzugehen; den subtilen Unterschied, den LAUTERBORN zwischen

1) Ortsbewegung III, S. 56; *Rhopalodia* S. 55 und tab. II, Fig. 22.

2) Durchbrechungen S. 169.

„beipflichten“ und „bestätigen“ macht, kann ich nicht als berechtigt anerkennen.

Die vorstehend erörterten Fragen habe ich eingehender behandeln müssen, weil den Zoologen meine Arbeiten über die Ortsbewegung der Bacillariaceen kaum bekannt sein dürften. Das LAUTERBORN'sche Werk dagegen, dessen vorwiegender Inhalt, die Kerntheilung der Diatomeen, sicherlich das grösste Interesse verdient, hat den Vortheil, unter der stolzen Flagge des Heidelberger Zoologischen Instituts zu segeln.

In meinen Arbeiten über die Ortsbewegung sind nach und nach eine grössere Zahl von Einzelbeobachtungen und Schlussfolgerungen mitgeteilt worden. Neue Untersuchungen werden vielleicht manche derselben als irrig erweisen oder modificiren. Jede begründete Berichtigung, die einen tieferen Einblick in das Wesen der Ortsbewegung gewährt, wird willkommen sein. Immer aber wird billigerweise vorausgesetzt werden müssen, dass, wer fremde Arbeiten mit vermeintlich überlegener Sachkenntniss aburtheilen will, sie zuvor nach Sinn und Wortlaut aufmerksam prüfe und dass dabei der Antheil nicht verkümmert werde, den andere an der Lösung solcher Fragen zu beanspruchen haben.

9. C. Steinbrinck: Der Oeffnungs- und Schleudermechanismus des Farnsporangiums.

Eingegangen am 24. Januar 1897.

Die Bewegungen, durch welche die Ausstreuung der Sporen bei den Farnen bewerkstelligt wird, sind bekanntlich ziemlich verwickelt, und ihre mechanische Erklärung ist bisher noch nicht gelungen. Es liegt nicht im Plane dieser kurzen Mittheilung, auf die Controversen und Specialuntersuchungen über diesen Gegenstand näher einzugehen. Die folgenden Zeilen sollen sich vielmehr darauf beschränken, jene Vorgänge von einem neuen Gesichtspunkte aus zu beleuchten, der meines Erachtens zu einer physikalisch einwandfreien Deutung derselben führt und die bisher vorhandenen Schwierigkeiten ohne Zwang beseitigt.

In meiner Abhandlung: „Grundzüge der Oeffnungsmechanik von

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1897

Band/Volume: [15](#)

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

Artikel/Article: [Die Ortsbewegung der Bacillariaceen. 70-86](#)