FLORA.

56. Jahrgang.

№ 8. Regensburg, 11. März 1873.

Inhalt. Dr. W. Velten: Bewegung und Bau des Protoplasmas. Fortsetzung und Schluss. — Verkaufs-Offert. — Corrigenda.
Beilage. Repertorium für 1872, Halbbogen 4.

Bewegung und Bau des Protoplasmas.

Von Dr. W. Velten.

(Fortsetzung und Schluss.)

Ueber die Art der Bewegung der verschiedenen Theile des Protoplasmas bestehen sehr verschiedene Ansichten; ich will hier zunächst noch nicht auf die Hypothesen über die Ursache der Bewegung eingehen, obgleich dieselben in direktem Zusammenhang damit stehen, sondern nur davon sprechen, wie sich das Ganze der von jeder vorgefassten Meinung freien Betrachtung darbietet.

Man hat sich mehrfach darüber gestritten, ob man es mit verschiedenen Bewegungen innerhalb eines und desselben Protoplasmas zu thun habe oder nicht. Namentlich war es die Brücke'sche Ansicht, gegen die man sich auflehnte, und es schien fast so gut wie ausgemacht nach den Entgegenstellungen von Nägeli, de Bary und Schultze, dass sie unrichtig sei. Nichtsdestoweniger hat dieselbe in neuester Zeit wieder einen eifrigen Vertheidiger von Seiten eines hervorragenden Botanikers gefunden, und es scheint mir daher angezeigt auf diesen Punkt näher einzugehen, umsomehr meine Untersuchungen über den Einfluss der Elektrizität auf das Protoplasma mir in Bezug auf die gröbere Struktur desselben mehrfache Aufschlüsse ertheilt haben und meine Daten, wie ich hoffe, hinreichen werden, um

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0115-2

die Brücke-Heidenhain-Hanstein'sche Auffassung auf's Entschiedenste zu widerlegen.

Brücke hat uns seine Meinung in jener berühmten Abhandlung über die Elementarorganismen mitgetheilt.[1]) Er unterscheidet zweierlei Arten der Bewegung eines und desselben Protoplasmas der Urticazellen: „eine langsame, ziehende oder kriechende; von dieser hängen die Veränderungen in der Anordnung der Protoplasmamassen ab, ferner eine zweite schnellere, fliessende, welche man an der Bewegung der zahlreichen Körnchen wahrnimmt, die sich in der gesammten Protoplasmamasse finden." Er sagt weiter: „Es wird gewöhnlich so dargestellt, als ob sich die ganze Protoplasmamasse in einer fliessenden Bewegung befände und die Körnchen nur passiv mitgeschleppt würden; ich muss diess aber in Rücksicht auf mein Object entschieden in Abrede stellen. Brücke hält diese letztere Anschauung auf einer optischen Täuschung beruhend. Dass das ganze Protoplasma nicht in einer fliessenden Bewegung begriffen ist, geht für Brücke daraus hervor: „Erstens sieht man und zwar oft in ganz schmalen Bahnen Kügelchen in entgegengesetzter Richtung fliessen und sich vibrirend um einander bewegen, wie es ganz unmöglich wäre, wenn man es hier, wie es gewöhnlich angegeben wird, mit dem Fliessen einer zähen Flüssigkeit zu thun hätte; zweitens kann man die Bewegungen des Protoplasmas ganz deutlich von denen der Körnchen unterscheiden." — Später heisst es dann weiter: „Das sogenannte Protoplasma erscheint hiernach als der contractile Zellleib, der an der Basis eine, vermöge seiner leisten- und wulstartigen Vorsprünge unregelmässige Höhle einschliesst und von einer Flüssigkeit durchströmt wird, welche zahlreiche Körnchen enthält. Diese Flüssigkeit mit dem Blute der Thiere zu vergleichen liegt nahe genug; eine solche Analogie aber ist werthlos, so lange wir nicht mehr als jetzt über den Haushalt des Zellenleibes wissen.

Diese Ansicht wurde von Heidenhain[2]) unterstützt; dass derselbe umständlich Brücke nachzuweisen sich gezwungen sieht, dass das Protoplasma ausser den Körnchen sich auch bewegen kann, nicht feststeht, beruht lediglich auf einem Missverständniss der Brücke'schen Lectüre. De Bary[3]) hält die Auffassung Brücke's, dass zweierlei Bewegungen vorhanden seien für min-

1) Sitzungsberichte der Akademie der Wissenschaften zu Wien 1861. Bel. 44. p. 403 Anm.

2) Heidenhain, Studien des physiologischen Instituts zu Breslau. II. p. 64.

3) De Bary, Ueber den Bau und das Wesen der Zelle. Flora 1862. p. 249.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0116-8

destens sehr zweifelhaft. Er sagt auf Grund seiner Beobachtungen an den Staubfadenhaaren der *Tradescantia*, dass, wenn man ungleichbreite Streifen von Protoplasma scharf einstelle, dass dann ein Punkt an der Oberfläche der Plasmastreifen ebenso schnell in der Strömungsrichtung fortrücke wie die Körnchen im Innern desselben. Weiter heisst es dann, dass Protoplasmaklümpchen, welche viel dicker sind als die Streifen diesen ansitzend mit der gleichen Geschwindigkeit fortgerissen werden, wie die Körnchen. Wenn an einem Plasmastreifen sich die Körnchen in entgegengesetzter Richtung bewegten, so beweise dies weiter Nichts, als dass in einem selbst schmalen Streifen „fliessende" Contractionsbewegungen gleichzeitig nach entgegengesetzten Richtungen vor sich gehen könnten und dass die Partie zwischen gegenläufigen Bahnen zu schmal sei, dass sie unserer Beobachtung verschwinde.

Nach de Bary liess sich Schultze[1]) specieller gegen die Brücke-Heidenhain'sche Ansicht aus. Derselbe entgegnete, dass sehr häufig und sogar gewöhnlich die Körnchen sich nur in der oberflächlichsten Schichte des Protoplasmas bewegten, und dass die Axe des Protoplasmafadens öfters nachweisbar fester, dichter sei als die Oberfläche. Schultze gibt eine hyaline Rinde, die den Mechanismus in sich tragen solle die körnchenhaltige Flüssigkeit fortzuführen nicht zu; die Körnchen würden mit dem grössten Theile ihrer Oberfläche deutlich wie aus der Grundsubstanz hervorragen. Ferner würden bei freien Protoplasmamassen Carminkörper etc. sogleich in Bewegung gesezt, wenn sie mit dem Faden nur äusserlich in Verbindung träten. Ebenso wenig lässt er zweierlei Bewegungen zu. Die Bewegung des Protoplasmas sei zwar zu unterscheiden von der Körnchenbewegung, aber sie sei auch in andern Fällen in Uebereinstimmung mit der letzteren. Die Bewegung der verschiedenen Theile hänge von der Masse ab, so dass je kleiner die Theile sind, seien sie Protoplasma oder Körnchen, sie um so rascher fortbewegt würden und umgekehrt. „Die Körnchenbewegung hat ihren Sitz in der Substanz des contractilen Protoplasmas selbst."

„Aehnliches haben dann auch Nägeli und Schwendener[2]) erwiedert. — Diese geben durchaus zu, dass man es oft mit

1) Schultze. Das Protoplasma der Rhizopoden und Pflanzenzellen. Leipzig, Engelmann, 1863.

2) Nägeli und Schwendener. Mikroskop p. 394.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0117-4

zweierlei Bewegungen zu thun habe, dass aber ebenso oft auch die Bewegung des Protoplasmas mit der Körnchenbewegung übereinstimme. Soweit harmoniren dieselben mit Brücke de Bary gegenüber. Gegen Brücke aber bemerken sie wie Schultze, dass wenn die Körnchen von einer strömenden Flüssigkeit fortgeführt würden, dass sie dann im Innern der Plasmastreifen enthalten sein müssten. Es sei unwahrscheinlich, dass die Körnchen im Innern der Bänder enthalten seien, sicher wäre es, dass weitaus die grösste Anzahl derselben an der Oberfläche dahingleite. Der Umstand, dass Körner, welche viel dicker sind, als die Plasmafäden, an denen sie hingleiten, dieselben Erscheinungen zeigen, wie diejenigen grosser Plasmabänder, lassen sie die Brücke'sche Ansicht nicht annehmen. „Die Körner und Körnchen adhäriren auf der Oberfläche des Fadens und bewegen sich fort wie ein Seiltänzer auf seinem Seile." Die ganze Erscheinung ist ihnen identisch mit der Glitschbewegung, wie sie von Nägeli bei *Closterium* entdeckt wurde.

Man hätte nun erwarten können, dass die Brücke'sche Ansicht für die speciellen Fälle des oberflächlichen Kriechens der Körnchen an Protoplasmafäden allgemein für widerlegt gehalten wäre. Einen Beweis, dass dieselbe für alle im Protoplasma enthaltenen Körnchen keine Geltung habe, war sowohl Nägeli und Schwendener, als auch Schultze freilich schuldig geblieben. Die ebengenannten Forscher glaubten dies auch nicht besonders beweisen zu müssen, da sie das Vorkommen der Körnchen im Innern des Plasma für unwahrscheinlich hielten.

In neuester Zeit ist nun aber die Brücke'sche Ansicht von Neuem wieder aufgetaucht. Es ist Hanstein,[1]) der Brücke's Anschauung als die klarste und genaueste vertheidigt. Die Gründe, die die obenerwähnten Gelehrten bewogen, Brücke anzugreifen, fallen bei ihm nicht ins Gewicht, da derselbe von anderen Prämissen ausgeht. Hanstein nimmt an, die Protoplasmaströme seien von einer zarten Membran umhüllt; er gibt namentlich folgende Gründe an: „Fast überall scharf gegen den weniger dichten Zellsaft abgegrenzt sieht man niemals eines der strömenden Körnchen mit den Theilchen, die in jenem suspendirt sind, sich berühren oder zwischen diese gerathen. Die im Zellsaft be-

1) Hanstein. Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn. Die Bewegungserscheinungen des Zellkerns in ihren Beziehungen zum Protoplasma p. 217.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0118-0

findlichen Körnchen sollten nie durch die Bewegung der Plasmabänder beeinflusst werden." Seine eigenen Worte sind weiter: „Die scharfen Umrisse der Strombänder bieten, wo sich deren zwei oder mehrere unter sich oder mit dem Primordialschlauche oder Kernprotoplasma berühren die eigenthümlichen Spannungscurven dar, die zwischen den Oberflächen netzartig verbundener gezerrter elastischer Bänder entstehen müssen." Hanstein meint das Kriechen von Chlorophyllkörnchen auf der Oberfläche der Fäden käme nicht vor, es sei das eine optische Täuschung; ebenso soll der Umstand, dass Theilchen entgegesetzter Ströme sich unmittelbar berühren und stören, dagegen sprechen, dass dieselbe längs der Oberfläche der Bänder sich bewegten. Hanstein nimmt ebenso wie Brücke zweierlei Bewegungen an, die Bänderbewegung und die Bewegung einer körnchenhaltigen Flüssigkeit.

Ich bin etwas näher eingegangen auf die Details der verschiedenen Ansichten über die Protoplasmabewegungen und habe so kurz als wie möglich dieselben skizzirt. Ich musste dies desshalb thun, weil der Punkt, den ich nun von mir aus beleuchten will, mir sehr wichtig erscheint, indem er überhaupt das Fundament abgibt für alle weiteren Studien über die Bewegungserscheinuugen: — Nur die Erscheinung selbst soll uns beschäftigen, nicht die Ursache derselben.

Meine Beobachtungen sind in erster Linie in Bezug auf diesen Gegenstand an den Stengel- und Blätterhaaren von *Cucurbita Pepo* gemacht; öfters habe ich auch die Haare der *Goldfussia glomerata* benutzt. — Was ich von diesen sagen werde, glaube ich auf alle verwandten Fälle ausdehnen zu können. Ich habe mich hauptsächlich an die circulationsartige Bewegung des Protoplasmas gewandt, weil die frei durch das Innere der Zelle ziehenden Fäden weit besseren Aufschluss über den Bau des Protoplasmas ergeben, als das Wandplasma. Hat man einmal eine bestimmte Vorstellung über die gröbere Struktur der Fäden gewonnen, so ist es auch leicht, sich bei dem der Wand anliegenden zurecht zu finden; umgekehrt sind die Schwierigkeiten weit grösser.

Wenn man die Haare der obenbezeichneten Pflanzen untersucht, so ist es unschwer zu erkennen, dass einmal, ja in derselben Zelle, das Protoplasma als eine ganz gleichmässige

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0119-8

homogene Substanz erscheint, das anderemal erkennt man deutlich eine Struktur; hellere und dunklere Partieen wechseln mit einander ab. Von welchen Umständen diese Veränderung abhängt, habe ich noch nicht erforscht. — Niemand wird behaupten wollen, die Grundsubstanz habe sich chemisch verändert; desshalb habe man in einem Falle eine homogene Masse, das anderemal eine heterogene vor sich. Es kann kaum einem Zweifel unterliegen, dass die Grundsubstanz des Protoplasmas selbst in einem Falle sich abgetheilt habe in Schichten geringeren und in Schichten grösseren Wassergehalts oder was mir viel natürlicher erscheint, die Grundsubstanz habe sich gefächert, so dass zwischen ihr nur wässrige Flüssigkeit, eine Lösung sich befindet. Dass das Protoplasma als Ganzes eine Substanz ist, die ein wechselndes Anziehungsvermögen zu Wasser hat, ist eine längst bekannte Thatsache; man stellt sich die Sache so vor, dass einmal den Fall festgesetzt das Protoplasma ziehe Wasser an, so wird das überschüssige Wasser in Hohlräumen ausgesondert, die die bekannten Vacuolen darstellen; den ganzen Vorgang zusammengenommen bezeichnet man mit Imbibition. Da es sich in dem obengenannten Falle um zwei wesentlich verschiedene Dinge handelt, nämlich darum, ob das Protoplasma Wasser in seine kleinsten Interstitien, zwischen seine Molekülcomplexe aufnimmt, oder ob es Wasser durch dieselben hindurchsaugt, was auch wahrscheinlich passiv vor sich gehen kann, so will ich nur die Wasseraufnahme zwischen die einzelnen Molekülcomplexe Imbibition nennen, diejenige in die grösseren Hohlräume aber Insuction. [1]) Bei der Insuction kann das aufgenommene Wasser als kugelförmiger Körper erscheinen — die bekannten Vacuolen oder es wird in langgezogene äusserst feine Capillarräume aufgenommen. Viele Vacuolen verdanken ihre Entstehung der Erweiterung eines Insuctionscanals.

Mit der Frage ob, wenn das Protoplasma als gleichmässige Masse erscheint, doch noch eine Differenzirung desselben im gröberen Sinne anzunehmen ist, habe ich mich noch nicht beschäftigt. Es sei angenommen, das Protoplasma sei in der oben angedeuteten Weise geschichtet, und dies sieht man bei den erwähnten Pflanzenhaaren ganz gewöhnlich, so erblickt man bei scharfer Einstellung des Mikroskopes auf einen horizontal unter demselben verlaufenden Faden in diesem äusserst zarte längsverlaufende

1) Genauer Insuccation.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0120-9

Linien, die das Licht stärker brechen; zwischen ihnen sind Streifen eingelagert, die in ihrem Lichtbrechungsvermögen mit der den Faden umgebenden Zellflüssigkeit übereinstimmen. Die ersteren Längslinien sind nichts Anderes als die Grundsubstanz des Protoplasmas; zwischen ihnen befindet sich wässrige Flüssigkeit, was aus dem Nachfolgenden erhellen wird. Man könnte nun a priori denken, das Ganze seien eine Menge getrennter Fädchen von Protoplasma in einem und demselben Gesammtfaden. Dem ist jedoch nicht so. Die Räume, die die wässrige Flüssigkeit einschliessen sind geschlossen oben und unten, was natürlich nicht direkt gesehen werden kann, was sich aber aus dem Verhalten der Körnchen ergibt. Man sieht zunächst, dass die kleinen Körnchen für gewöhnlich in diesen zarten Plasmalinien liegen, und dass ihre Bewegung abhängig ist von diesen Linien. Ist ein Körper innerhalb eines solchen zarten Längsstreifs von Protoplasma, so zeigt er keine Spur von Molekularbewegung, ragt er aber zur Hälfte entweder in die Zellflüssigkeit oder in ein Insucctionscanälchen, so zeigen sich schon Spuren derselben und sie tritt endlich vollkommen ein, wenn das Körnchen ganz frei in das Insucctionscanälchen geräth. In einzelnen Fällen ist die Molekularbewegung so stark, dass man gezwungen ist anzunehmen man habe es mit einer sehr verdünnten wässrigen Lösung zu thun nicht mit wasserreichem Protoplasma innerhalb eines Canals. Ist der ganze Faden in einer fortschreitenden Bewegung begriffen, so wird auch das frei im Wasser tanzende Körnchen mit fortgezogen; befindet sich aber nur ein Theil des Fadens in Bewegung, sei es der ober- oder unterhalb, links oder rechts liegende, so erhält dasselbe Anstösse verschiedener Art, wobei es aber doch längere Zeit seinen alten Platz behaupten kann; stösst aber dasselbe gelegentlich wieder an das Protoplasma an, so kann es rasch das Weite suchen. Dass eben ein solches Körnchen längere Zeit stets an demselben Ort herumtanzen kann beweist, dass es in einem geschlossenen Raume sich befindet, denn wenn diess nicht der Fall wäre, so würde es bald in die allgemeine Zellflüssigkeit fallen, von wo aus es nur schwer wieder in das Protoplasma aufgenommen werden kann. Bei den dickeren Fäden erkennt man ferner auch, dass man es mit einem zusammengesetzten Canalsystem zu thun hat, dessen Querschnitt wechselnde Form besitzt, und in welchem die wasserhaltigen Zwischenräume auch beständig Verschiebungen erleiden. Diese Dinge können in besonders geeigneten Objecten direct gesehen werden. Mein Mi-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0121-5

kroskop [1]), das zwar ich nichts weniger als zu den besten rechnen kann, gestattet mir immerhin, in nicht zu dünnen Fäden die Lage zu bestimmen, in der ich mich im deutlichen Sehen befinde, so dass ich mir getraue zu sagen, ich bin in der obersten, mittleren oder untersten Lage eines Fadens; über den Verlauf der plasmatischen Kammern kann ich daher mit einiger Anstrengung in's Klare kommen. Ist einmal die Tatsache festgestellt, dass Körnchen, wenn sie Molekularbewegung zeigen, in den Insucctionscanälchen liegen, so ist auch damit bewiesen, dass wenn dieselben ohne Molekularbewegung von einem Längsstreif zum andern quer herübergelangen, dass sie nicht durch das Insucctionswasser gegangen sind, sondern dass sie mit oder ohne Plasma an oder in der oberen oder unteren Wand des Canals herübergegleitet sind. Die Körnchen gehen unter gewöhnlichen Umständen in oder an dem Protoplasma; sie befinden sich ganz gewiss nicht nur an der Oberfläche des Gesammtprotoplasmas, sie sind sicher eben so oft auch im Innern enthalten. Was aber das Wichtigste ist, will ich noch einmal betonen, dass nämlich die Körnchen sich weder in grossen noch in kleinen Kanälchen bewegen, wie es die Brücke'sche Vorstellung verlangt, sondern dass ihre normale Bewegung in oder an dem den wasserhaltigen Kanal umschliessenden Protoplasma vor sich geht.

Die Kanälchen sind grösstentheils langgezogen und enden meist mit schiefen Querwänden. Sie können für längere Zeit ihre Form behalten, obgleich Körnchen an ihnen entlang gleiten und ich gestehe offen, dass ich mich lange vergeblich bemühte zu entscheiden, ob wirklich nur Körnchen für sich vorüberziehen oder ob zugleich immer Protoplasma weitergeführt wird, wobei dann anzunehmen wäre, dass es in der vorgeschriebenen Bahn sich für einige Zeit bewegen kann, ohne die Form des Kanals zu ändern; die Form des Kanals bleibt manchmal trotz der Bewegung für kürzere Zeit ein und dieselbe.

Zu dieser Anschauung eines Kanalsystems (durchaus nicht zu verwechseln mit einem schwammartigen Gerüste) bin ich nicht gekommen dadurch, dass ich das Protoplasma in seinem normalen Zustande und in seinen Bewegungserscheinungen einfach mit dem Auge verfolgt habe, denn die Erscheinungen, die ich beschrieb,

1) Gewöhnlich benütze ich ein Gundlach'sches Mikroskop mit Immersionssystem und schwacher Ocularvergrösserung, so dass die Gesammtvergrösserung etwa 600 beträgt, welche Zusammenstellung auffallend helle und klare Bilder liefert.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0122-1

sind gerade nicht so augenfällig, dass man sie auch bei normalem Protoplasma auf den ersten Blick erkennen würde. Es war das Studium des Einflusses der Elektricität, die mich dazu hinleitete.

Die Anwendung der Elektricität behufs des Studiums der plasmatischen Substanzen ist desshalb von grosser Bedeutung, weil dieselbe jeden Augenblick gestattet in allen möglichen Abstufungen ihrer Stärke die Einwirkung derselben zu verfolgen; freilich sind sonst in dieser Richtung viele Fragen noch nicht zeitmässig, indem die experimentelle Physik noch vieles vorher zu lösen hat, ehe man in logischer Verkettung seine Fragen an den pflanzlichen Organismus stellen kann; man ist zwar zu weit gegangen, wenn man eine gewisse Antipathie verrieth gegen die Anwendung dieses Agens, indem man meinte, die mechanischen und physiologischen Wirkungen wisse man noch nicht recht zu sondern, allein ich möchte behaupten, dass die mechanischen, überhaupt die rein physikalischen Wirkungen der Elektricität meist erst dann deutlich zu Tage treten, wenn von einer physiologischen Wirkung nicht mehr die Rede sein kann, d. h. mit anderen Worten das Protoplasma ist alsdann meist schon todt.

An die Elektricität als Ursache der Protoplasmabewegung ist auch schon oft gedacht worden, allerdings mehr, weil man das gänzlich Unverständliche durch etwas Unverständliches, was man gleichsam mehr fassen konnte, erklären wollte; man hat sich dieser Anschauung wieder mehr entfremdet, weil es nicht gelingen wollte, die auf- und absteigenden Plasmaströme bei der Rotation umzukehren, wenn die Elektricität in umgekehrtem Sinne die Zelle durchlief. Mit welchem Recht aber frage ich, sollte das Misslingen dieses Versuches einen Gegenbeweis abgeben, gegen eine Anschauung, die man heute wohl begründen kann, wenn man es nur ernstlich versuchen will. Wer hat eine Ahnung davon, wie die elektrischen Ströme in der Zelle kreisen, wenn sie die Ursache der Bewegung sind? Wer kann sagen, dass man dieselben compensiren oder übercompensiren könne, wenn man einfach einen elektrischen Strom durch eine Zelle oder ein ganzes Blatt jagt? Die Einrichtungen des protoplasmatischen Bewegungsorgans sind unter allen Umständen höchst complicirter Natur und eine Fortführung materieller Theilchen innerhalb der Zelle durch Anwendung strömender Elektricität beginnen meist erst, wenn die Bewegung des Protoplasmas gehemmt ist.

Das Studium der Einwirkung der Elektricität auf das Protoplasma ist für mich von grossem Interesse geworden, weil ich

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0123-6

manche Erscheinungen kennen lernte, die meine Vermuthungen, sie sei die Ursache der Bewegung nur unterstützten, nie aber untergruben; allerdings stehen die gewonnenen Resultate in gar keinem Verhältniss zu der Mühe und Arbeit; ich habe mir's aber nicht verdriessen lassen, weil auch nur eine geringe Förderung unserer Kenntnisse des Protoplasmas, dieses schwierigst zu studirenden Körpers, mir unter allen Umständen wichtig erschien.

Eine künstliche Rotation, wie sie der der Charenzellen ähnlich ist, habe ich in den Zellen der Cucurbita-Haare zu Stande gebracht, indem ich einen elektrischen Strom durch die Zelle leitete. Das Protoplasma war aber jedesmal schon todt und schwamm in einzelnen Fetzen in der Zelle umher; mit dem Umdrehen der Ströme wendete sich auch die Rotation um. Wollte ich aber aus gleichen Erscheinungen in diesem Falle jetzt schon auf gleiche Ursachen schliessen; so hiesse das einen schlechten wissenschaftlichen Sinn verrathen.

Um aber endlich wieder zu meinem eigentlichen Gegenstande zurückzukehren, so wollte ich bemerken, dass diese Differenzirung des Protoplasmas weit leichter genauer verfolgt werden kann, wenn man dafür Sorge trägt, die Insucction wachsen zu lassen, ohne dass die Imbibition sichtlich zunimmt. Dies geschieht, wenn man durch die Zellen der Cucurbita-Haare einen Inductionsstrom gehen lässt, der aber sehr schwach sein muss. Ich will hier nicht alle die Erscheinungen aufzählen, die schrittweise verfolgt werden können, wenn der elektrische Strom an Stärke wächst; dies sei Gegenstand eines besonderen Aufsatzes; für jetzt genüge zu wissen, dass die Protoplasmafäden breiter, dicker werden durch dieses Agens, was dadurch bewirkt wird, dass Wasser aus der Zellflüssigkeit in's Innere des Fadens eintritt, Wasser das sich zunächst wie es scheint nur in den Insuctionscanälchen ansammelt, während die Plasmalinien, resp. Wände zunächst dieselbe Dicke behalten. Zugleich bemerkt man, dass eine grosse Anzahl Körnchen mit einem Male Molekularbewegung zeigen, die vorher nicht wahrzunehmen war, und man überzeigt sich, dass dies daher rührt, dass durch den grossen Spielraum, den die Körnchen in den Insuctionscanälchen jetzt haben, diese lange darin herumtanzen können, sofern sie sich einmal von den Plasmawänden losgelöst hatten, ehe sie wieder dem Plasma einverleibt werden, das vorderhand noch seine Bewegungen fortsetzt und seinen adhärirenden Körnchen wenig oder gar keine Molekularbewegung gestattet. Die Insucctionskanälchen können,

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0124-2

wenn man die Zelle sich selbst überlässt nach einiger Zeit wieder an Grösse abnehmen und kein Mensch wäre im Stande zu sagen, dass mit dieser Zelle experimentirt worden wäre. Körnchen, die in einem Insucctionskanal tanzen, wenn er noch so weit ist, können nicht in die Zellflüssigkeit fallen, ein Beweis wie schon erwähnt dafür, dass man es nicht mit einfachen Plasmafalten zu thun hat. Körnchen aber, die äusserlich dem Faden ansassen, fallen durch die Einwirkung der Elektricität leicht in die Zellflüssigkeit, ein Vorgang der auch bei normalem Protoplasma, wenn auch selten gesehen werden kann. Fängt eine Zelle aber an auf natürlichem Wege abzusterben, so sieht man sehr häufig, dass die Plasmakörnchen die in oder an der Oberfläche des Plasmas sich bewegten, dasselbe verlassen und alsdann in der Zellflüssigkeit umhertanzen.

Ich will nicht vergessen zu erwähnen, dass auch Hofmeister[1]) a priori die Brücke'sche Anschauung, dass eine körnerreiche Flüssigkeit innerhalb des Protoplasmas ströme, für durchführbar hält; seine Entgegnungen gelten nur der alles erklären sollenden Contractilitätslehre.

Wir sind durch die obigen Auseinandersetzungen zu folgendem Hauptsatz gekommen:

„Für einzelne Fälle ist es erwiesen, dass das Protoplasma ein Kanalsystem ist. Die Plasmakörnchen bewegen sich in oder an den Wänden der wässrige Lösungen einschliessenden Kammern; niemals sieht man eine körnchenhaltige Flüssigkeit in dem Protoplasma strömen; es sind nicht in sich zurücklaufende Kanälchen vorhanden, sondern dieselben sind vielfach unterbrochen durch Querwände. Die Configuration der Kammern wird durch die Bewegung der plasmatischen Wände fortwährend verändert; nur für kürzere Zeit kann eine Form eingehalten werden."

Was nun die zweierlei Bewegungen betrifft, die mehrere Forscher annehmen, so lassen mich meine Beobachtungen auch hier nicht beistimmen. Man hat sie als wesentlich unterschieden, weil man oft sehen kann, dass eine Menge Körnchen an einer Masse ruhenden oder fast ruhenden Protoplasmas rasch vorüberströmen. Diese Thatsache ist nie bestritten worden. Um dess-

1) Hofmeister. Pflanzenzelle. Leipzig. Englmann p. 62.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0125-8

halb aber zweierlei Bewegungsarten zu unterscheiden, müsste die Voraussetzung richtig sein, dass die kriechenden Theile ihre langsame Bewegung ein für allemal beibehalten; dies ist aber nicht der Fall. Es ist eine sichere Thatsache, dass ein und dieselbe Masse bald langsam sich bewegt, bald ruht, bald wieder im raschesten Tempo davoneilt. Dass einzelne Theile nicht nur plötzlich in einen ruhenden, sondern auch in einen festeren Zustand übergehen können lehrt beispiellsweise folgendes: Ein Protoplasmafaden hatte sich in einer Cucurbitahaarzelle derart abgezweigt, dass er nach Kurzem eine Brücke bildete zwischen zwei dicken Fäden; die Brücke war schief ausgespannt zwischen diesen; dieselbe blieb plötzlich stehen für längere Zeit, trotzdem in den sie tragenden Fäden die Bewegung lebhaft vor sich ging; in letzteren war die Bewegungsrichtung des Protoplasmas und der Körnchen so, dass alle Theile in dem einen nach rechts gingen, in dem andern nach links; die schief aufgespannte Brücke blieb nicht stehen, weil sie dem Zuge der Aufhängefäden nicht mehr nachgeben konnte, denn die Anordnung war so getroffen, dass bei ihrer Fortführung einer oder beiderseits sie unter allen Umständen hätte kürzer werden müssen. Es wäre zu erwarten gewesen, dass wenn die Ansatzstellen der Brücke auch nicht sich selbst hätten weiterbewegen können, dass sie durch die strömenden Theile passiv mitgerissen worden wäre, selbst vorausgesetzt, dass eine ruhende nicht sichtbare Partie die Haftpunkte abgegeben hätte. Die Brücke blieb stehen. Es bleibt somit nichts Anderes übrig als anzunehmen, dass die Ansatzstellen der Brücke und ein Theil der Aufhängefäden plötzlich in einen ruhenden, unverschiebbareren d. h. festeren Zustand übergegangen ist. Diese sichere Thatsache, der leicht noch andere hinzugefügt werden könnten, lehrt zugleich, dass das Protoplasma nicht immer gleich leicht verschiebbar ist in allen Richtungen. In Bezug auf das, was ich hier hauptsächlich durch dieses Beispiel zeigen wollte, geht hervor, dass die Eigenschaften ein und desselben Protoplasmas mehr oder weniger in der Zeit wechseln können, ein Umstand, der wie ich kaum mehr zweifeln kann, mit die Ursache ist der vielen Streitfragen, die die Consistenz des Protoplasmas zum Gegenstand haben.

Hanstein[1]) hebt mit Recht hervor, dass die Bildung der das Innere der Zellen durchziehenden Fäden meist unrichtig geschildert werde.

1) Sitzungsberichte der niederrheinischen Gesellschaft in Bonn. p. 221.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0126-4

Heidenhain[1]) lässt die Fäden bei Vallisneriaepidermiszellen und Hydrochariszellen derart entstehen, dass an einer Stelle der Wandschicht sich zunächst ein kleiner Protoplasmakegel erhebt, der sich quer durch die Zelle verlängert bis er das Protoplasma der gegenüberliegenden Seite der Zelle erreicht; gewöhnlich soll der Faden dann wieder nach einiger Zeit zerrissen werden.

Ebenso behauptet Hofmeister[2]) die Bildung der Fäden bei *Tradescantia virginia* und *Esbalium agreste* sei ähnlich der der Mycomycetenplasmodien. Ebenso wie dort sollten zuerst entweder an den dickeren Streifen des Wandbelegs und der bereits vorhandenen Stränge keulige Hervorragungen entstehen, die hyalin, körnchenlos sind; erst wenn sie eine gewisse Länge erreicht, sollten Körnchen in sie einströmen und nun würden sie sich verlängern und Anastomosen bilden. Auch er gibt ein Zerreissen der Stränge zu.

Um die Identität der Bewegungserscheinungen des Protoplasmas der Polythalamien und der Radiolarien zu demonstriren lässt endlich auch Häckel[3]) die Fäden der Tradescantiazellen in der eben angegebenen Weise sich bilden.

Die Entstehung der Fäden bis ins Kleinste zu verfolgen hat grosse Schwierigkeiten. Knotige Anschwellungen sowohl des Wandbelegs als auch der Fäden können allerdings oft genug gesehen werden, dass dieselben sich aber verlängern, um Fäden zu bilden, bestreite ich durchaus und ich schliesse hierin mich nur den Entgegnungen Hansteins an. Hanstein weist darauf hin, die Fäden träten als seitliche Falten aus der Fläche des Wandprotoplasmas oder aus schon bestehenden Bändern heraus. Hanstein lässt einfach eine Partie Plasma sich seitlich als Falte abgeben. Meine Beobachtungen machen mir es wahrscheinlich, dass die Bildung der Fäden folgendermassen vor sich gehe. Ein Insuccationskanal schwillt in Folge von Wasseraufnahme an; liegt derselbe nahe an der Zellflüssigkeit, so hebt er das über ihm liegende Protoplasma wenig oder weit ab. Das Ganze sieht aus, als habe sich eine Falte abgehoben, da man nur den optischen Querschnitt des abgehobenen Theiles sehen kann; befinden sich aber zufällig freie Körnchen innerhalb dieses ringförmigen abgehobenen Theiles

1) Heidenhain. Studien des physiologichen Instituts zu Breslau. p. 63.
2) Hofmeister. Pflanzenzelle. p. 45.
3) Häckel. Radiolarien. p. 98. Berlin. Reimer.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0127-9

und dem Wandbeleg, so sieht man, dass man es mit einer geschlossenen Blase zu thun hat, die sich erst später oben und unten öffnet, was nicht direkt wahrgenommen werden kann der Feinheit der Protoplasmaplatten halber. Ist der Faden gebildet, so strömen neue Massen in ihn ein und er kann so lange werden, dass er diagonal die längste Zelle durchsetzt. In letzterem Falle lässt er aber nur eine geringe Dicke zu, und folgt bald dem Protoplasma eigenthümlichen Bestreben wieder zu verschmelzen. Die Verschmelzung geschieht äusserst rasch. Der Strang kann sich seitlich an das Wandbeleg anlegen und mit einem Schlag wird derselbe der Länge nach in dasselbe aufgenommen. Ein Zerreissen von Plasmasträngen kommt niemals vor. Daraus geht hervor, dass die Bewegung der das Innere der Zelle durchziehenden Fäden nicht bedingt ist durch ein einfaches Ziehen von dem Wandbeleg her; ebensowenig kann gesehen werden, dass die Bewegung bedingt sei durch ein Schieben von der einen Seite der Wand aus, Dinge, die ich früher als bekannt voraussetzte, als ich über die Art Bewegung der Protoplasmafäden sprach.

Wir haben bei Cucurbitahaarzellen und andern gesehen, dass das Protoplasma nicht als eine homogene Substanz erscheint, sondern dass dasselbe durchdrungen ist von äusserst feinen, zahlreichen, langgezogenen Wassertheilchen, dass dasselbe differenzirt ist. Wir haben ferner gesehen, dass die Volumenzunahme des Gesammtprotoplasmas bedingt ist in erster Linie durch die Erweiterung der Wasserkanälchen, dass diese endlich zu dem werden können, was man gewöhnlich unter Vacuolen versteht. Wir sind desshalb zur Kenntniss einer gröberen Structur desselben gelangt. Von der Structur der Grundsubstanz des Protoplasmas haben wir noch nicht gesprochen. Ob dasselbe imbibitionsfähig ist in dem Sinne, wie es Nägeli in jener bekannten genialen Abhandlung für die Stärkekörner nachgewiesen hat, wird die Zukunft zu entscheiden haben. Molekularstructur muss dasselbe unter allen Umständen besitzen, eine Molekularstructur, derenthalb wir in erster Linie von Organisation des Protoplasmas reden. Die Ansichten über dieselbe schwanken noch zwischen zwei Extremen hin und her. Einerseits ist es die Ehrenberg'sche, die von wenigen Anhängern vertreten wird, nach der selbst bei den niedrigsten Organismen ein und derselbe Bildungstypus herrscht, der bei den höher organisirten Thieren zu entschiedenerem Aus-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0128-5

drucke kommt. Er sagt[1]: „Ein Thier ist jeder dem Menschen in den Hauptsystemen des Organismus gleicher lebender Körper ohne Gleichmass dieser Systeme oder jeder (und mit Sicherheit nur ein solcher) Organismus, welcher ein Ernährungssystem, ein Bewegungssystem, ein Blutsystem, ein Empfindungssystem und ein Sexualsystem besitzt." Dieser Standpunst ist jetzt fast allgemein überwunden. Andererseits ist der Glaube an eine formlose und einfache Structur des Protoplasmas ebenso wenig stichhaltig. Das Protoplasma muss eine complicirte Structur und Organisation besitzen. Abgesehen von der Bewegung desselben, die möglicherweise nicht einmal direkt im Zusammenhange mit der Organisation steht muss die letztere aus den Gestaltungs- und Ernährungsvorgängen desselben erschlossen werden. Die Abscheidungen festerer Gebilde nach Aussen und nach Innen sprechen für sie. Alle diese Erscheinungen gestatten nicht das Protoplasma als formlose Masse zu bezeichnen, deren Theile in jeder Richtung gleich leicht verschiebbar sind. Ich kann mich wenig einverstanden erklären, wenn Häckel[2]) sagt: „Wir können durch die positive Beobachtung jederzeit die Thatsache erweisen, dass an der Stelle eines Zellenaggregates oder eines Complexes verschiedener anderer histologisch differenzirter Elementartheile bei dem Protoplasma etwas ganz anderes vorhanden ist, nämlich eine durchaus homogene Flüssigkeit, deren Elementartheilchen (Moleküle) in höchstem Grade die Fähigkeit besitzen, nach allen Richtungen des Raumes hin ihre gegenseitige Lage beliebig zu verändern" und dann weiter: „Man sieht die Körnchen jedes beliebigen Punktes an jeden beliebigen andern Punkt des Mutterbodens und der davon ausstrahlenden Pseudopodien in succesiver Ortsveränderung durch Benutzung wechselnder Ströme hinwandern und überzeugt sich in der That aufs unzweifelhafteste, dass jedes kleinste Primitivtheilchen oder Molekül eines zusammenhängenden Sarcodekörpers durch succesiven Ortswechsel an den Ort jedes beliebigen andern gelangen kann." Es ist zwar wahr, es sieht so aus, als ob die einzelnen Theilchen beliebig sich in einander bewegen könnten. Bei Ver-

1) Ehrenberg. Ueber die Acalephen des rothen Meeres und den Organismus der Medusen der Ostsee. p. 247. Abhandlungen der Königl. Akad. der Wissensch. zu Berlin 1835.

2) Häckel. Die Radiolarien. p. 97. — Häckel schliesst sich der Ansicht einer nicht geringen Anzahl von Autoritäten an, indem er nicht nur die Sarcode für identisch erklärt mit dem Pflanzenprotoplasma sondern auch die Bewegungserscheinungen beider.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0129-4

schmelzungen von Protoplasmafäden kann man beobachten, dass einzelne Körnchen augenblicklich seitlich von einem Faden in den andern in diesen weit hinein sich verlieren können; es ist diess und andere Beispiele aber noch kein Beweis, dass ein Plasmatheilchen von einem Ort zum andern beliebig gelangen kann. Der Schein spricht zwar dafür, aber die Thatsache, dass das Protoplasma nicht beliebige Formen bei seinen Bewegungen annimmt, dass es manigfache aber doch bestimmte Gestalten durchläuft und die absolut nothwendige complicirte Organisation, die man voraussetzen muss, lässt eine solche Anschauung nicht zu.

Ich will es bei diesen Andeutungen bewenden lassen; ich bin mir nur zu gut bewusst, dass meine Erfahrungen in diesen Dingen weit zurückstehen gegen diejenigen eines Mannes, der in so klarer Weise und tiefblickend sich über die Organisation des Protoplasmas ausgesprochen hat. Brücke gebührt das Verdienst diese Fragen ernstlich angeregt zu haben; ihm ist man zu Anerkennung gezwungen.

Verkaufs-Offert.

Zu verkaufen: eine wohlgeordnete und ansehnliche Pflanzensammlung, enthaltend: Die Flora von Deutschland, Frankreich, Italien, der Schweiz, Schweden etc.; ferner an Cryptogamen: die Farrnkräuter, Laub- und Lebermoose, Algen, Flechten und Schwämme von Deutschland nebst vielen ausländischen Arten sowie eine reichhaltige Käfersammlung.

Nähere Auskunft ertheilt

Louis Funk
in St. Georgen b. Bayreuth.

Corrigenda in No. 7.

S. 98 Z. 23 statt des Wassers — der Zellflüssigkeit.
„ „ Z. 30 statt Körnchen — ihren Körnchen.
„ 99 Z. 17 statt -strömung — -strömung.“
„ „ Z. 7 v. u. statt darbiete — darbietet.
„ „ Z. 6 v. u. statt nicht schwer — schwierig.
„ 100 Z. 3 statt kann — könnte.

Redacteur: Dr. Singer. Druck der F. Neubauer'schen Buchdruckerei (Chr. Krug's Wittwe) in Regensburg.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03638-0130-5

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1873

Band/Volume: 56

Autor(en)/Author(s): Velten Wilhelm

Artikel/Article: Bewegung und Bau des Protoplasmas 113-128