FLORA.

58. Jahrgang.

№ 5. Regensburg, 11. Februar 1875.

Inhalt. Dr. Carl Schumann: Ueber die Bewegungen in der Zelle von Closterium Lunula. — C. Müller: Manipulus muscorum novorum ex America septentrionali. — Anzeige.
Beilage Tafel II.

Ueber die Bewegungen in der Zelle von *Closterium Lunula.*

Von Dr. Carl Schumann.

(Mit Tafel II.)

Die ersten Notizen über Bewegungen in der Closteriumzelle finden sich im Jahre 1821 aufgezeichnet. Gruithuisen [1]) beschreibt der damaligen Auffassung gemäss, die in den Vacuolen befindlichen Partikeln als Samenkörperchen, die sich in lebhafter Bewegung befinden. Die im Jahre 1827 von Brown bekannt gemachte Molecularbewegung liess für diese Erscheinung eine annehmbare Erklärung zu, welche Meyen [2]) 1837 aussprach. Derselbe machte zugleich auf die der Chara ähnliche Rotationsströmung in der ganzen Zelle aufmerksam. Ehrenberg [3]) Focke [4]) Siebold [5]) besprachen

1) Nova acta Leop. Acad. X. 2. pag. 449.

2) Wiegmanns Archiv. 1837 pag. 425.

3) Ehrenberg, die Infusorien als vollkommene Organismen. Leipzig 1838 pag. 87 und 91.

4) Focke physiolog. Studien. Bremen 1847 pag. 53.

5) Siebold Zeitschrift für wissensch. Zoologie I. Bd. Leipzig 1849 pag. 270.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0067-6

beide Verhältnisse eingehender. Die Auffassung über die Art der Bewegung in den Vacuolen ist bis auf unsere Tage dieselbe geblieben. De Bary [1]) und Naegeli [2]) bezeichnen die Körnchen als in Tanzbewegung begriffen, ein Ausdruck, welcher der Zweckmässigkeit halber für die Brown'sche Benennung Molecularbewegung in der Botanik durch Nägeli in Aufnahme gebracht worden ist.

Untersuchungen in dieser Hinsicht, welche ich an *Closterium Lunula* vorgenommen habe und bei denen ich stets die Molecularbewegung kleiner Partikelchen in Flüssigkeiten in Vergleich zog, nöthigten mich, meine frühere Auffassung über den in Rede stehenden Gegenstand, dass nämlich diese Bewegung mit der Brown'schen zu identificiren sei, eingermassen zu verändern; im folgenden will ich die Gründe hierüber entwickeln. Die Vacuolen von *Closterium Lunula*, welche die in lebhafter Bewegung begriffenen Körnchen enthalten, haben nicht, wie diess gewöhnlich gezeichnet wird, eine Form, welche sich durch eine Hohlkugel ausdrücken lässt, Taf. II fig. 1 v. Die Gestalt ist vielmehr entweder konisch oder sie stellt eine Kugelkappe dar, welche in dem unteren, d. h. nach dem Chlorophyllkörper zugewandten Theil, stets durch eine Calotte von bedeutend grösserem Krümmungsradius abgeschlossen wird. Sie ist also unter allen Umständen oben stark, unten flach gewölbt. Dabei ist dieselbe in fortdauernder Gestaltveränderung begriffen; bald nähert sich der obere Pol dem Ende der Zelle, bald entfernt sie sich von ihm. Die Begrenzungscurven der Vacuole erreichen bald die unmittelbare Nähe der Zellwand, es bleibt daher nur ein kleiner Zwischenraum zwischen beiden Contouren, dann weicht die Peripherie der Vacuole wieder weiter nach dem Centrum zurück; diess kann auf beiden Seiten gleichmässig geschehen, oder es vollzieht sich nur auf der einen und unterbleibt auf der anderen. In diesem Wechsel der seitlichen Gestaltveränderungen beruhen die vorhin angedeuteten Formabänderungen der ganzen Vacuole; die Verengerung des Querschnitts bedingt die Verlängerung — die Zunahme in der Breite bewirkt die Verkürzung des Längedurchmessers.

Der Antrieb zu dieser Pulsation liegt in den Strömungen des Protoplasmas. Ich untersuchte nur die Beschaffenheit des-

---

1) De Bary, die Conjugaten. Leipzig 1858. pag. 43.

2) Naegeli, Gattungen einzelliger Algen. Zürich 1849. pag. 106. Ders. Beiträge zur wissenschaftl. Botanik. Leipzig 1860 pag. 11.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0068-2

selben, soweit es sich zwischen Zellwand und Chlorophyll befindet. Hier stellt es sich zunächst der Zellwand als ein hyaliner Primordialschlauch von äusserster Zartheit dar; er wird nur sichtbar bei Anwendung contrahirender Medien; unmerklich betreffs der Abgrenzung folgt darauf ein pruinöses Plasma, welches als Ausgangspunkt für ein System dünnerer Fäden und dickerer Stränge dient. Beide Theile, der Primordialschlauch, wie das letztgenannte Plasma, kleiden die Räume zwischen den Chlorophyllplatten in schlauchartiger Form aus, indem sie ebenso gestaltete Vacuolen einschliessen. An denjenigen Zellen, welche gewissermassen einen jugendlichen Zustand dadurch andeuten, dass das Chlorophyll wegen des Mangels an inliegendem Amylum und Oel hellgrün und durchscheinend ist, finden sich wenige oder gar keine Querstränge, welche die Längslinien der Vacuolenwände verbinden. In dem Masse aber, als die erwähnten Bestandtheile sich vermehren, wächst auch die Zahl jener durchsetzenden Protoplasmafäden, und zwar so, dass sie zuerst in der Nähe des Zellkerns in beiden Zellhälften symetrisch auftreten, nach einem grösseren Zwischenraum, der leer von den Querbinden bleibt, folgen neue dann vervielfältigen sie sich nach kürzeren Entfernungen, bis in der Nähe der Vacuole der ganze Raum, welchen die Chlorophyllbänder zwischen sich lassen, von körnigem Plasma erfüllt ist. Je mehr die Zelle assimilirt, desto mehr werden die Zwischenfäden neu eingesetzt und desto kleiner wird der Inhalt der durch sie gesonderten Hohlräume. Die an Körnchen reichsten Stellen sind die Höhen der Chlorophyllbänder. Ja von hier aus nimmt die Zahl der Körnchen nach dem Centrum der Zelle zu ab.

In dem ganzen Protoplasma ist dauernde Bewegung wahrnehmbar, welche durch die fortrückenden Körnchen angezeigt wird. Dieselbe ist nicht ein regelloses Hin- und Herfluthen, sondern ist nach einem bestimmten Plan geordnet. Die Körnchen strömen ruckweise nach dem Ende der Zelle zu, bald gehen sie in gleichmässigem Zug vorwärts, dann machen sie plötzlich Halt, weichen auch zuweilen zurück um wieder mit grösserer Geschwindigkeit den Weg fortzusetzen. Sind sie an der Vacuole angekommen, so ist der enge Zwischenraum für die gröberen Partikelchen ein unüberwindliches Hinderniss, sie häufen sich hier an, während die feinen Contenta ungehindert die Enge passiren. In dem Raum zwischen dem oberen Vacuolenrande herrscht demgemäss, weil die Ströme von allen Seiten fortwährend neues Protoplasma zuführen, ein reges Tummeln. Deutlich sieht man, wie die ein-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0069-0

zelnen Ströme gegen einander ankämpfen, kleine Inhaltskörperchen, welche mit dem homogeneren Plasma nach dem oberen Behältniss geführt worden sind, fliessen ruhelos hin und her, bis sie zwischen den aufsteigenden Strömen einen niedergleitenden gefunden haben, der sie in den Hauptzellraum zurückführt; diese rückwärtslaufenden Ströme treffen, nachdem sie über die Vacuole hinweggekommen sind, die am Eingang der Enge zwischen Vacuole und Zellhaut angehäuften gröberen Körnchen und reissen alle die aus dem Bereich der aufsteigenden Ströme in ihre Gewalt kommenden Theile mit fort. Daher geschieht es, dass der aufsteigende Strom sich an der Vacuole scheinbar theilt, indem die eine Hälfte der Wand der Zelle folgend, rotationsähnlich kreist, während der andere Arm mit spitzer Umdrehungscurve sich auf den Rückweg begiebt.

Der ungleichmässige Verlauf der Körnchenströmung in dem Hauptzellraum hat einen zweifachen Grund. Der aufsteigende und sich nieder bewegende Strom gehen, und diess ist besonders auf der Körnchenreihenhöhe der Chlorophyllplatten ersichtlich, oft dicht neben einander vorbei, ist nun der eine durch reichlicheres Protoplasma besonders mächtig, so kann er den anderen momentan inhibiren, oder sogar ein Stück nach der anderssinnigen Richtung mitschleppen; ausserdem aber vermag — auch diese Wirkung äussert sich dann in der Nähe der Vacuole und zurückgreifend auf die unmittelbar folgenden Theile — die Körnchenstauung eine partielle Hemmung der Ströme zu Wege zu bringen. Von diesen gröberen Partikeln gelingt es bei recht kräftigen inhaltsreichen Strömen dem einen oder dem anderen, den Schlund zwischen Vacuole und Zellwand zu passiren: man bemerkt, dass dies mit einer gewissen Schwierigkeit geschieht, denn in der Hautschicht der Vacuole wird eine Einbuchtung, Taf. II. fig. 1. a, erzeugt. Dasselbe irrt dann in dem oberen Raume unstet umher, bis es ein mächtiger Strom wieder erfasst und zurückleitet. Auf diesem Wege gelang es mir 2 mal zu sehen, wie dasselbe in dem Engpasse erst zur Ruhe und dann, indem offenbar ein bedeutender Strom auf der andern Seite seine Kraftäusserung geltend machte, die Hautschicht durchbohrend in den Vacuolenraum eindrang und hier an der Bewegung sich betheiligte.

Dieses Factum hat schon Nägeli[1]) beobachtet und er beschreibt auch, dass er den Austritt desselben wahrgenommen hat.

1) Nägeli l. c.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0070-1

Ich habe denselben bei genügender Zahl von Untersuchungen, niemals sehen können, und meine auch, dass derselbe niemals statt hat, wenigstens führt mich folgende Ueberlegung dazu. Der Ausdruck der Kraftäusserung in Molecularbewegung schwingender Körper ist ohne Zweifel viel zu gering, als dass eine solche Arbeitsleistung, wie das Durchbohren der Hautschicht, geschaffen werden könnte, die doch, wie wir oben gesehen haben, ziemlich bedeutend sein muss, denn in bei Weitem der Minderzahl von Fällen gelingt es erst einem Körnchen in die Vacuole einzudringen. Zudem ist leicht zu beobachten, dass die Körperchen niemals in so nahe Berührung mit der Hautschicht kommen, um den Durchbruch zu versuchen, sie müssten dann zunächst adhäriren und diess kann man in keinem Falle wahrnehmen. Ich komme auf diesen Punkt später zurück. Endlich bemerkt man, dass diejenigen Zellen, welche hellgrün gefärbt sind, also wenig assimilirt haben, eine geringere Zahl Körnchen enthalten, als dunkler reich mit assimilirten Stoffen durchsetzte. Fände der Eintritt wie der Austritt statt, so müsste die Zahl der Körnchen nahezu constant bleiben oder zum mindesten dürfte man nicht solchen auffallenden Zahlenunterschieden begegnen.

Ich glaube vielmehr, dass diejenigen Körnchen, welche einmal eingeschlossen sind, niemehr entschlüpfen können; nur dann werden sie in den allgemeinen Strom wieder aufgenommen, wenn die Vacuole verschwindet. Und dies muss zu bestimmten Zeiten geschehen.

An Exemplaren von *Closterium*, welche ich in Spiritus gelegt hatte, beobachtete ich constant, dass sich quer über die Zelle in der Mitte 1—4 eigenthümliche, äusserst zarte Linien, Taf. II Fig. 1 b., zogen, welche in gleicher Entfernung vom Zellkern in beiden Zellhälften symetrisch auftraten. Anfangs hielt ich, als ich nur eine derselben sah, diese für den Beginn der Theilung; ich überzeugte mich aber, dass hier keine Wand vorlag, sondern nur die Grenzandeutung einer sehr geringen Structur-Veränderung in der Zellwand; bei sehr genauer Beobachtung konnte ich diese Linien auch an frischem Material jederzeit beobachten und ich überzeugte mich, dass sie keiner Closteriumzelle fehlten. In einigen Fällen fand ich dann auch, dass die eine Zellhälfte ein entschieden anderes Aussehen angenommen hatte; sie war dunkler geworden, erschien fast krankhaft, der prall anliegende Primordialschlauch aber, sowie die Anwesenheit der Vacuole lehrten mich, dass sie völlig gesund sei; die andere Hälfte der Zelle

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0071-7

war normal gestaltet; sie war hellgrün, mit wenigen Assimilationsprodukten versehen; letzteres galt auch von der ersten Hälfte, in beiden Vacuolen befanden sich sehr wenige Körperchen in Bewegung. Zu erwähnen ist noch, dass an der Grenzlinie die Zellhaut dicker, gequollen aussah. Jedenfalls glaube ich aus dieser Beobachtung schliessen zu dürfen, dass bei Closterium eine periodische Verschleimung der Zellmembran sich vollzieht. Diese greift wechselweise auf der einen und der anderen Zellhälfte Platz und es bleibt die Marke, bis zu welcher dieselbe sich erstreckt hat, an der Zelle wahrnehmbar. Es ist wohl nicht zweifelhaft, dass dabei die assimilirten Inhaltsproducte aufgebraucht werden; dann würde eine Erklärung gegeben sein für die Erscheinung, dass man auch dann, wenn Neubildungen von Individuen in Closteriencolonieen nicht wahrzunehmen sind, wie ich deren während der Monate Oktober — Dezember, trotz mehrere hundertfacher Betrachtung niemals sah, man doch zahlreiche Exemplare von hellem Grün und mit jugendlichem Aussehen antrifft. In dieser Periode scheinen auch die Vacuolen zu verschwinden, ihre Einschlüsse zu entlassen und erst später erscheinen sie wieder und füllen sich von Neuem. Es sind diese dünnen Linien schon früher gesehen, aber für Zustände der Theilung gehalten worden — ich mache aufmerksam auf Focke l. c. Taf. III. Fig. 14. Ehrenberg Tafel VI fig. VII 2.

Ich habe noch zu erwähnen, dass die Bewegung des Protoplasmas in den Closterumzellen mit der Erhöhung der Temperatur bis c. 27 ° C. zunimmt; dann vermindert sie sich, bis sie bei 41 ° C. in völligen Ruhezustand geräth; hiermit ist auch die Contraction des Primordialschlauchs verbunden.

Die Wahrnehmung, dass bei gesteigerter Rapidität der Strömung die Molecularbewegung der Körnchen an Geschwindigkeit zu gewinnen schien, liess mich einen Zusammenhang beider ahnen, der dann auch bei weiterer Prüfung auf das genaueste constatirt werden konnte.

Die Ueberlegung, dass Protoplasmaströme, welche im Stande sind, die Form der Vacuole dauernden Veränderungen, die sich auf allen Seiten geltend machen, zu unterwerfen, auch vermögen, mit dieser Contourenvariation zugleich Stösse auf die minimalen Inhaltseinschlüsse auszuüben, hat von vornherein nichts Unwahrscheinliches. Es ist wahr, dem äusseren Anschein nach hat die Bewegung eine täuschende Aehnlichkeit mit der von Brown entdeckten, aber doch erkennt man nach einiger Uebung einige Ab-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0072-3

weichungen. Die Körnchen tummeln lebhaft dicht aneinander gefügt um sich herum, aber hier und da wird eins im grossen Bogen herausgeschleudert aus der Gemeinschaft der Uebrigen, geht ein wenig nach der Wand zu, um dann in ebenso kurzer Frist zum Hauptschwarm zurückzukehren. Solche eigenthümlich verlaufende Curven sah ich bei molecular schwingenden zickzackförmig sich bewegenden Partikelchen — wie Indigo in Wasser — niemals, auch die Neigung, stets nach dem Ausgangspunkt sich zurückzuwenden, ist nicht deutlich ausgesprochen, wie denn schon Wiener und Exner darauf hingewiesen haben, dass die kleinen Theilchen in keiner Beziehung der Gravitation zu einander stehen.

Die in Rede stehende Bewegung kann auch deswegen nicht zu der Molecularbewegung gezählt werden, weil die Körnchen nicht gleichmässig in dem ganzen Raum der Vacuole vertheilt sind. Ich stellte mir zum genauen Studium molecular schwingender Körper in kleinen Räumen künstliche Vacuolen dar, indem ich Indigo in Wasser fein vertheilte, dann einen möglichst kleinen Tropfen auf das Objectglas brachte und dann entweder Oel oder Chloroform hinzutreten liess. Ich hatte dann unter günstigen Umständen eine grosse Zahl kleiner Hohlräume, die mit molecular sich bewegendem Indigo erfüllt waren, von der verschiedensten Gestalt. Durch den Zusatz von Öl od. Chloroform vermochte ich auch die Unterschiede des spec. Gew. u. deren etwaige Einflüsse zu beobachten, da das erstere leichter, das letztere schwerer als Wasser ist.

Zu meinen Zwecken am geeignetsten waren die kugelrunden kleinsten mit möglichst zahlreichen Indigopartikeln erfüllten Vacuolen. Ich sah in denselben, dass die minimalen Theilchen gleichmässig den ganzen Raum erfüllten, mit Ausnahme der äussersten Randpartien; hier übte die Adhäsion der Hautschicht einen anziehenden u. somit hemmenden Einfluss auf die Bewegung aus. Die grösseren, normal auch noch erzitternden Indigotheilchen waren bewegungslos u. die kleinsten, sonst äusserst lebhaft sich tummelnden Körnchen, zeigten nur hie u. und da ein schwaches Hin- und Herschwanken, bis ihm durch irgend einen Umstand, etwa die Ausdehnung der Peripherie der Vacuole, od. durch den Anstoss eines benachbarten im freien Raum tanzenden Körperchens die Ueberführung in den bewegten Kreis ermöglicht wurde. Die gleiche Erfahrung machte ich an äusserst kleinen Hohlräumen, welche ich bei der Anwendung von Bromoform und Wasser erhielt. Der Durchmesser war von gleicher Grösse wie die

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0073-8

Vacuolenräumen in den Closterien und in denselben schwangen kleine Wasserbläschen in der verschiedensten Zahl, ich sah solche Vacuolen die nur 3 tanzende Bläschen enthielten neben anderen, die über 20 einschlossen. Vergleiche ich mit dieser Erfahrung die Lage der schwingenden Körnchencomplexe in der Closteriumvacuole, so ist hierbei ein wesentlicher Unterschied sogleich in die Augen springend. Die einzelnen Partikeln befinden sich nämlich nicht in gleichförmiger Suspension durch den ganzen Raum zerstreut, sondern sind dicht geschaart, im Centrum zusammengehäuft. Diese Thatsache kann keine andere Erklärung finden, als dass die simultanen, rings um die Vacuole kreisende Protoplasmaströme ihre Kraftäusserungen nicht blos auf die Form der Vacuole ausüben, sondern dass dieselben radial fortschreitend auch auf die Inhaltscontenta ihre Einwirkung fortpflanzen. Nur dann ist es möglich, dass die randlichen Vacuolenräume von tanzenden Körperchen frei bleiben und dass jedes sich nahende Korn unmittelbar nach dem Centrum zurückgeschleudert wird. Da sich diese Stösse von allen Seiten nahezu gleichförmig vollziehen, so ist die natürliche Folge, dass die Mitte der Sammelplatz für alle Inhaltbestandtheile wird. Der helle d. h. körnchenfreie Raum zu beiden Seiten der tanzenden Körnchen beträgt durchschnittlich $^1/_5$ von dem Durchmesser der Vacuole. Aus diesem Grunde wird auch ersichtlich, dass die Körnchen einmal von der Vacuole eingeschlossen, dieselbe nicht mehr verlassen können. Aber noch mehr: die Bewegungen der Körnchen steigert sich, sobald die Geschwindigkeit der protoplasmatischen Bewegung zunimmt, wie oben erwähnt wurde. Doch zugegeben, dass man sich bei so kleinen Dingen über solche relative Bestimmungen irren kann, so ist doch jedenfalls die Thatsache für meine Ansicht sprechend, dass die Bewegung aufhört, wenn die protoplasmatische Bewegung sistirt wird. Der Zusatz von Säuren, Jod, Glycerin, Erhöhung der Temperatur heben wie bekannt die Strömungen des Plasmas. In demselben Masse aber, als ihre Einwirkung sich zeigt, verlangsamt sich auch die Locomotion der Körnchen, bis sie total verschwindet. Nun aber sind alle diejenigen Mittel, welche eine Tödtung des Individuums zu Wege bringen, auch immer von der Wirkung, dass der Primordialschlauch contrahirt wird. Man wird mir daher entgegnen, die Veränderung in der Beschaffenheit der Flüssigkeit, welche den Schwingungen als Vehikel dient und durch deren Rollen der Molecüle die ganze Bewegung erzeugt wird, sei von hemmendem und endlich annulirendem Einfluss. Doch ist

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0074-4

dies nicht der Fall. Wenn man äusserst verdünnte Jodlösung in Anwendung bringt, so contrahirt sich der Primordialschlauch nicht und der wässrige Inhalt der Vacuole tritt nicht aus. Man ersieht diess daraus, dass die Bräunung des Protoplasmas an dieser Stelle eine viel weniger intensive ist, und dass man die Umrisse der Vacuole noch erkennt.

Hier muss demgemäss das Protoplasma noch in jener dünnen Schicht vorhanden sein, welche dem engen Raume zwischen Zellhaut und Vacuolenperipherie entspricht und innerhalb derselben muss sich eine ungefärbte Flüssigkeitspartie befinden. Ohne Zweifel ist die Beschaffenheit derselben nicht in soweit geändert worden, dass die Theilchen nicht noch ebenso lebhaft sich bewegen könnten, aber ordnungslos liegen sie jetzt in dem Raume zerstreut, nur hin und wieder aufzuckend. Dieselbe Erfahrung machte ich bei der Anwendung von Alkohol in einem Falle; auch hier war die Vacuole erhalten geblieben doch die Körnchen hatten das Centrum verlassen, zum grösseren Theil lagen sie an dem nunmehr convexen unteren Vacuolenraum, einzelne befanden sich am entgegengesetzten Ende ohne Bewegung. Es scheint mir hieraus auch als ob die Flüssigkeit der Vacuole zur molecularen Bewegung der Körnchen überhaupt nicht geeignet sei.

Was nun die Natur der schwingenden Partikeln anbetrifft, so bin ich ebenso wenig wie De Bary zu einem sicheren Resultate gekommen. Nur das möchte ich erwähnen, dass dieselben nicht sämmtlich anorganischen Ursprungs sind. Die Form ist einmal keineswegs durchgehends die glattflächiger Krystalle; wenn auch Dinge vorkommen, deren bestimmte Formen sich deutlich als solche erweisen, so sind doch auch rundliche, unbestimmte Gestalten nicht zu verkennen. Zudem habe ich oft beobachtet, dass einzelne Körnchen bei Zusatz von concentrirter Schwefelsäure ihre Gestalt offenbar verändern, ja dass die Zahl derselben geringer wird. Nachdem ich den Ursprung derselben aus dem Protoplasma nachgewiesen habe, ist diese Ansicht nicht ohne Wahrscheinlichkeit, denn man wird doch keineswegs meinen wollen, dass alle körnigen Einschlüsse des Protoplasmas unorganischer Natur seien und die scharfen Ecken und Kanten der Krystalle dürften nicht allein der begünstigende Factor beim Durchdringen der Hautschicht der Vacuole sein. Das Glühen der Closterienzelle führte mich auch zu keinem Resultate, entweder war der Primordialschlauch verkohlt und undurchsichtig, oder es lagen bei vollkommner Verbrennung der Körperchen so viel in dem

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0075-0

angedeuteten Hohlraum der Zelle, dass man eine Schätzung, welches die Körperchen der Vacuole sein dürften, nicht wagen konnte. Ich halte die Methode der Verbrennung überhaupt für sehr misslich; die erste Einwirkung der Wärme besteht in der Contraction des Primordialschlauchs, die bei hohen Temperaturgraden in bedeutenderem Masse vor sich geht als durch irgend ein anderes Mittel; es verbrennt die Zellhaut und der protoplasmatische Inhalt krümmt sich oft heraus, wo ist es dann möglich die Lage der früheren Vacuole aufzufinden. Gegen diesen Umstand hilft auch die vorsichtigste Behandlung nicht. Ich unternahm das Glühen äusserst langsam die Hitze steigernd auf dünnen Glimmerblättchen oder auf Deckgläschen, mit Zuhilfenahme von Schwefelsäure und ohne dieselbe, doch wie gesagt, ohne Erfolg.

Zu der Ueberzeugung bin ich aber auf das Bestimmteste gelangt, dass Gyps nicht in der Vacuole enthalten sein kann, denn Gyps schwingt im Wasser überhaupt nicht dauernd molecular; eine Beobachtung, die man sehr leicht mit Gypspulver, welches hinreichend fein ist, wiederholen kann.

Bei allen meinen Beobachtungen fühlte ich auf das Lebhafteste, dass unsere Kenntnisse über die Browns'che Bewegung noch sehr unvollkommen sind. Wir besitzen so wenige und für alle Zwecke brauchbare Arbeiten darüber, dass die Untersuchung das dankbarste Feld für einen Physiker sein müsste.[1]) Ich machte eine grosse Anzahl Versuche mit den verschiedensten Substanzen in den mannigfaltigsten Flüssigkeiten, stiess aber bald auf solche Schwierigkeiten bei der eingehenden Umarbeitung, dass es mir klar ward, die Untersuchung könne nur bei den gründlichsten physikalischen Studien mit fruchtbarem Erfolge betrieben werden. Einige dürften interessant genug sein, dass ihre Mittheilung entschuldbar ist.

Die Molecularbewegung ist mathematisch ausgedrückt eine Funktion die abhängig ist von einer grossen Zahl von Variabeln. Ich will nur erwähnen: das specifische Gewicht, die Cohäsions-

1) Die mir zugängliche Literatur, in welcher Notizen sich finden, war folgende: Wiener Chr. Erklärung des atomistischen Wesens der tropfbar flüssigen Körper und Bestätigung derselben durch die sogenannte Molecularbewegung. Poggend. Annal. 118. Schulze f. Die Sediment-Erscheinungen und ihr Zusammenhang mit verwandten physikalischen Verhältnissen, Poggend. Annal. 129. — Exner Untersuchungen über Brown'sche Molecularbewegung. Sitzungsber. mathemat. naturwissensch. Classe der Wiener Academie 1867.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0076-6

verhältnisse der Flüssigkeit, die Grösse der Partikeln, die Dichtigkeit ihrer Lagerung, und wie Exner nachgewiesen hat, Licht und Wärme. Aus dem ersten der erwähnten Factoren ergiebt sich zunächst die Unterscheidung von perpetuirlicher Molecularbewegung, wie man sie wochenlang an eingekitteten Präparaten beobachten kann; und temporäre. Die lang andauernde und stets anhaltende wird beobachtet an Gummi Gutti, Tusche, Indigo in Wasser, die zweite tritt bei allen Körpern auf sobald sie in Flüssigkeiten bewegt worden sind, sie ist meist nur von kurzer Dauer und kann durch gewisse Mittel, welche suspendirte Niederschläge flockig fallen machen, wie Hausenblase, fast augenblicklich aufgehoben werden; s. Schulze l. c.

Von den zahlreichen Versuchen, welche ich gemacht habe, will ich nur eine Reihe hervorheben. Das Verhalten des Indigos zu verschiedenen Flüssigkeiten. Sein spec. Gew. übersteigt nach dem Indigotin zu urtheilen das des Wassers nur um 0,3. Man weiss derselbe erhält sich im Wasser so lange in Bewegung, dass man die ewige Dauer annehmen kann; ich selbst beobachtete 10 Tage hindurch ungeminderte Lebhaftigkeit.

Mehrfach ist schon mitgetheilt worden, dass Glycerin (ich benützte solches von spec. Gew. 1,25) die Bewegung nicht unterhält. Das Gleiche beobachtete ich in Kalilauge, gesättigter Zinksulphatlösung, gesättigter Chlorcaliumlösung. In Chlornatriumlösung konnte ich nur an einigen der kleinsten Partikeln Bewegung constatiren. In allen diesen Fällen kommt ohne Zweifel die Differenz des spec. Gew. nicht in Betracht, die schwerste der angewandten Lösungen hat 1,402; es liegt der Grund nur in den Cohäsionsverhältnissen, in der Viscosität der Flüssigkeit. Je mehr Arbeit verbraucht wird, um die einzelnen Molecüle des flüssigen Körpers gegen einander zu verschieben, desto weniger lebendige Kraft wird abgegeben an die suspendirten Körper, so dass dieselben zuletzt in Ruhe verharren. Es ist sehr zu bedauern, dass über diese Eigenschaften keine Zahlangaben zu Gebote stehen u. dass man sich auf die rohe Schätzung verlassen muss, wenn man bestimmen will, ob diese od. jene Flüssigkeit mehr od. minder beweglich ist.

Sobald die Dickflüssigkeit abnimmt, tritt in gleichem Masse die Bewegung ein; ich verdünnte das oben erwähnte Glycerin mit dem gleichen Volumen Wasser. Das spec. Gew. des Gemisches war 1,133. In diesem Medium konnte ich schon die Bewegung wenn auch immer erst der kleinsten unmessbaren Theilchen fest-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0077-1

stellen. Bei nochmaliger Verdünnung mit weiteren 2 Theilen Wasser, so dass das sp. Gew. 1,062 war, schwangen schon messbare Körper lebhaft. Exner giebt an, dass beim Erwärmen des Glycerins auf 50° Bewegung eintritt; bei dem Präparat, das ich in Anwendung brachte, war es mir nicht möglich, die gleiche Erfahrung zu machen, wenn immerhin an weniger dickflüssigem Glycerin die Erscheinung nicht ausbleiben dürfte, da die Wärme die Beweglichkeit der Molecüle durch bie Zufuhr lebendiger Kraft erhöhen muss.

In derselben Weise wie die Flüssigkeiten mit höherem spec. Gew. als Wasser u. grösserer Zähigkeit als dieses die Molecularbewegung nicht unterhalten, so zeigen sich auch flüssige Medien von geringerem spec. Gew. u. bedeutenderer Viscosität, wie das Mandelöl. Eine Zwischenstellung nehmen die Stoffe ein von der Beschaffenheit der Propionsäure spec. Gew. 0,992, Octylacetat spec. Gew. 0,872, Methyleaprinol 0,826, dieselben sind ein wenig dickflüssiger, als Wasser u. haben demgemäss eine nur temporäre Bewegung, welche allerdings mehrere Stunden unter dem Deckglas anhalten kann.

Ausserordentlich leicht bewegliche Substanzen von geringem spec. Gew. wie Alkohol, Aceton, Benzin u. Aether lassen keine Molecularbewegung wahrnehmen. Offenbar weil die Bewegungsenergie ihrer Molecüle nicht im Stande ist den Einfluss des spec. Gew., das um Vieles geringer ist als das des Indigos, zu überwinden.

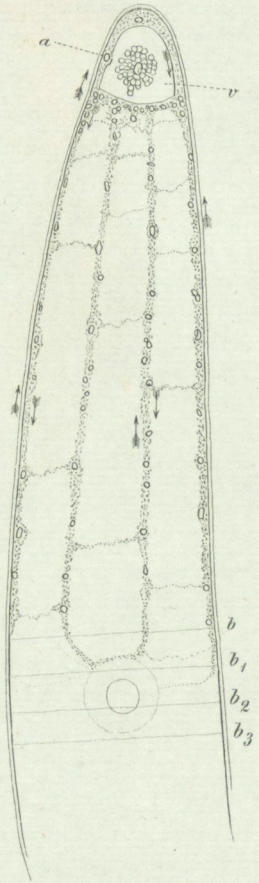
Um so merkwürdiger aber ist die Thatsache, dass Chloroform spec. Gew. 1,49, Jodaethyl spec. Gew. 1,946, Bromaethylen spec. Gew. 2,163 die ausgiebigste Bewegung unterstützen u. wenn ich von dem letztgenannten Körper schliessen darf, sind ihnen perpetuirliche Schwingungen eigen; ich sah dieselbe mit ungemindeter Rastlosigkeit 2 Tage lang dauern. Schwierigkeiten wie die leichte Verdunstung u. andere Umstände hinderte mich, die Untersuchung weiter auszudehnen, was einer späteren Zeit vorbehalten bleibt.

Manipulus muscorum novorum

ex America septentrionali. — Auctore Carolo Müller.

1. *Bryum Atwateriae* C. Müll. n. sp.; *Bryo alpino* simillimum e lutescenti-viridi purpurascens robustum strictum, ramis longiusculis uncialibus obtusatulis; folia caulina dense imbricata madore vix patula, e basi angustiore latiuscule ovata ligulate obtu-

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0078-7



Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03641-0583-2

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1875

Band/Volume: 58

Autor(en)/Author(s): Schumann Karl Moritz

Artikel/Article: Ueber die Bewegungen in der Zelle von Closterium Lunula 65-76