

Oesterreichische Botanische Zeitschrift.

Gemeinnütziges Organ

für

Die österreichische
botanische Zeitschrift
erscheint

den Ersten jeden Monats.
Man pränumerirt auf selbe
mit 8 fl. öst. W.

(16 R. Mark.)
ganzjährig, oder mit
4 fl. ö. W. (8 R. Mark.)
halbjährig.

Inserate
die ganze Petitzeile
15 kr. öst. W.

Botanik und Botaniker,

Gärtner, Oekonomen, Forstmänner, Aerzte,

Apotheker und Techniker.

N^o. 3.

Exemplare
die frei durch die Post be-
zogen werden sollen, sind
blos bei der **Redaktkoo**
(V. Bez., Schlossgasse Nr. 15.)
zu pränumeriren.

Im Wege des
Buchhandels übernimmt
Pränumeration
C. Gerold's Sohn
in Wien,
so wie alle übrigen
Buchhandlungen.

XXVI. Jahrgang.

WIEN.

März 1876.

INHALT: Aktiv oder Passiv. Von Velten. — *Verbascum freynianum*. Von Dr. Borbas. — Kroatische Hieracien. Von Vukotinovic. — Algen des Triester Golfes. Von Hauck. (Schluss.) — Ueber *Sphaeria moriformis* und *S. spurca*. Von Hazslinszky. — Pflanzen auf der Weltausstellung. Von Antoine. (Fortsetzung.) — Literaturberichte. — Correspondenz. Von Janka, Freyn, Dr. Borbas, Gremblich. — Personalnotizen. — Vereine, Anstalten, Unternehmungen. — Botanischer Tauschverein. — Inserate.

Aktiv oder Passiv?

Von Dr. Wilh. Velten.

Adjunkt an der forstlichen Versuchsleitung.

Eine für die Pflanzenphysiologie wichtige Frage ist es, welche von den Inhaltsgebilden der Zellen sich aktiv, und welche sich passiv bewegen.

Das Folgende liefert einen kleinen Beitrag zur Entscheidung dieses in seiner Allgemeinheit freilich vorläufig nicht entgiltig zu lösenden Problems.

Das eigentliche Protoplasma, jener stickstoffhaltige complicirte Körper oder Organismus, darüber sind wir keinen Augenblick im Zweifel, bewegt sich selbstständig, d. h. seine Ortsveränderungen werden hervorgerufen durch in ihm selbst frei werdende Kräfte. Wir können uns sogar noch so ausdrücken, falls die Kräfte¹⁾ als elektrische in Erscheinung treten.

In voriger Beziehung verhalten sich solche Zellen, deren Inhalt dauernd an gleichem Orte seine Bewegungen vollzieht, gleich denen, die ihren Ort verändern.

¹⁾ Velten. Bau und Bewegung des Protoplasma. Regensburger Flora 1873.

Es gibt aber andere, nicht minder wichtige Gebilde, wie der ebengenannte, die an Komplizirtheit in der Organisation diesem Nichts nachgeben; es sind diess die Chlorophyllkörner, der Zellkern und vielleicht auch die kleinen Körperchen im Protoplasma; für diese gilt unsere Fragestellung.

Es ist interessant, die Ansichten und Beweisführungen für diese über die Selbstständigkeit oder Unselbstständigkeit der Bewegung dieser Gebilde sich vorzuhalten, welche gewiegten Fachmännern entstammen.

Zunächst sehen wir Meyen¹⁾, der früher die Bewegung dem Zellensaft zuschreibt und die Zellensaftkügelchen, d. h. Chlorophyllkörner der *Vallisneria spiralis* mitschwimmen lässt, später aber zu der Ansicht gelangt, dass der Grund der Bewegung in sehr vielen Fällen den festen Stoffen selbst zuzuschreiben sei.

Unger²⁾ spricht sich über die Bewegung der grösseren und kleineren Körperchen, welche in dem Protoplasma der *Vallisneria* enthalten sind, dahin aus, dass diese sich bei der Bewegung ganz und gar passiv verhalten.

In Bezug auf die winzigen Körnchen im Protoplasma, welche wir so überaus häufig beobachten, sind Nägeli³⁾ und Schwendener der Ansicht, dass die bewegenden Kräfte in den Körnchen selbst ihren Sitz haben. Andererseits finden wir wiederum bei Hofmeister⁴⁾ die Meinung, dass die grösseren und kleineren Protoplasmakörnchen sichtlich passiv von dem Plasma fortbewegt werden. Sachs⁵⁾ lässt die Zellkerne und Chlorophyllkörner bei *Vallisneria* als passive träge Massen durch das Protoplasma fortschieben.

Eine eingehendere Betrachtung über dieses Thema finden wir weiterhin bei Franke⁶⁾. Dieser tritt auf's entschiedenste für die Ansicht Sachs ein, so dass also auch die lichtwärts sich bewegenden Chlorophyllkörner passiv ihren Ort verändern würden.

Hanstein⁷⁾ lässt den Zellkern bei der Zirkulationsbewegung verschiedener Pflanzenzellen aktiv sich bewegen.

Sachs⁸⁾ spricht neuerdings in seinem Lehrbuch IV. die Meinung aus, dass es jedenfalls gewiss scheine, dass die Chlorophyllkörner an sich eine freie Bewegung nicht besitzen und durch das bewegliche Protoplasma bald hierhin, bald dorthin geführt werden.

Prillieux⁹⁾ glaubt, dass die Chlorophyllkörner von Elodea gewöhnlich passiv sich bewegten, bei Einwirkung des Sonnenlichtes aber aktive Ortsveränderungen eintreten würden.

¹⁾ Pflanzenphysiologie II. Band p. 234.

²⁾ Anatomie und Physiologie der Pflanzen 1855 p. 275.

³⁾ Mikroskop p. 396.

⁴⁾ Pflanzenzelle p. 37.

⁵⁾ Pflanzenphysiologie p. 450.

⁶⁾ Pringsheim's Jahrbücher, Bd. VIII.

⁷⁾ Die Bewegungserscheinungen des Zellkerns. Sitzungsberichte der niederrh. Ges. Bonn 1870, p. 224.

⁸⁾ Botanik IV. p. 721.

⁹⁾ Prillieux. Compt. rendus. LXXVIII. p. 752. 1874.

Die vorliegenden Ansichten sind im Allgemeinen sachlich wenig begründet, vielmehr ist es der Eindruck, den die Erscheinungen auf den Beobachter machen, der bestimmend für die eine oder andere Ansicht einwirkt. Begründungen finden wir streng genommen nur bei Nägeli und Schwendener und bei Frank.

Nägeli und Schwendener stellen die Bewegung der Körnchen in Parallele mit der Glichtsbewegung von *Closterium*. Sie sind im Mikroskop der Ansicht, dass die motorischen Kräfte, welche bei freischwebenden Körnchen die talzende Molekularbewegung hervorrufen, durch den Kontakt derselben mit Protoplasma so weit modifizirt werden, dass sie eine in gleicher Richtung fortschreitende Bewegung bedingen.

Es ist mir nun aber aus einer Diskussion, welche ich mit Herrn Prof. Dr. Nägeli über diesen Gegenstand früher führte, hervorgegangen, dass die aufgeworfene Frage — abgesehen davon, dass wenn man zwar einmal unbedingt eben diese Ansicht vertheidigen will, allerdings nur Wahrscheinlichkeitsgründe gegen dieselbe erhoben werden können — doch ein gänzlich anderes Gesicht erhält, wenn man sich einmal während des Beobachtens vorstellt, die Körnchen besäßen, indem sie glichten, selbst keine motorischen Kräfte und sie würden nur durch die Bewegung des Plasmas ihren Ort verändern, oder sie bewegten sich selbstständig¹⁾.

Gehen wir mit der einen oder anderen Vorstellung an das Mikroskop; wir werden für die eine Ansicht gewiss ebensoviel Gründe finden wie für die andere, sobald wir von den oft gefährlichen Analogieschlüssen absehen.

Ich würde mich sehr täuschen, wenn Herr Professor Nägeli jetzt der einen Ansicht mehr huldigte als der anderen.

Wie verhält es sich nun mit der Begründung Frank's, welcher die Chlorophyllkörner sich passiv bewegen lässt?

Man kann das von ihm Vorgebrachte folgendermassen zusammenfassen:

Bei den Ortsveränderungen der Chlorophyllkörner befindet sich auch wirklich das Protoplasma in denselben Bewegungen.

Eine Ortsveränderung geht überhaupt Hand in Hand mit derjenigen der Chlorophyllkörner.

Dass das Protoplasma das Bewegende ist, bemerkt derselbe schliesslich, lässt sich dadurch erweisen, dass wenn in solchen Zellen die Chlorophyllkörner durch Körper anderer Art ersetzt sind, diese dann die gleichen Ortsveränderungen darbieten wie jene. So zeigten die Wanderung auch vergeilte Chlorophyllkörner, ebenso auch farblose oder nur schwach gefärbte Stärkekörner.

Diess sind die wesentlichen Momente, an welche sich Frank hält. Die übrigen dort niedergelegten Beweisgründe sind nicht so tiefgehender Natur, dass sie eine detaillirte Gegenbeweisführung verlangen.

¹⁾ Hiebei ist natürlich die mystische Vorstellung eines mit freiem Willen begabten Individuums gänzlich ausgeschlossen.

Der erste Punkt betrifft die gleiche Bewegungsrichtung des Protoplasma und der Chlorophyllkörner. Diese Erscheinung ist, wenn man sie allgemein nimmt, unbestreitbar. Wir haben aber keinen Grund anzunehmen, dass das Chlorophyllkorn nicht im Stande ist selbst Kräfte in Freiheit zu setzen, die seine eigene Substanz in Bewegung bringen. Da die Grundlage des Chlorophyllkorns eine protoplasmatische ist, so ist nicht einzusehen, warum dasselbe nicht, wenn auch nicht gleiche, so doch ähnliche Organisation haben soll, die es ihm ermöglicht sich selbstständig vom Platze zu schaffen. Wenn wir häufig sehen, dass die Chlorophyllkörner dauernd in derselben Strömungsrichtung begriffen sind, wie das Protoplasma, so ist es in vielen Fällen geradezu sicher, dass hier die Bewegung der Körner durch die des Plasma in hohem Grade beeinflusst wird; es beweist die gleiche Bewegungsrichtung aber noch nicht, dass die Körner lediglich passiv fortbewegt werden.

Für Sachs war in erster Linie die Körner- und Zellkernbewegung bei *Vallisneria spiralis* massgebend: warum derselbe die Frank'sche Chlorophyllkörnerwanderung vollständig mit der ersteren in Parallele stellt und sie passiv vor sich gehen lässt, ist mir leider unbekannt.

Eine sichere Thatsache ist es, dass Chlorophyllkörner und Zellkern sozusagen an das Protoplasma gebunden sind, denn in einem anderen Medium können dieselben nicht existiren; überall da, wo dieselben sich zu bewegen trachten, wird ihre Bewegung von der Grösse der treibenden Kräfte, von den Widerständen und der Grösse und Anzahl der Gegenbewegungen abhängen.

Wenn nun wirklich in den Chlorophyllkörnern treibende Kräfte liegen, so können wir bei der Chlorophyllkörnerwanderung der *Elodea canadensis* oder bei der der Farnprothallien genau dasselbe Bild erhalten, als wenn wir dieselben lediglich passiv ihren Ort verändern lassen.

Was nun das Verhalten der beiderlei Theile gegenüber einem und demselben Agens anbelangt, so ist es ausser Zweifel, dass durch verschiedene Einflüsse gleichzeitig Chlorophyllkörner und Protoplasma in gleicher Weise afficirt werden. Das Protoplasma zieht sich oft genau an denselben Ort zurück, wohin die Chlorophyllkörner ebenfalls zurückweichen. Daraus geht hervor, dass durch verschiedene Agentien dieselbe Wirkung bei beiderlei Körpern gleichzeitig hervorgerufen wird.

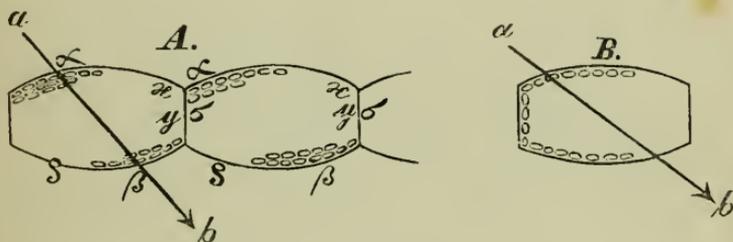
Der Umstand, dass vergeilte Chlorophyllkörner lichtwärts ¹⁾ zu wandern vermögen und dass sie überhaupt die gleichen Erscheinun-

¹⁾ Was die Chlorophyllkörnerwanderung in den Farnprothallienzellen betrifft, welche Frank (Pringsheim's Jahrbücher VIII. Band, p. 260 und bot. Zeitung 1871, Nr. 14) entdeckt hat, so muss ich mir hier folgende allgemeine Bemerkungen erlauben. Ich habe dieselbe Erscheinung an Farnprothallien oftmals mit demselben oder ähnlichem Effekt hervorgerufen, es liessen aber meine Bilder und ebenso auch dasjenige, welches Frank zeichnet, nicht dieselbe Deutung zu, wie sie dort angegeben ist.

gen zeigen wie normale ausgebildete Körner, ist kein Beweis, dass diess passiv geschehen muss, da kein Grund vorliegt, anzunehmen, dass ein vergeiltes Chlorophyllkorn weniger befähigt sein soll selbstständig Ortsveränderungen vorzunehmen, als ein ergrüntes, weil der gedachte Mechanismus mit dem Chlorophyllfarbstoff a priori in keinem näheren Zusammenhange stehen wird. Dass endlich farblose oder schwach grün gefärbte Stärkekörner dieselben Bewegungen ausführen

Das Experiment führte ich meist so aus, dass ich das Objekt auf einem Glaträger in den verschiedensten Stellungen über die Blendungsöffnung des Mikroskopisches brachte und ausschliesslich Licht vom Mikroskopspiegel nach oben treten liess.

Das Resultat war: Die Chlorophyllkörner sammelten sich wie es die bestehende schematische Figur A lehrt. Diejenigen der Oberwand bei α , die der Unterwand bei β . Das Licht fällt in der Richtung ab ein.



Frank sagt nun: „Die Körner der oberen Wand gehen dahin, woher das intensivste Licht kommt. Der dadurch gebildete Haufen α wirft aber seinen Schatten unter sich und darum ist die darunter stehende Zellwand ρ offenbar an dem entgegengesetzten Rande am stärksten beleuchtet, weil über diesem keine schattenwerfenden Körperchen sitzen. Da sich nun auch wirklich die Chlorophyllkörner der Unterwand an dieser Stelle ansammeln, so darf die einfache Annahme, dass die Chlorophyllkörner stets die stärkste Beleuchtung aufsuchen, mit den Beobachtungen im Einklange befindlich betrachtet werden.“

Nun ist es aber klar, dass wenn die Gegend xy die zunächst hellsten Punkte in der Zelle wären und die Körner der unteren Seite demselben Gesetze gehorchten wie die der oberen, dass diese sich auch allmähig nach xy begeben müssten. Thatsächlich thun sie diess aber nie, sondern sie bleiben stets bei β , welches offenbar den dunkelsten Punkt in der Zelle vorstellt, weil gerade der Schatten von α auf β fällt. Zu gleicher Zeit ist aber leicht einzusehen, dass wenn xy die zunächst intensivst beleuchteten Punkte in der Zelle sind, dass σ in der anstossenden Zelle fast ebenso viel Licht erhält als y , so dass daher, wenn alle Chlorophyllkörner einer Zelle die Eigenschaft hätten, nach der Gegend intensiver Beleuchtung zu wandern, sie offenbar dasjenige Bild erzeugen müssten, welches ich in B schematisch dargestellt habe.

Dieses Faktum trifft niemals ein, da die Art der Wanderung der Körper nicht im Zusammenhange mit der morphologischen Ober- oder Unterseite der Zelle steht, so lautet unsere Folgerung aus dem Thatbestand daher so: Die Chlorophyllkörner der der Lichtquelle zunächst gekehrten Seite wandern an diejenige Stelle der Zelle, wo die intensivsten Lichtstrahlen einfallen; die der abgekehrten zeigen ein negatives Verhalten.

Dieser Passus birgt freilich selbst wiederum ein Räthsel, welches gelöst sein will!

wie Chlorophyllkörner, kann unsere Ansicht von der selbstständigen Bewegung der Körner nicht erschüttern, da dieselben ähnliche Ortsveränderungen machten, selbst wenn sie sich sicher aktiv bewegten.

Für den Zellkern ist es durch Hanstein¹⁾ sehr wahrscheinlich gemacht worden, dass derselbe aktiv in der Zelle umherwandert. Die Argumente Hanstein's sind die, dass der Zellkern von dem Protoplasma nicht getrieben werden kann, weil seine Masse im Verhältniss der Geringfügigkeit der strömenden Substanz so überwiegend ist, dass man sich diess schwer denken kann; zweitens wollte man dennoch eine endliche Wirkung sich summirender kleiner Stösse annehmen, so sind die Protoplasmaströmchen oft genug in anderer Richtung begriffen, so dass keine Rede davon sein kann, dass der Kern durch das Protoplasma bewegt würde.

Es ist begreiflich, dass die Zellkernbewegung bei meinen Untersuchungen über das Protoplasma überhaupt mich ebenfalls lebhaft interessirt hat. Leider bin ich in der berührten Frage nie zu einem sicheren Schluss gekommen, weil einmal die Bewegungsrichtung bei der Cirkulation der den Zellkern treffenden Plasmatheile stets sehr mannigfaltiger und wechselnder Natur ist, und weil es zweitens ausserordentliche Schwierigkeiten hat, selbst in dem Falle, in dem ganze Bänder gegen die Zellkernrichtung laufen, zu entscheiden, ob nicht dem Auge weniger sichtbare Partien des Protoplasma dennoch in der Richtung des Zellkerns ziehen, also diesem zahlreiche Anstösse ertheilen.

Ist in dieser Beziehung eine Entscheidung schwer zu treffen, so spricht aber für die Hanstein'sche Ansicht, dass a priori kein Grund vorliegt, die Fähigkeit des Zellkerns sich ebensogut wie das Protoplasma activ zu bewegen, ablängnen zu wollen, und weil ferner bei der Zelltheilung die aktive Bewegungsfähigkeit des Zellkerns so deutlich zu Tage tritt, dass über den letzteren Punkt kaum Zweifel obwalten können.

Aus all' dem Gesagten geht nun hervor, dass zwingende Gründe für das „Aktiv oder Passiv“ nicht vorhanden sind, sondern dass es vorderhand lediglich auf Wahrscheinlichkeitsgründen beruhen muss, der einen oder der anderen Ansicht mehr Gewicht beizulegen.

Der Hypothese der aktiven Bewegung der Chlorophyllgebilde ein unterstützendes Moment zu bieten, hat das Folgende den Zweck.

Es fragt sich in erster Linie, ob in dem ganzen Pflanzenreich es nicht Erscheinungen gebe, welche an und für sich die sichere Annahme einer selbstständigen Bewegung wenigstens eines der fraglichen Objekte zulässig erscheinen lassen.

Eine Thatsache; welche zu Gunsten dieses spricht, betrifft die Chlorophyllkörnerbewegung der *Chara foetida* und *fragilis*²⁾. Beide

¹⁾ „Die Bewegungserscheinungen des Zellkerns,“ Sitzungsberichte der nieder-rheinischen Gesellschaft in Bonn, 1870.

²⁾ Die erstere Art wurde in den Isarsümpfen bei München gesammelt und ist in München untersucht worden; die zweite stammte aus dem sogenannten Heustadlwasser des Praters in Wien und diente zur Controlirung der früheren Arbeit.

Pflanzen hatte ich bereits schon einige Zeit im Zimmer am Fenster kultivirt und da sich bei *Chara foetida* nach und nach die Rindenzellen von selbst abzulösen begannen, bot dieselbe ein sehr günstiges Objekt zur Untersuchung dar. *Chara fragilis* entrindete sich nicht: ihrer geringeren Incrustation wegen setzte aber auch sie der Beobachtung keine besonderen Schwierigkeiten in den Weg. Uebrigens hielt ich mich meist an die jungen Quirläste und sind die wesentlichen Beobachtungen an diesen ohnediess nicht berindeten Zellen gemacht.

Es ist bekannt, dass zur Zeit da die Strömung beginnt, aus natürlichen mechanischen Gründen eine Indifferenzzone auftritt und dass eigenthümlicher Weise gerade diejenigen Chlorophyllkörner, welche in der Ebene dieser Zone bereits an der Wand sich placirt haben, nunmehr ihren Ort verlassen; dieselben ziehen dann kürzere oder längere Zeit mit dem Protoplasma umher, bis sie gelegentlich sich wieder anderswo an der Wand festsetzen. Diese Ablösung von der Wand überhaupt findet man aber nicht nur in ganz jungen Zellen, sie kömmt auch noch später vor, selbst in älteren Zellen trifft man manchmal eine nicht unerhebliche Zahl abgelöster Körner an.

Durch Göppert und Cohn¹⁾ haben wir erfahren, dass in jungen Zellen eine äussere dickflüssige und eine innere wässerige Flüssigkeit in den Charenzellen sich nachweisen lässt, dass später in den erwachsenen Zellen diese beiden Schichten nicht unterschieden werden können. Bei näherer Betrachtung fanden sie indessen doch, dass auch in letzterem Falle zwei Schichten vorhanden seien, nur wäre die dickflüssige, der Wand anliegende, unregelmässig ausgebreitet. Nägeli²⁾ bestreitet dieses, insoferne nach ihm in späteren Zuständen lediglich einzelne isolirte, grössere und kleinere, auf der Wandung hingleitende Plasmamassen von verschiedener Gestalt neben jenen freischwimmenden Körpern vorhanden sind.

Die von Cohn und Göppert angeführten zwei Schichten bei erwachsenen Zellen sah ich nur in ganz jungen Zuständen; dort stellte ein solches Bild den Anfangszustand des Zerfallens des ursprünglichen Protoplasmasackes vor. Bei älteren Zellen sieht man aber, wie diess Nägeli gezeigt hat, niemals zwei verschiedene ununterbrochene Schichten.

Die Deutung Nägeli's fand ich für *Chara foetida* vollkommen bestätigt; dagegen zeigte *Chara flexilis* in den meisten Fällen ein anderes Verhalten. Bei dieser Pflanze war, wie diess bei allen jungen Charenzellen der Fall ist, ein geschlossener Sack von Protoplasma vorhanden; nachdem das jüngste Stadium durchlaufen war, nahm dieser Sack beträchtlich Wasser auf, ohne wie ich es bei *Ch. foetida* fast immer gesehen, sogleich in Portionen zu zerfallen; in diesem Stadium füllte das Plasma schon den grösseren Theil der Zelle aus und zu gleicher Zeit zeigte es sich reich an eingebetteten Chloro-

1) Botanische Zeitung. 1849, Nr. 37.

2) Beiträge zur wissenschaftlichen Botanik. II. p. 60.

phyllkörnern; endlich trat meist eine allgemeine Verwässerung ein, ohne dass dichtere Protoplasmaportionen übrigblieben.

Wir haben durch die vorhin genannten Forscher das Gesetz kennen gelernt, dass mit Ausnahme der Indifferenzschicht die Bewegung in allen Theilen des Lumens statthatt, dass dieselbe aber um so langsamer vor sich geht, je näher man sich der Indifferenzzone, um so rascher, je näher man sich der Oberfläche befindet.

Dieses Gesetz ist nicht ganz streng richtig, da bei starken Vergrößerungen bei specieller Aufmerksamkeit auf diesen Punkt ersichtlich ist, dass winzige Körnchen, welche mit dem Primordialschlauche in sehr nahe Berührung kommen, ihre Bewegung ziemlich oft selbst ausserordentlich verlangsamen, während allerdings alle grösseren Gebilde, und auch die kleinsten, wenn sie auch nur eine sehr kleine Strecke vom Primordialschlauche entfernt dahin ziehen, durchaus nicht von demselben aufgehalten werden.

Ob durch dieses Verhalten die weittragenden Consequenzen, welche namentlich Nägeli aus dem oben aufgestellten Gesetze gezogen hat, alterirt werden, erlaube ich mir augenblicklich nicht zu beurtheilen.

Nur eine Thatsache muss ich hier constatiren, dass nämlich der nicht mitrotirende protoplasmatische Wandbeleg, welcher meinem Dafürhalten nach nicht selbst Primordialschlauch ist, sondern nur denselben auskleidet, glitschartige Cirkulation seiner Theilchen zeigt.

Die Abnahme der Geschwindigkeit der verschiedenen Schichten findet nach Nägeli derart statt, dass wenn ein an der Oberfläche liegender Körper z. B. $\frac{1}{10}$ Mm. in 3 Sekunden zurückgelegt, so braucht derselbe in immer tieferen Schichten 5, 7, 10, 15, 22 Sekunden.

Eine solche regelmässige Abnahme der Geschwindigkeit von der Wand der Zelle aus gilt nach meinen Beobachtungen lediglich für allerlei Inhaltsgebilde, welche in wässrigem Saft in der Zelle umherschwimmen.

Was das Verhalten der *Chara flexilis* in dieser Beziehung anbelangt, so war die Geschwindigkeit der Protoplasmatheile nicht nur im jüngsten Stadium, sondern auch noch in dem schon erwähnten wasserreichen und mit Chlorophyllkörnern erfüllten, so ziemlich in Höhe und Breite dieselbe, mit Ausnahme der an die Indifferenzzone stossenden. Trat nun statt eines einfachen Zerfallens des Protoplasma eine allgemeine bedeutende Verwässerung ein, so war die Geschwindigkeit der vertheilten Körper oft recht ungleich und scheinbar gesetelos. So bewegten sich bald einzelne Partien in verschiedener Höhe mit fast gleicher Geschwindigkeit, was auf einen noch vorhandenen, wenngleich schwer sichtbaren Zusammenhang der Theile hindeutete, bald war eine successive Abnahme nach dem Nägeli'schen Gesetze bemerkbar, bald zeigte sich vereinzelt ein rascheres Vorwärtsdringen tiefer gelegener Theile der der Wand genäherten gegenüber.

Nach dem Nägeli'schen Gesetze der successiven Abnahme der Geschwindigkeiten müssen alle Inhaltsgebilde sich um ihre Axe dre-

nen. Dieses Verhalten wird von Nägeli¹⁾ ebenfalls durch Zahlen belegt. Eine 20 Mik. grosse Kugel strömte abwechselnd mit der Geschwindigkeit von 16, 10 und 9 Sekunden auf $\frac{1}{10}$ Mm. Weg und drehte sich dabei einmal um ihre Axe. Die Kugel lag ganz in dem einen Strome. Die übrigen Belege sind gleichlautend. Die Drehung von Körpern, welche eine ähnliche Grösse haben, wie die von Nägeli angezogenen, habe ich ebenfalls häufig wahrgenommen; die Anzahl der Umdrehungen, sei es, dass sie wie eine Kegelkugel liefen, oder dass sie eine um 90° gedrehte Rotationsaxe hatten, war für ungefähr 18° eins bis ein und einhalb, selten mehr. Kleinere noch so mannigfaltige Inhaltkörper drehten sich nicht oder selten, wenn sie sich vollständig im Strome befanden; sie wurden höchstens unregelmässig verschoben.

Nach Entwicklung dieser Thatsachen bin ich nun in der Lage den Beweis zu führen, dass die im Protoplasma eingebetteten Chlorophyllkörner eine von irgend welcher ungleichmässigen Bewegung innerhalb des Protoplasma gänzlich unabhängige selbstständige Bewegung ausführen.

Die Chlorophyllkörner, von denen ich sprechen will, sind entweder unregelmässig geformte oder linsenförmige Einzelkörner oder in Theilung begriffene, dann zwei vereinigten Linsen ähnlich, wobei die Einschnürung, welche die Biscuitform erzeugt, vom ersten bis zum letzten Stadium leicht verfolgt werden kann.

Die Chlorophyllkörner selbst bewegen sich entweder frei in dem Protoplasmaband, oder in dem bereits reichlich mit Wasser versehenen, oder sie sind eingebettet in mehr oder weniger grosse isolirte Protoplasmaportionen, die in dem wässrigen Plasma dahin ziehen; in letzterem Falle haben sie daher absolut genau dieselbe Geschwindigkeit der fortschreitenden Bewegung wie der umhüllende Körper selbst; in ersterem Falle differirt sie etwas aber nicht wesentlich.

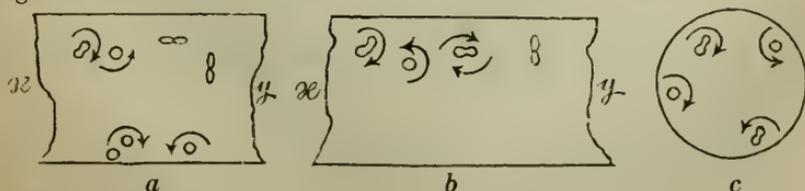
In älteren Zellen finden sich die Körner nur in jenen isolirten Plasmapartien, in dem ganz verwässerten Theile sah ich keine.

Es zeigt sich nun folgende auffallende Erscheinung an ihnen.

Der grösste Theil der mit dem Protoplasma ziehenden Körner führt während seines Vorwärtsschreitens eine drehende Bewegung aus; nur wenige Körner drehen sich nicht.

Sowohl die Einzel- als auch die Doppelkörner haben die Fähigkeit, um ihre eigene Axe zu rotiren.

Die Drehungsaxe des Einzelkornes sowohl als die des Zwillingskornes kann die verschiedenartigste Stellung zur Stromrichtung haben.



¹⁾ Beiträge II. p. 66.

Beistehende Figur stellt einige Fälle schematisch dar. In *a* sehen wir ein Theilkorn und ein Einzelkorn von der Fläche, wobei wir uns die Zelle liegend denken. Die Stromrichtung geht von *x* nach *y*. Beide Körner drehen sich trotz ihrer nahen Lage in entgegengesetzter Richtung; andere Körner sieht man im Profil, welche sich, wenn wir die Zelle von der Seite betrachten, wie in *b* präsentiren. Die Körner drehen sich wie eine Kegelkugel oder umgekehrt. In *c* sehen wir endlich den interessantesten Fall, dass sich die Körner vollkommen senkrecht zur Stromrichtung drehen können. In den beiden ersten Fällen ist die Drehungsaxe senkrecht zur Stromrichtung, im letzten Fall parallel. Zwischen diesen Bewegungen sind aber die zwischenliegenden Axendrehungsrichtungen ebenfalls aufzufinden, mit einem Wort, eine bestimmte Beziehung der Lage der Rotationsaxe der Chlorophyllkörner zur Rotationsaxe des gesammten Protoplasma existirt nicht.

Die Drehungsrichtung steht ferner durchaus nicht in einem Abhängigkeitsverhältniss zu rechts und links, zu oben und unten der Zelle, sondern gänzlich unabhängig von Wand und Indifferenzzone drehen sich die Körner oft genug geradezu entgegengesetzt, wie sie sich drehen müssten, wenn die Reibung an letzteren Punkten ein massgebender Faktor in der ganzen Sache spielte.

Ich habe mich auf das bestimmteste überzeugt, dass die Protoplasmatheile, welche solche Chlorophyllkörner umgeben, nicht wesentlich ihre Abstände während des Fortschreitens verändern; wohl aber ist zu bemerken, dass die Chlorophyllkörner bei ihrer lebhaften Drehung wie ein Ruder im Wasser die Theile aus dem Weg zu treiben suchen.

Körper, welche vollkommen gleiche Grösse besitzen wie die Chlorophyllkörner, genau in derselben Ebene sich befinden, diese beständig begleitend zeigten keine Rotation um ihre eigene Axe.

Die grösseren Einzelkörner, die sich der Kugelform annähern und die Theilkörner drehten sich, während sie bei circa 18° C. eine Strecke von 0.226 Mm. in 6.4 Sekunden durchliefen meist 8—10mal um ihre eigene Axe; einzelne zeigen weniger Drehungen für dieselbe Strecke. Auch gibt es Körner, welche sich gar nicht drehen, doch habe ich Grund zu zweifeln, dass dies normal ist. Die Einzelkörner und namentlich die kleinen drehen sich rascher wie die grossen und Zwillingkörner selbst wenn sich beide in derselben Höhenlage befinden; sie machen 12—14 Rotationen, während sie durch eine Strecke von 0.226 Mm. bei 18° C. vorwärts wandern. Wollte man hier die Drehung von sich verschieden schnell bewegenden Schichten des Protoplasma ableiten, so müssten sich kleine und grosse Körner, welche sich in derselben Horizontalebene bei liegenden Zellen befinden, gleichviel Mal drehen, was wir im Allgemeinen nicht beobachten¹⁾.

¹⁾ Dass grosse Körner sich langsamer drehen ist uns begreiflich, weil dieselben fast immer Stärke einschliessen, was bei den jungen kleinen nicht oder nur wenig der Fall ist. Zwillingkörner sind ebenfalls fast stärkefrei und haben

Die Chlorophyllkörner können sich rechts oder links drehen. Ein Umspringen von der einen Bewegung in die andere habe ich niemals beobachtet.

In denjenigen Fällen, in denen die Körner sich nicht drehen, was aber seltener ist, werden sie wie die mitlaufenden Schleimklumpen etc. da und dort etwas aus ihrer Bahn abgelenkt, aber ihre fortschreitende Bewegung bleibt stets gleichmässig; manchmal bleiben sie einen Augenblick am Primordialschlauche liegen.

Die Rotation des Kornes geht häufig ganz gleichförmig von Statten, doch habe ich auch oft bemerkt, dass sie stossweise aber ebenfalls immer derart erfolgt, dass die Stösse stets in gleicher Zeit wieder eintreffen. Diese stossweise Rotation hängt ohne Zweifel damit zusammen, dass der Schwerpunkt des Kornes nicht in der Mitte, also excentrisch liegt.

In den isolirten Protoplasmaklumpen, welche für sich meist viel rascher wie das vertheilte Protoplasma dahinziehen, finden sich auch noch Chlorophyllkörner, welche gegenüber den etwa anfangs noch im mehr vertheilten Plasma vorhandenen und sich drehenden energischer rotiren wie die letzteren.

Dann und wann sieht man eine ganze Anzahl Chlorophyllkörner sammt etwas Protoplasma als Kugel oder ähnlich geformter Körper dahinschwimmen; derselbe macht etwa drei Drehungen auf 0.226 Millm. Weg bei 18° C.; es scheint mir, dass hier nicht lediglich das Hineinragen oder Streifen an der Indifferenzzone die Drehung hervorbringt, sondern dass auch hiebei die Körner in Action treten; die Drehungsanzahl ist bereits doppelt so gross im Allgemeinen wie die gleich grosser Körper, welche sicher passiv gedreht werden.

Diese und ähnliche Drehungen langsamerer Natur sind als bekannt vorauszusetzen. — In der ganzen Literatur finde ich nur einen einzigen Satz, welcher unverkennbar mit den früher beschriebenen Erscheinungen in einem engeren Zusammenhange stehen muss. Die Drehungsanzahl des fraglichen Körpers ist leider nicht angegeben; sie kann aber nicht auffallend gross gewesen sein, sonst hätten sich wohl Göppert und Cohn specielle Fragen über die lebhaftere Drehung gestellt. Dieser Satz lautet: ¹⁾ „Hier und da zeigt sich auch ein grösseres Conglomerat von Chlorophyllkugeln, das sich ausser seiner fortschreitenden Bewegung auch beständig und rasch um seine Achse dreht; wodurch der Schein entsteht, als ob es an seiner ganzen Oberfläche flimmere.“

daher eine weit regelmässiger Form; die Bewegung dieser gleicht der eines tanzenden Paares und fragt es sich, ob die Bewegungen derart harmoniren, dass nicht vergebens Kraft vergeudet wird. Die Drehung des stärkegefüllten Kornes erfolgt langsamer, weil dasselbe schwerer ist im Verhältniss zur arbeitenden Maschine; die Bewegung der Zwillingkörner kann retardirt sein dadurch, dass die Kräfte des einen und anderen nicht vollkommen gleichsinnig wirken.

¹⁾ Botanische Zeitung 1849, Nr. 39.

Die auffallend rasche Rotation von Einzel- und Theilkörnern, sowie die Selbstständigkeit dieser Erscheinung ist offenbar den bisherigen Beobachtern entgangen.

Ein bemerkenswerthes Faktum ist es, dass wenn man einen schwachen Druck auf die Zellen ausübt, wodurch die Bewegung bekanntlich retardirt wird, die Anzahl der Drehungen der Chlorophyllkörner nicht in demselben Verhältniss abnimmt, wie es bei der Geschwindigkeit des Protoplasma der Fall ist; deshalb drehen sich für die gleiche Strecke bei schwachen Druckwirkungen die Körner doch nicht erheblich langsamer als vorher. Ist aber der Druck so gross, dass er eine bedeutende Verlangsamung in der Protoplasmabewegung hervorbringt, dann hört auch die Drehung auf oder wenigstens verlangsamt sie sich bedeutend und wird unregelmässig.

Bei Steigerung der Temperatur wird die Anzahl der Drehungen für gleiche Zeiten grösser, bei Erniedrigung kleiner.

Das weisse Licht hat keinen Einfluss auf die Drehung.

Ein Analogieschluss der beschriebenen Chlorophyllkörnerbewegung liegt nahe; nur ist er nicht ganz treffend. Es ist der, einen Vergleich zu ziehen mit den Bewegungserscheinungen frei lebender Organismen: den Schwärmosporen und den Spermatozoiden. Die Bewegung dieser besteht in einem Vorrücken mit gleichzeitiger Drehung um die Axe. Nun wissen wir aber nicht sicher, ob die sich selbstständig drehenden Chlorophyllkörner auch eine selbstständig fortschreitende Bewegung besitzen; obgleich mir das Letztere sehr wahrscheinlich ist, hat das Heranziehen einer Analogie weniger Werth; endlich treten für nähere Vergleiche wiederum Schwierigkeiten in den Weg, als die Axendrehungsrichtung der Chlorophyllkörner eine beliebige Lage einnehmen kann, was bei den Schwärmzellen nicht zutrifft. Eine eingehende experimentelle Arbeit wird diese Punkte zu klären haben.

Als Hauptsatz dieser kleinen Schrift ergibt sich:

„Die Chlorophyllkörner von Charenzellen haben das Vermögen sich selbstständig zu bewegen.“

Verbascum Freynianum nov. hybr.

(*V. Chaixi* × *Thapsus*.)

Auctore Vincentio de Borbás.

V. bienne, radix fusiformis, caulis 0.70 M. altus, angulatus, tomento detersili sparse obtectus, purpurascens et ut *V. Chaixi* Vill. ramosus; folia radicalia lanceolata, in petiolum brevem angustata, grosse dentato-crenata, crenae mucronatae; caulinia inferiora ovato-lanceolata, cum superioribus summisque ovatis semidecurrentia et cum bracteis, ut in *V. Thapsus* L., longe acuminata, omnia

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Österreichische Botanische Zeitschrift = Plant Systematics and Evolution](#)

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: [026](#)

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

Artikel/Article: [Aktiv oder Passiv?. 77-88](#)