FLORA.

59. Jahrgang.

No. 14. **Regensburg, 11. Mai** **1876.**

Inhalt. Dr. Velten: Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. (Schluss.) — A. de Krempelhuber: Lichenes Brasilienses. (Continuatio.) — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung

von

Dr. Wilhelm Velten.

(Schluss.)

III. *Chara foetida*. Selbstentrindete Stammzelle nicht fern vom Gipfel.

Die Geschwindigkeitswerthe beziehen sich auf die kleinen Körnchen, welche ziemlich nahe der Wandung vorüberziehen. Bei 0° war die Strömung äusserst langsam. Eine specielle Fragestellung nach der unteren Grenze der Bewegung würde vermuthlich ein ähnliches Resultat ergeben haben, wie es Cohn [1]) und David für *Nitella syncarpa* gefunden haben; nach ihnen hört die Bewegung erst bei circa — 3° C. gänzlich auf.

1) Jahresbericht der schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur. 1871. p. 63. —

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0211-4

1° R	—20,00 sec.	17° R	— 2,30 sec.
2°	— 7,08 „	18°	— 2,18 „
3°	— 5,31 „	19°	— 2,00 „
4°	— 4,90 „	20°	— 1,94 „
6°	— 4,30 „	21°	— 1,65 „
8°	— 3,90 „	23°	— 1,33 „
10°	— 3,40 „	25°	— 1,29 „
11°	— 2,90 „	27°	— 1,23 „
12°	— 2,66 „	27,5°	— 1,06 „
13°	— 2,59 „	30°	— 1,18 „
14°	— 2,53 [1]) „	31°	— 1,23 „
15°	— 2,41 „	33°	— 1,71 „
16°	— 2,39 „		

Von hier an trat eine rasche Abnahme der Geschwindigkeit ein, welche in drei Messungen bis zum 34. Grad sich folgendermassen ausdrückt:

$33° + \frac{x°}{n}$	— 1,95 sec.	34° R	— 5,66 „
	2,83 „		6,01 „
	3,36 „		5,31 „
			14,16 „
		34,25°	— 0
			(Wärmerstarre.)

Das Vorliegende glaubte ich der Uebersicht und des Vergleiches halber graphisch darstellen zu dürfen und habe ich mir erlaubt die Nägeli'sche Curve, die einzige specielle Beobachtung in dieser Richtung beizufügen. (Siehe Tab. IX.)

Es ergibt sich nun in erster Linie als Bestätigung des Nägeli'schen Gesetzes, dass die Geschwindigkeit des Protoplasma und der Chlorophyllkörner für jeden folgenden Temperaturgrad einen kleinern Werth darstellt. Für *Chara*, *Elodea* und *Vallisneria* zeigt sich aber, dass dies nur bis zu einem gewissen Temperaturgrad gilt, dass von da an aufwärts erst wieder eine Abnahme der Geschwindigkeit eintritt, ehe der Nullzustand erreicht wird.

1) Die kleinsten und feinsten Körnchen 2,3; die grössten Körper 3,35.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0212-0

So liegt für *Chara* das Maximum bei 30,5° R, der Nullpunkt erst bei 34,25° R. Bei *Vallisneria* finden wir das Maximum der Geschwindigkeit bei 31° R; der Nullpunct liegt bei 36° R. Bei *Elodea* ist das Maximum bei 29° R; der Nullpunct bei 31° R. Wir finden daher ein ähnliches Verhältniss wie es durch Sachs [1]) für die Wachsthumsgeschwindigkeit nachgewiesen worden ist.

Auch darf keineswegs verschwiegen werden, dass bereits Sachs auf die von mir in bestimmter Weise nachgewiesene Gesetzmässigkeit schon aufmerksam gemacht hat; er sagt: In den Haaren von *Cucurbita*, *Solanum Lycopersicum* und *Tradescantia*, sowie im Parenchyme von *Vallisneria* fand ich die Bewegung des Protoplasmas bei 12—16° C. langsam, bei 30—40° C. sehr lebhaft, bei 40—50° C. wieder verlangsamt [2]). Sachs [3]) ist aber nicht gewiss, ob die Verlangsamung nicht durch die Schwankung der Temperatur bewirkt wurde, was nun nach dem Vorliegenden nicht der Fall sein kann.

Aus dem Verlauf der Curven ergibt sich zugleich, dass von 0° angefangen die Geschwindigkeit der Bewegung sehr rasch zunimmt, während späterhin das Gegentheil der Fall ist.

Das Maximum der Geschwindigkeit liegt für *Nitella* bei 29,6° R. mit dem Zeitwerth von 0,6 sec. für $^1/_{10}$ mllm. Weglänge, welches überhaupt die bedeutendste Geschwindigkeit ist. Für *Chara foetida* liegt das Maximum bei 27,5° R. mit dem Werthe 1,06 sec. Das Maximum bei *Vallisneria* fällt auf 31° R. mit dem Zeitwerth 2,3 sec. *Elodea* endlich hat das seinige bei 29° R. erreicht, bei welcher Temperatur ein Zeitintervall von 5,3 sec. nothwendig ist, um die bekannte Strecke zurückzulegen.

Was das Ansteigen der Curven betrifft, so ist diejenige von *Chara* die raschest ansteigende, auf sie folgt *Vallisneria* und *Elodea*, endlich *Nitella*. Umgekehrt ist *Nitella* am steilsten abfallend, worauf *Elodea*, dann *Chara*, endlich *Vallisneria* folgt.

Dass die Curven meiner Versuchspflanzen an Stetigkeit hinter der Nägeli'schen zurükstehen, glaube ich nicht auf weniger exacte Beobachtung meinerseits setzen zu müssen, als vielmehr darauf, dass die grossen Inhaltsgebilde, welche Nägeli beobachtete, eine von vornherein regelmässigere Bewegung zeigen, was bereits bei den kleinen Theilchen derselben Pflanze schon nicht mehr der Fall ist, geschweige bei den Chlorophyllkörnern meiner Versuchsobjecte.

1) Pringsheim. Jahrbücher. Bd II. p. 338—377.
2) Flora 1864. Nr. 5.
3) Pflanzenphysiologie p. 71.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0213-6

Der Zellkern, wenn er nicht durh Massen von Chlorophyllkörnern oder Protoplasma sehr schwer belastet ist, geht mit einer nicht sehr beträchtlich von dem Einzelchlorophyllkorn verschiedenen Geschwindigkeit. So gebrauchte beispielweise der Kern von *Vallisneria* um $^1/_{10}$ mllm. bei 13° zurückzulegen 7 sec., während das Korn 6,5 sec. benöthigte.

Auch differiren die Zeiten, wenn man verschiedene Zellen oder verschiedene Pflanzen miteinander vergleicht nur um einige zehntel Secunden. Oft zeigt sich eine merkwürdige Uebereinstimmung.

Der obere Nullpunct oder der Punct, wo Wärmestarre eintritt, liegt bei *Nitella* bei 29,6° R., für *Chara* bei 34,25° R, für *Vallisneria* [1]) bei 36° R. für *Elodea* bei 32° R. Die Wärmestarre geht in wirkliche Todtenstarre über, sobald der derselben entsprechende Temperaturgrad nur wenig überschritten wird. So kehrte beispielsweise bei nur wenige Minuten langer Erwärmung auf 38° R. die Bewegung der *Vallisneria* während der Abkühlung nicht mehr zurück.

Was nun die Einwirkung der Temperaturschwankungen auf die Bewegung des Protoplasma betrifft, so scheint Dutrochet [2]) der erste gewesen zu sein, welcher Untersuchungen hierüber angestellt hat. Nach ihm käme durch eine Schwankung von beiläufig 6—10° C. das Plasma einer Characee auf einige Minuten in Retardation; so z. B. beim Erwärmen von 18° auf 27° C. — von 27° auf 34° — von 34° auf 40° C.

Ebenso behauptet Hofmeister, [3]) dass umgekehrt durch eine Temperaturerniedrigung das Protoplasma einer *Nitella* zur Ruhe kommen soll; es wurde *Nitella flexilis* von 18,5° C. auf + 5° C. abgekühlt und zwar zwei Minuten lang — die Strömung stand still, als das Präparat im warmen Zimmer untersucht wurde; nochmaliges Einbringen in einen Raum von 3,5° C. während der Dauer von 15 Minuten bewirkte Verlangsamung etc.

De Vries [4]) anerkannte vor Allem den Satz, dass rasche Temperaturwechsel die Protoplasmabewegung momentan aufheben und unterstützte denselben, indem er durch einige Versuche an Wurzelhaaren von *Hydrocharis morsus ranae* „mit Evidenz" zeigte, dass

---

1) Nach Max Schulze = 45° R. Das Protoplasma p. 48.
2) Comptes Rendus. 1837. 2. p. 777.
3) Pflanzenzelle p. 53.
4) Extrait des Archives Néerlandaises. 1870.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0214-1

die Plasmabewegungen, wenn die Schwankung nicht zu stark ist, nicht aufgehoben wohl aber verlangsamt werden. Ich verweise auf die hier in der Einleitung gegebenen Zahlenbelege.

Ich komme nun zu meinen Experimenten. Das Untersuchungsobject wurde, während ich es einer Temperaturschwankung aussetzte, nicht berührt oder aus seiner Lage gebracht. Die Schwankung selbst wurde dadurch verursacht, dass ich das obenbezeichnete mit Wasser gefüllte Gefäss durch einen Heber plötzlich entleerte und ebenso rasch wieder mit Wasser füllte. Durch Variirenlassen der Temperatur des zugeführten Wasser konnte nun leicht jede beliebige Sckwankung erzielt werden. Object und Objectivsystem nahmen durch die directe Berührung mit dem Wasser rasch die Temperatur des letzteren an. Eine nicht mehr junge Charenzelle, welche eine Temperatur von 13° R besass, wurde plötzlich auf 25° R erwärmt. Eines der grossen Plasmaconglomerate durchlief bei 13° R die Länge von 0,1 mllm. in 2,2—2,5 sec; nach einer plötzlichen Erwärmung auf 25° R und sofortiger Beobachtung waren nunmehr für dieselbe Strecke nur 1,4 sec. nothwendig. Von 25° R wurde *Chara* plötzlich auf 1° R abgekühlt; jetzt brauchte ein nahe der Oberfläche befindlicher Protoplasmakörper 15 sec. um dieselbe Strecke zurückzulegen. Derselbe Charenzweig wurde dann in ähnlicher Weise, wie de Vries es ausführte, aus dem 1° kalten Wasser herausgenommen und während drei Minuten in Wasser getaucht, welches eine Temperatur von 29° R besass; von hieraus brachte ich denselben wieder auf den 13° R besitzenden Objecttisch und beobachtete schleunigst von Neuem; im ersten Moment wurde $^1/_{10}$ mllm. Weg in 1,4 sec. durchlaufen, nach Ablauf einer Minute waren aber 2,2—2,5 sec. erforderlich.

Bei einem weitern Versuch mit einem andern Charenzweig von der Temperatur 13—14° R, wobei die Zeit 2,3—2,5 sec. betrug, damit ein grösserer Körper 0,1 mllm. durchwanderte, erhitzte ich denselben nach meiner Methode plötzlich auf 30° R während 4 Minuten; die Geschwindigkeit war alsbald 1,23—3 sec. Als das Wasser von 30° R plötzlich mit solchem von 14° R vertauscht wurde, war die Geschwindigkeit [1]) für die gleiche Strecke gleich 2,3 sec. Versuche mit andern Zellen derselben Pflanze zeigten die gleiche Wirkung.

---

1) Die Werthe der Zeiten stimmen mit den früher gefundenen nicht ganz überein, weil hier grössere Inhaltskörper beobachtet wurden, dort die Körnchen; ich musste dies thun, um die Beobachtungen rascher ausführen zu können.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0215-7

Die Resultate, welche ich bei *Elodea canadensis* erhielt, ergaben sich aus dem Folgenden: Eine Stengelparenchymzelle aus der Umgebung des Gefässbündels, deren Chlorophyllkörner bei 17° R. eine Strecke von 0,1 mllm. in durchschnittlich 8,4 sec. durchliefen, erhitzte ich plötzlich in derselben Weise wie *Chara* auf 24,5° R; der gleiche Weg wurde sofort in 6,8 sec. zurückgelegt. Als der Schnitt 22,5° R angenommen hatte und der Werth der Zeit 8 sec. betrug, erniedrigte ich die Temperatur momentan auf 10° R. Die Geschwindigkeit stellte sich hierauf auf durchschnittlich 12,4 sec. ein. Nachdem die Temperatur 13° R. erreicht hatte und die Geschwindigkeit 10,2 sec. betrug, erwärmte ich plötzlich auf 27° R; die Folge war, dass die Strecke sofort in sechs Secunden zurückgelegt wurde. Ein anderes Object von 16° R. dessen Inhalt in 9 sec. 0,1 mllm. durchlief, wurde endlich auf 30° R gebracht; die Geschwindigkeit war jetzt 5 sec.

Hieraus ergibt sich nun, dass Temperaturschwankungen innerhalb der Grenzwerthe weder eine Sistirung noch eine Verlangsamung hervorrufen, wie dies Dutrochet, Hofmeister und de Vries behaupten, sondern dass durch eine solche jeweils sofort die der betreffenden Temperatur zukommende Geschwindigkeit erreicht wird, wie sich dies durch Vergleiche der letzten Versuche mit den früheren ohne Schwankungen erhaltenen Werthen mit hinreichender Schärfe ergibt. Die Temperaturschwankung für sich hat gar keinen Einfluss.

Die Analogie zwischen Einwirkung der Temperaturschwankungen auf Protoplasmabewegungen und derjenigen auf Wachsthumsgeschwindigkeiten, welche Köppen [1]) zu ziehen beliebt hat, bliebe somit jetzt auch noch bestehen, nachdem wir durch Pedersen [2]) wissen, dass Temperaturschwankungen keinen verzögernden Einfluss auf letztere ausüben.

Da nun nachgewiesen war, dass Temperaturschwankungen keinen störenden Einfluss auf die Protoplasmabewegung hervorbringen, war es von Interesse zu wissen, ob solche vielleicht Bewegungen hervorrufen in Pflanzenzellen, in welcher sie normaler Weise nicht vorhanden sind. Ich meine diejenigen Zellen, in denen durch die Chlorophyllkörnerstellung das Plasma in Ruhe

1) Wärme und Pflanzenwachsthum. p. 37.

2) Arbeiten des botanischen Institutes in Würzburg. Sachs. Heft IV. p. 563.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0216-3

ist. Als Studienobject wählte ich die Blattzellen der *Elodea canadensis*.

Wir wissen, dass bei diesen Zellen im normalen Zustande in der Hauptsache eine derartige Vertheilung der Chlorophyllkörner statt hat, dass dieselben gleichmässig an den nach aussen gelegenen Wänden vertheilt sind und dass bei dieser Stellung das Protoplasma sich in Ruhe befindet. Aeussere Agentien verschiedenartiger Natur rufen eine Aenderung derart hervor, dass zunächst das Protoplasma Glitschbewegung zeigt, dass diese in Circulation und wenn die Einwirkung stark genug war in Rotation übergeht, wobei das Protoplasma sammt seinen Chlorophyllkörnern den schmalen Seitenwänden der parallelepipedischen Zellen entlang kreist. Durch Frank [1]) haben wir kennen gelernt, dass eine Temperaturerniedrigung unter 0° die normale Chlorophyllkörnerstellung aufhebt, dass dieselben an die Seitenwände wandern, ohne dass hierbei Rotation eintritt. Bei Temperaturerniedrigungen bis zu Graden, die nicht dem Nullpuncte nahe kommen, bemerkte derselbe keine Veränderung. Bei langsamer Erwärmung der *Elodea*blätter in Wasser ist derselbe zu dem Resultat gekommen, dass erst wenn die Temperatur diejenigen Grade erreicht hat, welche überhaupt tödtlich wirken, die Chlorophyllkörner aus ihrer bisherigen normalen Stellung ziemlich vollständig in die entgegengesetzte übergehen. Es heisst weiter: Es darf daraus geschlossen werden, dass jedenfalls vor dem Tode die Lage der Chlorophyllkörner geändert wird.

Da jeder noch so geringe mechanische Eingriff die Normalstellung aufheben kann, so wurde vor Allem bei dem nun zu besprechenden Versuche das Abschneiden der Blätter vermieden; ich brachte die ganze Pflanze in das früher bezeichnete Gefäss und bedeckte ein einzelnes Blatt mit einem Deckglas derart, dass kein Druck auf die Zellen ausgeübt werden konnte.

Beim ersten Versuche wurde das Wasser des Gefässes von 8° R. plötzlich mit Wasser von 17° R. vertauscht, worauf sofort Glitschbewegung, Circulation und nach wenigen Minuten Rotation eintrat, letztere in verschiedenen Zellen verschieden rasch.

Wurde in einem zweiten Fall die Temperatur von 17° R. plötzlich auf 8° R erniedrigt, so trat dasselbe ein. Drückte ich endlich bei einem weiteren Experiment die Temperatur sowohl von 32° als auch von 37° R. plötzlich auf 14° R herunter, so stellte

1) Pringsheim. Jahrbücher VIII Band p. 261.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0217-9

sich schon in Zeit von einer Minute Rotation ein. Diese und ähnliche Fälle lassen im Allgemeinen die Behauptung zu, dass je grösser die Temperaturschwankung, um so rascher tritt die Veränderung in der Normalstellung, tritt Rotation ein.

Betrug die Temperaturschwankung weniger als 9° R., so blieb das Protoplasma sammt seinen Chlorophyllkörnern in Ruhe, so dass das Minimum der wirksamen Temperaturschwankung 9° R. ausmacht. Die Blattzellen von *Vallisneria spiralis* verhalten sich hierin noch empfindlicher.

Erwärmt man eine Pflanze mit Normalstellung der Körner sehr langsam, so dass eine Steigerung von 20 oder 30° R. innerhalb einiger Stunden geschieht, so tritt die Bewegung, somit auch die Rotation nicht ein; so wurde eine Pflanze unter dem Mikroskop von 10° bis 45° R. erhitzt, wobei eine gleichmässige Steigerung der Temperatur während mehrerer Stunden stattfand, ohne dass die Normalstellung verändert worden wäre; bei 44—45° R. zeigte sich aber eine andere Veränderung in der Zelle; das Plasma zog sich an einzelnen Stellen zusammen; die Chlorophyllkörner wurden an Durchmesser geringer; das ganze machte den „Eindruck" einer Gerinnung. Hieraus folgt nun, dass bei langsamer Erhöhung der Temperatur keine derartige Veränderung eintritt, wie wir sie bei Einwirkung der Temperaturschwankungen auf die Normalstellung der Chlorophyllkörner beobachtet haben.

Zum Schluss mögen mir noch einige allgemeine Bemerkungen gestattet sein.

Für die Einwirkung der Temperaturschwankungen scheint mir die angegebene Methode der Erwärmung nicht leicht durch eine bessere ersetzbar, insoferne alle dem Versuchsobject naheliegenden Theile durch die directe Berührung des Wassers rasch ihre Temperatur ausgleichen und man hierbei niemals das Object aus dem Auge verliert. Anders verhält es sich mit der Werthbestimmung der Geschwindigkeit für bestimmte Temperaturgrade insofern die Wissenschaft eine grössere Genauigkeit fordern sollte. In diesem Fall ist die Erwärwung des ganzen Mikroskopes vorzuziehen, da dann auch während langer Zeiten bequem die Einwirkung einer constanten Temperatur erprobt werden kann. Nur bleibt zu überlegen ob für vollständige Versuchsreihen, wie die vorliegenden durch diese Methode, welche weit mehr Zeit erfordert, an ein und dieselbe Zelle nicht zugrosse Anforderungen an ihre Lebenszähigkeit gestellt werden.

Bereits vor fast zwei Jahren habe ich einen Versuch gemacht, einen Apparat in diesem Sinn zu construiren, welcher sich zu

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0218-5

gleicher Zeit von der Temperatur des Arbeitsraumes unabhängig macht. Der Apparat befindet sich im Besitz der k. k. Weinbauversuchsstation in Klosterneuburg.

Mancherlei Bedenken führten mich aber unterdess zu einer vollkommeneren Construction, über die zu berichten ich mir an einem andern Ort erlauben werde. —

Wien, 15. November 1875.

Erklärung der Abbildungen.

Tab. VIII. Mikroskop sammt dem mit Wasser angefüllten Gefäss. a Objectivsystem. b Objectträger. c Object. d Thermometer. e und e, Kork. f Glasring. g Becherglas. h Schlechte Wärmeleiter zur Trennung des Gefässes vom Mikroskoptisch i. k Blendungsöffnung. l Zuflussrohr. m Abflussrohr.

Tab. IX. Der Verlauf der Geschwindigkeit der Protoplasma- und Chlorophyllkönerbewegungen in ein Coordinatensystem eingetragen. Auf der Abscissenaxe finden sich die Temperaturen: die obere Reihe bedeutet Réaumur'sche, die untere Celsius'sche Grade. Die Zeiten sind von zwei zu zwei Secunden auf der Ordinatenaxe verzeichnet, wobei der grösste Zeitwerth der x Axe zunächst liegt.

Lichenes Brasilienes, collecti a D. A. Glaziou in provincia brasiliensi Rio Janeiro

auctore Doct. A. de Krempelhuber.

(Continuatio.)

120. *Pertusaria velata* (Turn.) Nyl. Lich. Scand. p. 179.

Corticola (coll. 2013).

121. *Pertusaria subcorallina* Nyl. in Flora 1869, p. 121. sp. n.

Accedit facie externa ad *Isidium corallinum* Ach., sed verrucae thallinae apotheciorum fere ut in *P. leioplaca.*

Sporae non visae evolutae, sed ni fallor thecae sunt monosporae. Thallus hydrate kalico nonnihil flavescit.

Corticola (coll. 2191).

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0219-3

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1876

Band/Volume: 59

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

Artikel/Article: Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung 209-217