FLORA.

59. Jahrgang.

No. 13. Regensburg, 1. Mai 1876.

Inhalt. Dr. Velten: Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung. (Fortsetzung.) — Dr. N. Rauwenhoff: Giebt es Hornprosenchym als besonderes Gewebe im Pflanzenreich? — F. v. Thümen: Diagnosen zu Thümen's „Mycotheca universalis." — Einläufe zur Bibliothek und zum Herbar.

Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung

von

Dr. Wilhelm Velten.

(Fortsetzung.)

Man sieht aus dieser Darstellung, dass die Untersuchungsmethoden um einerseits die höchsten und niedrigsten Temperaturen, welche Zellen ertragen können, heraus zufinden, andererseits welchen Einfluss die zwischenliegenden Temperaturen ausüben, kennen zu lernen, ausserordentlich verschieden sind. In der That hängt auch von der Methode der ganze Werth des Versuchs ab. Um einfach die Thatsache zu constatiren, dass mit höherer Temperatur die Geschwindigkeit der Bewegung zu, beim Erkalten abnimmt, genügen alle genannten Vorrichtungen; jedenfalls dürfte es aber das Einfachste sein den Objectträger einen Augenblick über der Flamme zu erwärmen. Sollen aber genaue Versuche unternommen, die Wirkung der einzelnen Temperaturgrade von

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0195-1

0—50° c untersucht werden, so ist eine bequeme Vorrichtung hierfür sehr schwierig herzustellen.

So sinnreich die Apparate sind, welche von mehreren Forschern zur Beobachtung vorzüglich thierischer Zellen construirt wurden, so laufen sie doch fast alle darauf hinaus möglichst genau Temperaturgrade festzustellen, welche mehr oder weniger in der Nähe der Blutwärme der Warmblütler liegen und auch hier kann die genaue Bestimmung nur mit Zuhilfenahme von Controlversuchen, die mittelst Fetten von bekanntem Schmelzpunkte ausgeführt werden, geschehen. Eine grössere Scala von Fetten, welche gradweise in ihrem Schmelzpuncte differiren, herzustellen ist aber mit enormen Schwierigkeiten verbunden. Würden die Apparate von Schultze, Engelmann, Stricker und Andern für minder gelegene Temperaturgrade ebenso anwendbar sein, als sie für höher gelegene zu empfehlen sind, so wäre für jedes Temperaturintervall der wirkliche Werth aufzusuchen, was aber vorderhand fast unmöglich ist; es würde nicht nur genügen den Einfluss jeder einzelnen Linse auszuwerthen, auch die Wirkung der verschiedenen Temperaturgrade des Beobachtungsraumes wäre auszumitteln.

Der Einfluss des letzteren und der des Mikroskopes selbst auf das fragliche Object ist so beträchtlich, dass er bei den ersten Versuchen nicht entgehen kann. Der einzige Apparat, welcher von diesem Einfluss frei ist, bei welchem sicher das Object dieselbe Temperatur besitzt, wie sie das Thermometer anzeigt und welches Verhältniss für alle in Frage kommenden Temperaturgrade gilt, ist der von Nägeli construirte. Nägeli leitete zunächst ganz kaltes Wasser, dann allmählig gewärmtes an dem Versuchsobject direct vorbei. Die zu untersuchende Zelle ist von dem Objectivsystem nicht nur durch eine dünne Luftschichte, sondern auch noch durch eine Glasplatte von Fensterscheibendicke, welche ebenfalls beständig von strömendem Wasser bespült wird, geschieden. Es kann somit keinem Zweifel unterliegen, dass das Object durchgehends dieselbe Temperatur hatte, wie das fliessende Wasser. Dies dürfte auch noch aus der aus den Geschwindigkeitswerthen construirten Curve sich ergeben, welche sich einer stetigen in hohem Grade annähert. Engelmann hatte vollkommen Unrecht, als er sich hierüber einen Tadel erlaubte.

Besondere Hervorhebung verdient noch der Wärmkasten von Sachs [1]). Indem ich auf die ausführliche Beschreibung in Sachs'

1) Lehrbuch der Botanik. IV. Aufl. p. 807.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0196-7

Lehrbuch verweise, führe ich nur an, dass derselbe aus Zink besteht, doppelwandig ist, dessen Wände mit Wasser oder Eis gefüllt werden und in dessen innerem Raum ein Mikroskop von oben durch einen Deckel aus Pappe eingesenkt ist und zwar bis zur Brücke desselben. An der vorderen Seite des Kastens findet sich eine grössere Oeffnung, welche mit einer Glasplatte bedeckt ist, die Licht zu dem Spiegel des Mikroskopes zutreten lässt. An den Seitenwänden finden sich zwei kleinere Oeffnungen, um den Objectträger mit einer Pincette verschieben zu können. Ein Thermometer wird von oben eingeschoben, dessen Kugel neben dem Object hängt. Die Temperatur bleibt nach Sachs bis auf die Differenz von 1° c constant. Sachs sagt: Gerade diese Constanz der Temperatur bürgt dafür, dass das Object selbst die durch das Thermometer angegebene Temperatur annimmt.

Bei allen Vorzügen dieser Einrichtung bleibt indess Folgendes zu erwägen: die Temperatur des Innenraums wird ausser durch die Temperatur des Wassers innerhalb der Wände des Kastens beeinflusst durch die Temperatur der Luft, welche an die einfache Glasscheibe grenzt, durch Luft, welche durch die beiden kleineren Oeffnungen gelegentlich und auch zu Zeiten, wo es von Nachtheil ist, hineingeräth, durch die Temperatur des oberen Theils des Mikroskops. — Liegt die Temperatur des Beobachtungsraums sehr nahe der gewünschten Temperatur des Objectes, so kann der Apparat Vorzügliches leisten; liegt sie höher oder tiefer, so treten in dem Mass Fehler in der Untersuchung ein, je grösser die Differenz der beiden Temperaturen ist. Die Temperatur des Arbeitsraumes mit der des Apparates gleichen Schritt gehen zu lassen, was für genauere Untersuchungen, die sich auf die Wirkung von der unteren Grenze bis zur oberen erstrecken, nöthig ist, dürfte mit erheblichen Umständen verknüpft sein.

Als unbedingt erforderlich hat sich nach meinen Versuchen unter ähnlichen und günstigeren Verhältnissen das Einhüllen der in den Arbeitsraum ragenden Mikroskoptheile mit Watte oder andern Stoffen erwiesen, denn schon bei Differenzen der auf dieselben treffenden Lufttheilchen und der in dem Apparate befindlichen um 7—8° c können schon die Linse eine Temperatur annehmen lassen, welche von dem neben ihr hängenden Thermometer um 2,2 bis selbst 3° c sich unterscheidet, was nicht ohne Einfluss auf das Object bleiben kann. —

Die nun folgende kleine Reihe von Versuchen habe ich im Jahre 1871 im Münchner physiologischen Institut ausgeführt.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0197-3

Herr Prof. Nägeli hatte die Güte mir denselben Apparat, mit dem dieser seine Untersuchungen im Jahre 1849 unternommen hatte, zur Verfügung zu stellen. Es war meine Absicht den Einfluss einer langsam steigenden Temperatur auf die Bewegung der Chlorophyllkörner von *Elodea canadensis* und *Vallisneria spiralis*, ebenso auch auf die Bewegung des Protoplasma von *Chara* zu studieren und wenn dies geschehen eine Untersuchung über die Einwirkung der Temperaturschwankungen zu unternehmen. Den Nägeli'schen Apparat in seiner Totalität zu diesem Zwecke zu benützen, musste indess Abstand genommen werden, da bei schwacher Vergrösserung eine Gesetzmässigkeit in der Bewegung dieser kleinen Inhaltsgebilde nicht zu erkennen war. Starke Vergrösserung konnte der Dicke der schon besprochenen Glasplatte wegen nicht angewendet werden; ebenso hätte der Apparat seine Hauptleistungsfähigkeit eingebüsst, wenn ich statt derselben ein dünnes Glasplättchen eingekittet hätte.

Ich entschloss mich daher zu folgender Einrichtung, welche sich ebenso durch Einfachheit als Billigkeit, als vor Allem dadurch auszeichnet, dass der hauptsächlichsten Forderung Genüge geleistet ist, dass Object, Träger und Objectivsystem in der Temperatur annähernd gleichen Schritt halten.

In einem oben abgesprengten Becherglas von 5 ctm. Höhe und 7 ctm. Durchmesser befand sich ein dünner Glasring von geringer Höhe und geringerem Durchmesser, welcher mittelst Kork derart in das Becherglas eingequetscht war, dass er mit diesem selbst nirgends in directe Berührung kam; auf diesen Ring wurde ein sehr dünner Objectträger gelegt, welchem ein Deckgläschen so aufgekittet war, dass man nur von einer Seite her das Object unterschieben konnte.

Das Object war vor Druck und vor Verschiebung sicher. Es wurde alsdann das Immersionssystem mit theils 600 theils 1150 facher Vergrösserung eingesenkt und das Gefäss so weit wie nur möglich, wenn die Untersuchung mit 0° begann, mit gestossenem Eis gefüllt. Ein in 80° getheiltes kleines Thermometer steckte ich hierauf auf die Weise in das Gefäss, dass dessen Kugel möglichst den Objectträger in der Nähe des Objects und weiter oben das Objectivsystem berührte. Aus diesem Grunde befand sich das Object ganz am Rande des Objectträgers. Das Gefäss selbst stand auf zwei schlechten Wärmleitern, auf zwei Holzleistchen, welche Glas und Mikroskoptisch trennten. Zum leichteren Verständniss habe ich das Ganze auf Tab. VIII. scizzirt. Um annähernd

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0198-8

die successiven Temperaturen von 0° bis circa 7° langsam steigend hervorzubringen, stellte ich meine ganze Vorrichtung in der Hausflur bei offenem Fenster auf, wenn draussen im Freien die Temperatur sich in der Früh um 0° hielt und sich dann langsam hob. Darauf kam das Ganze in ein Zimmer, welches man langsam anheizte; gleichzeitig wurde aus dem Wasserreservoir des Nägeli'schen Apparates allmählig immer wärmeres Wasser durch ein fein ausgezogenes Capillarröhrchen, welches weit entfernt von dem Objecte am Boden des Becherglases mündete, tropfenweise zugesetzt. während auf der gegenüberliegenden Seite das Wasser tropfenweise von der Oberfläche abfloss. Die Temperatur des aus dem Wasserreservoir ausfliessenden Wassers konnte immer leicht mit demselben Thermometer gemessen werden, mit dem Nägeli die Temperatur das zu seinem Nitellazweig strömenden bestimmte. Durch Oeffnen und Schliessen des ebendaselbst angebrachten Hahnes liess sich der Zufluss des Wassers nach Belieben reguliren.

Die Beobachtung geschah nun derart, dass ich die Schläge einer Uhr zählte, welche vorübergingen, bis ein Inhaltskörper eben in den Rand des gemessenen Gesichtsfeldes trat und dieses in der Mitte durchschreitend so eben wieder verliess. Besser noch ist es, die Länge einer nicht das ganze Gesichtsfeld einnehmenden Längswand einer Zelle zu bestimmen und auf diese die Geschwindigkeit des Zelleninhalts zu beziehen, da es nicht ganz leicht ist, bei rascher Bewegung haarscharf in dem Moment das Zählen zu beginnen, in dem eben der Körper sich dem Auge präsentirt und indem er wiederum verschwindet — der Unklarheit des Bildes am Rande des Gesichtsfeldes wegen. Die Gesetzmässigkeit der Chlorophyllkörnerbewegung von *Elodea* und *Vallisneria* konnte nur unter besonderen Verhältnissen erkannt werden — so durfte ich bei selbst ganz regelmässiger Bewegung nicht jedes beliebige Korn verfolgen, da sobald zwei oder mehrere sich nahe berühren oder solche sammt einem Protoplasmakörper dahinziehen die Bewegungsgeschwindigkeit jeden Augenblick sich ändert. Anders ist es, wenn die Bahn frei wird und nun einzelne Körner freien Lauf haben; Messungen an diesen ergaben eine überraschende Regelmässigkeit. Alle Beobachtungen sind auf $^1/_{10}$ mllm. Weg umgerechnet. Meine Taschenuhr machte innerhalb 15 Minuten 2220 Schläge, so dass rund $2^1/_2$ Uhrschläge 1 Secunde bedeutete. Das Zählen der Uhrschläge wurde für jeden Temperaturgrad mehrmals wiederholt und für jeden derselben der Werth aus drei Bestimmungen ge-

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0199-6

nommen. Diese Werthe, sowie auch die zwischen den einzelnen Graden gelegenen differirten um nichts Nennenswerthes, wenn wir von dem raschen Ansteigen und Abfallen absehen. Wechselnde Werthe traten leider unterhalb 6° R. namentlich in der Nähe von 0° auf, was theilweise auf die verbesserungsfähige Methode für Bestimmungen bei niederen Temperaturgraden zu rechnen sein dürfte, theils aber auch seinen Grund in sich selbst haben kann. Für alle andern Temperaturen ist ferner eine Regelmässigkeit nur unter der Voraussetzung zu finden, dass im Objecte selbst während der ziemlich langen Beobachtungsdauer aus in ihm selbst liegenden Gründen nicht Störungen eintreten, welche manchmal sehr rasch, oft auch erst nach Stunden sich wieder ausgleichen.

Die Objecte wurden zuvor langsam auf 0° gebracht.

I. Ich beginne mit den Chlorophyllkörnern der *Elodea canadensis*; die speciell hier vorliegende Zelle ist eine lange, schmale Stengelparenchymzelle aus der Umgebung des Gefässbündels. Wenn die Bahn frei ist, so legt das vereinzelte Korn in folgenden Zeiten einen Weg von $^1/_{10}$ Millim. zurück:

Bei 0° war entweder vollkommene Ruhe oder aber nur dann und wann trat an ein oder der andern Stelle eine äusserst träge und kurz dauernde Bewegung ein. Als das Eis zur Neige ging, fing das Protoplasma an sich sehr langsam zu bewegen. Es betrug alsdann die Zeit, welche verstrich um die bekannte Strecke zu durchlaufen 79 sec.; bei 1° R war der Werth der Zeit 50 sec. Zwischen 1 und 2° R nahm die Geschwindigkeit folgendermassen zu:

1° R[1])	— 50,0 sec.	9° R	— 12,9 sec.
	31,0 „	10°	— 11,9 „
	43,0 „	11°	— 11,4 „
	43,0 „	12°	— 11,2 „
2°	— 29,0 „	14°	— 10,1 „
3°	— 25,0 „	16°	— 9,3 „
4°	— 21,7 „	18°	— 8,9 „
5°	— 15,7 „	20°	— 8,7 „
6°	— 15,4 „	22°	— 8,0 „
7°	— 13,6 „	23°	— 7,9 „
8°	— 13.1 „	24°	— 7,4 „

1) Während der Steigerung von einem Grad zum andern vergingen im Minimum mehrere Minuten, meist aber viel längere Zeit.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0200-3

25° R	—	6,6 sec.	30° R	—	5,5 sec.
26°	—	6,3 „	31°	—	9,0 „
27°	—	6,2 „	32° [1])	—	0 „
28°	—	6,0 „			(Wärmestarre).
29°	—	5,3 „			

II. *Vallisneria spiralis*. Grosse Stengelparenchymzelle des Blüthenstiels.

0° R	—	Ruhe.	19° R	—	4,0 sec.
1°	—	45,0 sec.	20°	—	3,8 „
2°	—	27,0 „	21°	—	3,5 „
3°	—	23,0 „	22°	—	3,4 „
4°	—	21,2 „	23°	—	3,3 „
5°	—	16,0 „	24°	—	3,2 „
6°	—	14,2 „	26°	—	3,0 „
7°	—	12,4 „	27°	—	2,7 „
8°	—	11,5 „	28°	—	2,6 „
9°	—	10,4 „	29°	—	2,5 „
10°	—	8,1 „	30°	—	2,4 „
11°	—	8,0 „	31°	—	2,3 „
12°	—	6,6 „	32°	—	2,5 „
13°	—	6,5 „	33°	—	3,3 „
14°	—	6,0 „	34°	—	5,8 „
15°	—	5,1 „	35°	—	9,0 „
16°	—	5,0 „	36°	—	0 „
17°	—	4,5 „			(Wärmestarre.)
18°	—	4,1 „			

(Schluss folgt.)

1) Das Fehlen der Werthe für einzelne Temperaturgrade ist verursacht dadurch, dass sichtliche Störungen in der Zelle eintraten, welche sich aber nach Kurzem wieder von selbst aufhoben. Es ist eine grosse Seltenheit selbst für kürzere Zeiten normal dieselben Bedingungen in der Zelle zu haben.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr03643-0201-8

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 193-199