

Ein zweckmässiger Thermostat.¹⁾)

Von

Dr. Wilhelm Velten.

(Mit Tafel XIII.)

Man hat bis jetzt um für kürzere oder längere Zeit bestimmte Temperaturen herzustellen sich entweder grosser Räume, ganzer Localitäten bedient, oder man hat mehr oder weniger einfache Apparate construirt, die aber durchgehends nur eine beschränkte Anwendung gestatten.

Diesem Uebelstande abzuhelpfen, habe ich mich bemüht einen Apparat herzustellen, mit Hülfe dessen man von der Temperatur des Arbeitsraumes unabhängig ist. Derselbe erlaubt fast vollkommen constante Temperaturen für beliebige Zeiten hervorzubringen. Hierbei ist es möglich, Beobachtungen, selbst Messungen an Versuchsobjecten, die sich im Apparate befinden, vorzunehmen ohne zu diesem Zwecke denselben öffnen zu müssen.

Die für den Vegetationsprocess im Allgemeinen in Betracht kommenden Temperaturen, die sich constant für längere Zeit herstellen lassen, liegen zwischen ungefähr — 10° C. und 60° C.

Der wesentlichste Theil des Apparates besteht aus einem würfelförmigen oben offenen, doppelwandigen Kasten aus Zink, welcher mit einem ebenfalls doppelwandigen Zinkdeckel verschlossen werden kann. Dieser Deckel greift mit einem einfachen Falz in eine am Kasten oben angebrachte Zinkrinne. Eine Doppelseitenwand, ich will sie die Vorderwand nennen, ist statt der Zinkwände vollkommen ersetzt durch zwei parallelwandige Glastafeln, die mittelst Miniumkitt durch Zinkrahmen festgehalten sind. Die Hohlräume der Wände sind bestimmt, mit Wasser oder je nach Umständen mit einer andern Flüssigkeit, angefüllt zu werden und zwar ist die Einrichtung so getroffen, dass auch die zwischen den beiden Parallelgläsern befindliche Flüssigkeit mit derjenigen der vier übrigen Hohlräume vollkommen frei communiciren kann. Eine Communication derjenigen Flüssigkeit, welche den Deckel erfüllt, mit derjenigen des Kastens findet nicht statt, was sich auch nicht als nothwendig ergeben hat.

¹⁾ Abdruck aus dem LXXIV. Bande (Jahrg. 1876) der Sitzb. der k. Akad. der Wissensch. II. Abth. in Wien.

In dem Deckel befinden sich drei Oeffnungen, welche dazu dienen: erstens ein Thermometer, zweitens einen Thermoregulator aufzunehmen; die dritte Oeffnung ist bestimmt: Wasser den Versuchsobjecten zuführen zu können.

Der Thermoregulator ist ein modifirter Reichert'scher.¹⁾ Herr Chemiker Fischer in Wien hat denselben vor längerer Zeit schon dahin abgeändert, dass das Gaszuflussrohr nicht in das Quecksilbergefäß eingeschmolzen, sondern nur eingeschliffen ist, was einen grossen praktischen Vortheil gewährt, insoferne der Regulator sich nun zu jeder Zeit während des Experimentirens leicht und rasch reinigen lässt, sobald sich Producte verschiedener Natur, die in geringem Grade störend wirken können, im Innern desselben abgelagert haben. Ich mache bei dieser Gelegenheit auch sogleich darauf aufmerksam, dass wenn eine gewisse Temperatur auf die höchste Constanz gebracht werden soll und die Temperatur des Thermoregulators merklich niederer liegt als diejenige des zuströmenden Leuchtgases, dass dann das letztere vor dem Einströmen zuerst ein Chlorcalciumgefäß durchlaufen muss, um jede Condensation von Wasserdampf aus dem Leuchtgas innerhalb des Gaszuflussrohres des Regulators zu vermeiden.

Gelegentliche Temperaturschwankungen im Innern des Versuchsraumes von beiläufig 1—2° C. und auch mehr, scheinen meist durch solche Unregelmässigkeiten, durch Ansetzen kleiner Wassertröpfchen sich zu bilden. Ist das Leuchtgas ganz getrocknet, so lässt sich tatsächlich in den meisten Fällen mit diesem Instrumente eine überraschende Constanz der Temperatur erzielen.

An den Seitenwänden des Zinkkastens befinden sich mehrere kleine Oeffnungen um gemessene Luftvolumina oder, wenn es sich um Einwirkung verschiedener Gase bei bestimmten oder variablen Temperaturen auf das Leben der Pflanzen handelt, diese selbst eintreten zu lassen und sie andererseits wieder an beliebigen Orten abzusaugen. Bei Gasuntersuchungen wird die Rinne, in welcher der Deckel des Apparates steht, mit Glycerin, Fetten, Oelen u. s. w. aufgefüllt um die Gase des Innenraumes hermetisch gegen oben abzusperren. Soll die Temperatur der eintretenden Luft oder eines Gases möglichst genau derjenigen des Versuchsraumes beim Eintritte schon gleichkommen, so lässt man diese Agentien zuvor durch Röhren strömen, welche mit dem Erwärmungskasten im innigen Contacte stehen.

Der Zinkkasten muss aussen und innen mit eisernen Reifen umgeben werden, weil sonst der ziemlich bedeutende Druck des Wassers, das sich innerhalb der Wände befindet, die Zinkwände ausbaucht und hierdurch Zerrungen an den Löthstellen des Apparates entstehen, die leicht zu kleinen Läsionen Anlass geben können. Sobald der Apparat einige Zeit schon in Thätigkeit war, kommen dann die im Anfang auftretenden, kaum vermeidlichen Beschädigungen nicht mehr vor.

Bei allen Temperaturen, die man herzustellen wünscht, welche über der Temperatur des Arbeitslocales liegen, ist der Apparat schon in dieser Form brauchbar. Ich stelle denselben auf einen hölzernen Sockel und trenne den Zinkkasten von der höher oder tiefer in dem Untersatz befindlichen Flamme nur noch durch ein Eisenblech, damit vorzugsweise das Zink vor merklicher Oxydation geschützt werde.

¹⁾ Ein einfacher Thermoregulator von Prof. E. Reichert in Freiburg. Poggendorff's Annalen. 1872. Bd. 24, p. 467.

Die erwärmende Flamme stammt je nach dem Bedürfnisse von einem Bunsenbrenner oder sonst einem Heizapparat her und wird das Leuchtgas, nachdem es den Thermoregulator durchströmt hat, so zu dem Brenner geführt, wie es die Abbildung darstellt.

Handelt es sich um Herstellung von Temperaturen, die unter der Temperatur des Arbeitsraumes liegen sollen, so kann man sich zunächst mit Kühlwasser behelfen. Bei grösseren Temperaturdifferenzen wird der Zinkkasten mit Eis oder Kältemischungen umgeben. Zu diesem Behufe wird der ganze Apparat mit einem Holzmantel überdeckt, der oben und an der Vorderseite ebenfalls Glasscheiben trägt; ich fülle dann den ganzen Zwischenraum zwischen Mantel und Zinkkasten mit Eis aus. Auf den Deckel stelle ich zwei mit Eis oder Kältemischungen gefüllte Behälter auf, um auch die Temperatur der in demselben befindlichen Flüssigkeit, gewöhnlich des Wassers, herabzudrücken. Das beim Schmelzen des Eises sich sammelnde Wasser fliesst aus einem unterhalb des Thermostaten angebrachten ringsherumlaufenden Canales seitlich ab.

Soll der Einfluss des weissen Lichtes auf ein pflanzliches Object bei ganz bestimmten Temperaturen oder die Wirkung verschiedener Temperaturen bei dem constanten Factor, weisses Licht, untersucht werden, so wird der doppelwandige Zinkdeckel durch einen doppelwandigen Glasdeckel mit Zinkrahmen ersetzt, so dass dann von oben sowohl als auch von der Seite das Licht zutreten kann.

Um die Wirkung des weniger brechbaren Theiles des Sonnenspectrum auf die Pflanze bei beliebigen Temperaturen zu prüfen, füllt man den ganzen doppelrandigen Hohlraum des Kastens sammt dem Deckel mit einer Lösung von saurem chromsaurem Kali an.

Bei Anwendung von Kupferoxydammoniak, wenn man die brechbarere Hälfte des Sonnenspectrum in den Innenraum gelangen lassen will, muss aber der chemischen Untersuchung desselben mit den Zinktheilen halber eine besondere mit dieser Lösung gefüllte Glascuvette vorgeschoben werden. Keinesfalls empfiehlt es sich, die doppelte Glaswand, deren Flüssigkeitsinhalt mit demjenigen der übrigen Hohlräume des Kastens communicirt, selbst durch eine Glascuvette zu ersetzen, weil der Apparat dann nur eine beschränkte Anwendung gestattet und zwar aus dem Grunde, weil immer dann, wenn die Lufttemperatur des Arbeitsraumes von der Temperatur des Versuchsraumes differirt, eine um so weniger gleichmässige Temperatur des Innenraumes zu erzielen ist, als die Glascuvette eine relativ grössere Fläche einnimmt. Je grösser die Temperaturdifferenz von aussen und innen, einen um so schädlicheren Einfluss muss eine Glascuvette oder gar eine einfache Glastafel haben.

Ich habe bis jetzt nur von der Wirkung des Lichtes und der Gase bei gleichen oder variablen Temperaturen auf das Pflanzenleben gesprochen; es ist aber selbstverständlich, dass bei allen Versuchen, bei denen es sich handelt den Einfluss irgend eines Agens bei bestimmten oder variablen Temperaturen oder bei constanten Temperaturen die Wirkung veränderter anderweitiger Factoren zu erforschen, dieser Apparat, in der Combination, wie ich sie hier mitgetheilt habe, für pflanzenphysiologische Experimente wesentliche Dienste leisten wird.

Ist es fernerhin wichtig, bei Messungen, Zählungen u. s. f. im Versuchsraume arbeiten zu können, ohne hierbei eine sehr merkliche Temperaturstörung in demselben hervorzurufen, so empfiehlt es sich einen an einem Messingring befestigten Kautschukhandschuh an einer der Seitenwände des Kastens anzubringen. Dadurch ist es möglich die Hand in den Versuchsräum einzuschieben, ohne dass hierbei Luftströmungen von aussen nach innen stattfinden

und wird hierdurch die Temperatur im Innern bei raschem Operiren in der Mehrzahl der Fälle wenigstens kaum wesentlich verändert.

Der ganze Apparat, so wie ich ihn seit einem Jahre verwende, hat eine Höhe von 150 Cm., eine Breite von 75 Cm. und ist ebenso tief als breit. Der Rauminhalt der eigentlichen Versuchskammer beträgt circa 0·13 Cubikmeter. Die Dicke der den Versuchsraum umgebenden Wassermasse beträgt ringsum circa 2·5 Cm. Der Apparat könnte leicht auch in einer Grösse hergestellt werden, die gestattete, die Functionen selbst junger Bäume bei ganz beliebigen Temperaturen zu untersuchen. Derselbe Apparat in kleinerem Massstabe ausgeführt, empfiehlt sich als Wärmevorrichtung für mikroskopische Zwecke. Wird das Arbeiten im Innern des Kastens hierbei nicht zu lange fortgesetzt, so hat man auch in diesem Falle keine wesentliche Temperatursstörung zu befürchten, weil das mikroskopische Object den Metalltheilen des Mikroskops direct aufliegt und dasselbe daher im Gange der Temperatur so ziemlich mit derjenigen des Mikroskops gleichen Schritt hält. Statt eines Handschuhes bedient man sich dann zweier.

Wenn es sich darum handelt, längere Zeit ein mikroskopisches Präparat auf bestimmten Temperaturen zu erhalten, so ist diese Vorrichtung sehr empfehlenswerth. Sollen aber die Wirkungen von Temperaturschwankungen oder auch nur der Effect einer langsam steigenden oder fallenden Temperatur innerhalb eines kürzeren Zeitraumes untersucht werden, so ist bei weitem rathsamer, das mikroskopische Object und lediglich die Objectivlinse des Mikroskops mit einer fliessenden Wassermasse zu umgeben, in der Weise, wie ich es in meiner Schrift: „Die Einwirkung der Temperatur auf die Protoplasmabewegung“¹⁾ näher beschrieben habe. Bei Versuchen mit Pflanzenteilen, welche die directe Anwesenheit des Wassers nicht ertragen können, wird bei Anwendung der letzteren Methode eine kleine Kammer diese enthaltend in das Wasser eingesenkt.

Eine besonders nennenswerthe Vorrichtung, um mikroskopische Objecte sammt dem Mikroskop einer beliebig gesteigerten oder erniedrigten Temperatur auszusetzen, wurde schon früher von Sachs²⁾ beschrieben. Es ist ebenfalls ein doppelwandiger Zinkkasten. An der Vorderwand findet sich eine relativ kleinere Oeffnung, um Licht durch eine angebrachte Glastafel oder durch eine mit Flüssigkeit gefüllte Cuvette zum Mikroskopspiegel gelangen zu lassen. An den Seitenwänden sind zwei Oeffnungen angebracht, um mit einer Pincette oder einem Drahte das mikroskopische Object von aussen verschieben zu können. Der Deckel des Apparates besteht aus Pappe. Das Mikroskop steht nur bis zu seiner Brücke in dem eigentlichen Versuchsraum, so dass also Tubus und Mikrometerschraube nach aussen in die Luft ragen. Der von mir beschriebene Apparat bietet dem Themorstaten von Sachs gegenüber somit wesentliche Vortheile dar.

Der Apparat leistet für thierphysiologische Zwecke, wie sich dies von selbst ergibt, die gleichen Dienste wie für pflanzenphysiologische.

¹⁾ Velten, Regensburger Flora. 1876, Nr. 12—14.

²⁾ Sachs, Lehrbuch der Botanik. 1873, p. 643; 1874, p. 706.

Erklärung der Tafel.

(Durchschnittsansicht des Thermostaten in $\frac{1}{10}$ natürlicher Grösse.)

- a. Doppelwandiger Zinkkasten mit Wasser gefüllt.
 - b. Oeffnung zum Füllen des Kastens mit Flüssigkeit und zur Reinigung der Glasplatten.
 - c. Doppelwandiger Glasdeckel mit Wasser gefüllt.
 - d. Zinkrinne mit Flüssigkeit gefüllt und d_1 Ablassrohr für die letztere.
 - e. Thermometer.
 - f. Thermoregulator.
 - g. Kautschukhandschuh.
 - h. Eis.
 - i. Eiserne Bänder.
 - k. Zu- und Ableitungsröhren für Luft, überhaupt Gase.
 - l. Rinne zur Ableitung des durch Schmelzen des Eises entstandenen Wassers.
 - m. Holzmantel.
 - n. Sockel.
 - o. Die Stelle der Oeffnung, durch welche hindurch Wasser den Versuchsobjecten zugeführt wird.
 - p. Heizflamme.
 - q. Gasschläuche.
-

Taf XIII
W. Velten, Über die Folgen der Einwirkung der Temperatur auf die Keimfähigkeit und Keimkraft
der Samen von Pinus Picea du Roi.

