

PFLANZENPHYSIOLOGISCHE VERSUCHE UND DEMONSTRATIONEN

VON

Dr. E. GILTAY

(WAGENINGEN --Holland).

I.

Es möge mir gestattet sein, die Art zu erläutern, in der ich wichtige Sachen, namentlich aus der Physiologie im weiteren Sinne (also incl. der Biologie) vorführe.¹⁾

Für diesmal gebe ich Versuche über die Bewegung des Protoplasma's und über die Transpiration.

1. PLASMA-BEWEGUNG.

A. BEDEUTUNG DER NORMALEN ATMUNG FÜR DIESELBE.

Es gehört die Vorführung davon, dass die normalen Funktionen aufhören, wenn die gewöhnliche Atmung nicht mehr stattfindet, wohl zu den wichtigsten Demonstrationen aus der Physiologie. Bequem kann dies bekanntlich gezeigt werden für äusserlich leicht wahrnehmbare Prozesse, wie z.B.

1) Der Vollständigkeit wegen, weise ich auf einige frühere Publikationen hin, deren Inhalt, wenigstens theilweise, unter obigen Titel hätte fallen können. Es sind dies:

In der *Zeitschrift für den physikalischen und chemischen Unterricht*, Nov. 1906: Zwei Versuche über das Schweben kleiner Körper in der Luft; in *Pringsh. Jahrb.* Bd. XL (1904) S. 368 und ff. und ibidem Bd. XLIII (1906) S. 468 u. ff.: Ueber die Bedeutung der Krone und über das Farbenunterscheidungsvermögen der Insekten; in der *Zeitschrift für Botanik*, 2er Jahrgang, 1910, S. 305 u. ff.: Betrachtungen und Versuche über Grundfragen beim Geotropismus der Wurzel.

für die geotropische Wurzelkrümmung; es ist aber wichtig, die Sache auch für eine innere, wahrscheinlich fundamentale Funktion, wie die Plasma-Bewegung ist, zu zeigen.

Der betreffende Versuch wird am besten ausgeführt mit den bekannten Haaren an den Staubfäden bei *Tradescantia virginica*. Wahrscheinlich wurde er schon von vielen probiert; aber verschiedene Schwierigkeiten stehen mutmasslich der allgemeineren Beliebtheit des wichtigen Experiments im Wege. Es dürfte daher Folgendes zu bemerken am Platze sein.

α. BESCHAFFUNG DER BLÜTEN.

Es wird öfters die Meinung angetroffen, dass *Tradescantia*-Blüten in der Kälteren Zeit schwierig zu haben sind. Jedenfalls aber gilt dies nicht für den Anfang derselben. Es wird zwar die Blütezeit auf Juni-September angegeben, aber bei etwas Pflege blüht die Pflanze bis tief in den Herbst hinein. Wenn die Exemplare in einem etwas trocknen Sommer zu vergilben anfangen, werden die schlechteren Theile entfernt, die Erde wird gelockert, es wird fleissig gegossen, eventuell auch etwas Jauche gegeben. Etwa Anfang Oktober wird vermittels gewöhnlicher Fenster ein kleines Glashaus um die Pflanze herum gebaut, welches bei Nachtfrost bedeckt wird, und unter diesen Umständen ist es leicht bis halb November oder noch später Blumen zu haben. Übrigens kann die Pflanze auch im Gewächshaus gezogen werden, und man hat dann bisweilen zu jeder Jahreszeit Blüten.

Dass die Blüten mittags kaum mehr zu haben sind, kann ich nicht bestätigen¹⁾; ich habe sie immer den ganzen Tag zur Verfügung gehabt. Übrigens können auch in der Entwicklung vorgeschrittene Knospen sehr wohl Verwendung finden. Wenn mitten im Winter Blüten fehlen, gebrauche ich dieselben sogar öfters.

β. VORBEREITUNG DER HAARE FÜR DEN VERSUCH.

Ich ziehe bei weitem eine Gaskammer vor mit losem Deckel, und zwar nach folgendem, von jedem Mechaniker

1) W. Kühne, in: Zeitschr. f. Biologie, Neue Folge, 17^{er} Bd. (der ganzen Reihe Bd. 35) S. 43 u. ff.

herzustellenden Modell. Unten ist eine Glasplatte; hierauf ist ein kupfernes Mittelstück gekittet, in welchem sich an beiden Endflächen Zuleitungsröhren befinden. Der Deckel ist gleichfalls aus Kupfer gearbeitet, und hat in der Mitte ein Loch, das mit aufgekittetem Deckglas geschlossen ist.

Für den Gebrauch wird zunächst der Deckel abgenommen, und umgekehrt auf den Tisch gelegt. Auf die jetzt nach oben gekehrte Untenfläche des Deckglases wird ein etwas grosser Tropfen Wasser gebracht, und hierin nicht zu wenige Haare. Jetzt stellt sich aber eine nicht unbeträchtliche Schwierigkeit ein. Die Haare schwimmen nämlich auf der Oberfläche des Wassers, und es gilt dieselben unterzutauchen ¹⁾, ohne dass die Berührung des Wassers mit der Luft zu sehr eingeschränkt wird. Durch Auflegen eines Deckglases liesse sich das Erwünschte natürlich nicht erreichen. Am besten ist mir die Sache gelungen durch Auflegen eines kleinen Gitters aus Silberdraht, in etwa Deckglasgrösse, welches aus ungefähr 15 Drähten besteht und an den Ecken mit etwas Paraffin dem Deckglas aufgekittet wird. Wenn das Gitter aufliegt, bemerkt man oft, dass man zu wenig Wasser verwendet hat, und giebt also noch etwas nach.

Jetzt wird der Deckel, zunächst ohne Kitt, in der richtigen Stellung auf die Dose gelegt, und nachgesehen, ob sich geeignete Zellen vorfinden. Fast immer sind wenigstens einige da, die durch das Gitter untergetaucht gehalten werden, die also ein gutes Bild liefern, und deutliche Plasmabewegung zeigen. Ist dies der Fall, dann merkt man sich ungefähr die Stelle, und kittet jetzt den Deckel auf, am besten mit Lanolin, zu beziehen von MERCK in Darmstadt. Dies alles kann leicht ausgeführt werden, weil sich der Deckel gut hantieren lässt. Mit einer Gaskammer, wie das in Fig. 133 S. 243 von DETMER'S Praktikum abgebildete Exemplar, würde sich die Sache viel schwieriger machen lassen.

Die Gitter werden gereinigt durch Ausglühen. Dies darf

1) Liesse man die Haare an der Oberfläche, dann würde das Bild so schlecht sein, dass sich das Plasma gar nicht erkennen liesse, und zwar wegen der stärkeren unregelmässigen Ablenkungen, die das durchstreichende Licht, besonders durch die ziemlich ausgeprägten Wandzeichnungen, dann erfahren würde.

Mikroskop sich im Innern des Zimmers befindet, wird das Reduktionsrohr zunächst mit einem Zuleitungsrohr von 3 Millim. innerer Weite und etwa 4 Meter Länge verbunden, welches unter dem Fussboden hindurchgeht. ¹⁾ Es wird dann der Ofen angezündet, und sobald das Reduktionsrohr schwach glüht, auch die Verbindung mit der Gaskammer hergestellt, natürlich mit Kautschukrohr. Der soeben erwähnte metallische Theil der Zuleitung bringt den Vortheil mit sich, dass der Stickstoff gekühlt die Gaskammer erreicht; ein eingeschaltetes Thermometer zeigt fast gar keine Steigung. Mit der Gaskammer ist schliesslich noch ein U-Röhrchen mit etwas Wasser verbunden, um den Stickstoff gegen die Luft abzuschliessen, und auch, um die Stromstärke zu zeigen. ²⁾

Die Durchleitung wird zunächst etwas schneller vorgenommen, um die gewöhnliche Luft aus der Zuleitung schneller fortzuschaffen, dann jedoch wird nur ein langsamer Strom verwendet. Wie schon erwähnt, hört die Bewegung meistens nach wenigen (3 bis 6) Minuten auf. Natürlich soll hiermit nicht behauptet werden, dass alsdann gar keine Bewegung mehr vorkommt, nur, dass dies dem Augenschein nach der Fall ist. Das Plasma wird nicht sofort getötet, wie schon aus seinem Äusseren zu schliessen ist, und auch daraus erhellt, dass, wenn nachher wieder gewöhnliche Luft durchgeblasen wird, die Bewegung meistens in sehr kurzer Zeit (nach $\frac{1}{4}$ bis $\frac{1}{2}$ Minute) wieder deutlich im Gang ist.

B. EINFLUSS DER TEMPERATUR.

a. KÄLTESTARRE.

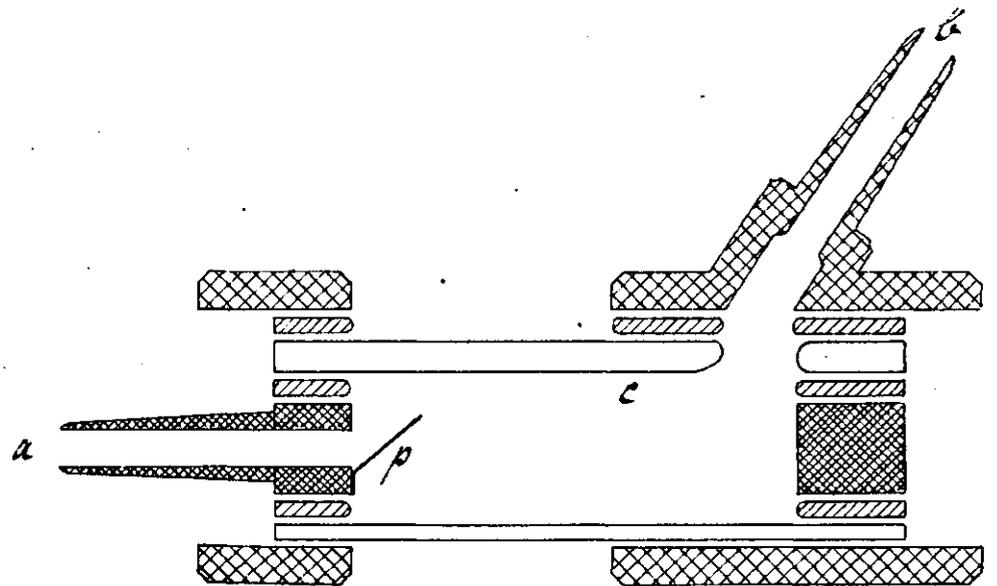
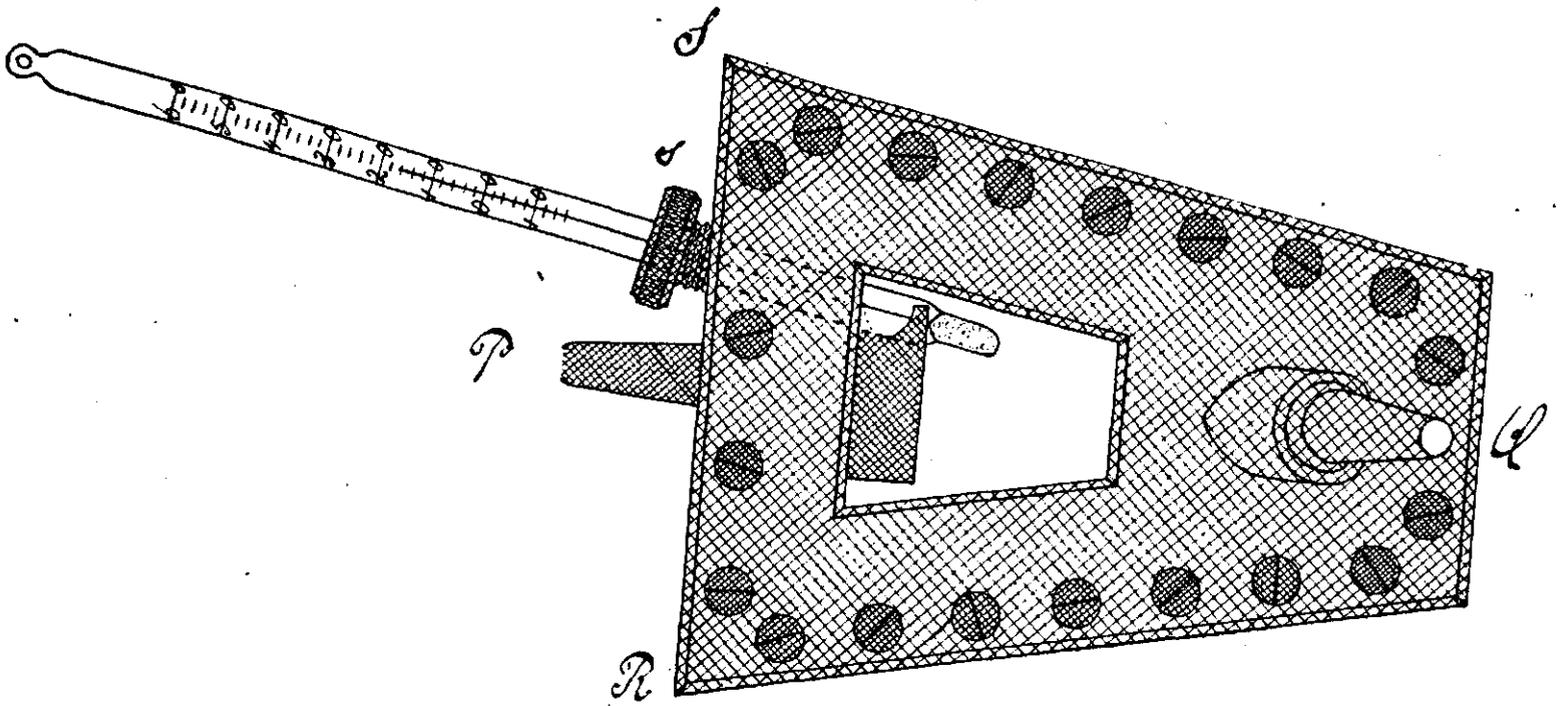
Auch dies zu zeigen gelingt in kurzer Zeit in schöner Weise.

Tradescantia ist auch hier das beste Objekt, das ich kenne; viel geeigneter ist sie, wie z.B. die Haare auf den Blättern bei *Cucurbita*, namentlich wegen des viel schöneren Bildes.

1) Meiner Erfahrung nach wird hierzu am besten rotes Kupfer verwendet, weil Messingrohr und auch gewöhnliches Gasrohr zu leicht Lecke bekommt.

2) Öfters wird mit dem kalten Reduktionsrohr geprüft, ob die ganze Zuleitung gut schliesst.

FIG. I.



OBERANSICHT UND LÄNGSSCHNITT NACH PQ

VON DER WASSERKAMMER.

GEKREUZT SCHRÄFFIERTES: KUPFER

EINFACH SCHRÄFFIERTES: KAUSCHUK

NICHT SCHRÄFFIERTES: GLAS.

IN DEM LÄNGSSCHNITT SIND DIE EINZELNEN SCHICHTEN DER DEUTLICHKEIT
WEGEN ETWAS AUS EINANDER GESCHOBEN GEZEICHNET.

Der Versuch kommt zur Ausführung mit einer geeigneten Wasserkammer, welche in Fig. 1 in natürlicher Grösse abgebildet ist.

Das Prinzip der Methode besteht darin, dass die der oberen Glasplatte aufliegenden Haare mit einer die Kammer durchströmenden, erwärmten, resp. gekühlten Flüssigkeit abwechselnd einer Temperatur ausgesetzt werden, bei welcher die Plasma-Bewegung sehr kräftig ist, und einer, bei welcher diese Bewegung still steht.

Es erwachsen hierbei hauptsächlich zwei Schwierigkeiten — die jedoch in der sofort zu beschreibenden Weise gänzlich beseitigt werden können — nämlich 1^o einen guten Verschluss zu finden für die zusammenstellenden Theile der Kammer, und 2^o ein Mittel zu gewinnen, um die aus der Flüssigkeit gegen die obere Glaswand sich absetzenden kleinen Luftbläschen, welche dem Bilde sehr hinderlich sind, ja es am Ende ganz unkenntlich machen, fortzuschaffen. Der Grund für die angegebene Wirkung der Bläschen ist wohl dieser, dass sie durch ihre Brechung auch Lichtstrahlen von starker Neigung dem Objekte zuführen, und so das Bild demjenigen ähnlich machen, welches mit zu weit geöffnetem Kondensor erhalten wird ¹⁾.

a. EINRICHTUNG DER WASSERKAMMER.

Alle Hauptsachen werden aus den Figuren ersichtlich sein, wenn man bei Fig. 1 nur in Betracht zieht, dass gekreuzt Schraffirtes: Kupfer, einfach Schraffirtes: Kautschuk, und nicht Schraffirtes: Spiegelglas bedeutet.

Nachdem zuvor verschiedene Kitte vergebens versucht waren, wurde die Manier gefunden, mit genügend gepresstem Kautschuk einen vollständigen Verschluss zu erreichen. Um die ringsum vorhandenen Schrauben nicht zu stark anziehen zu brauchen, wurden in dem Kupfer noch ziemlich starke Rillen angebracht, in die das Kautschuk beim Zusammenpressen eindringt. ²⁾

1) Vgl. E. Giltay, Sieben Objecte unter dem Mikroskop, Leiden, E. J. Brill, 1893, S. 52.

2) Um die Schrauben schnell und gleichmässig anziehen zu können, sind sechs derselben, an der Stelle zwischen den beiden Kupferplatten, von Röhren, in der durch Vorversuche bestimmten erforderlichen Länge, umgeben (Vgl. Fig. 2, z. B. bei *a*, *b*, und *c*.)

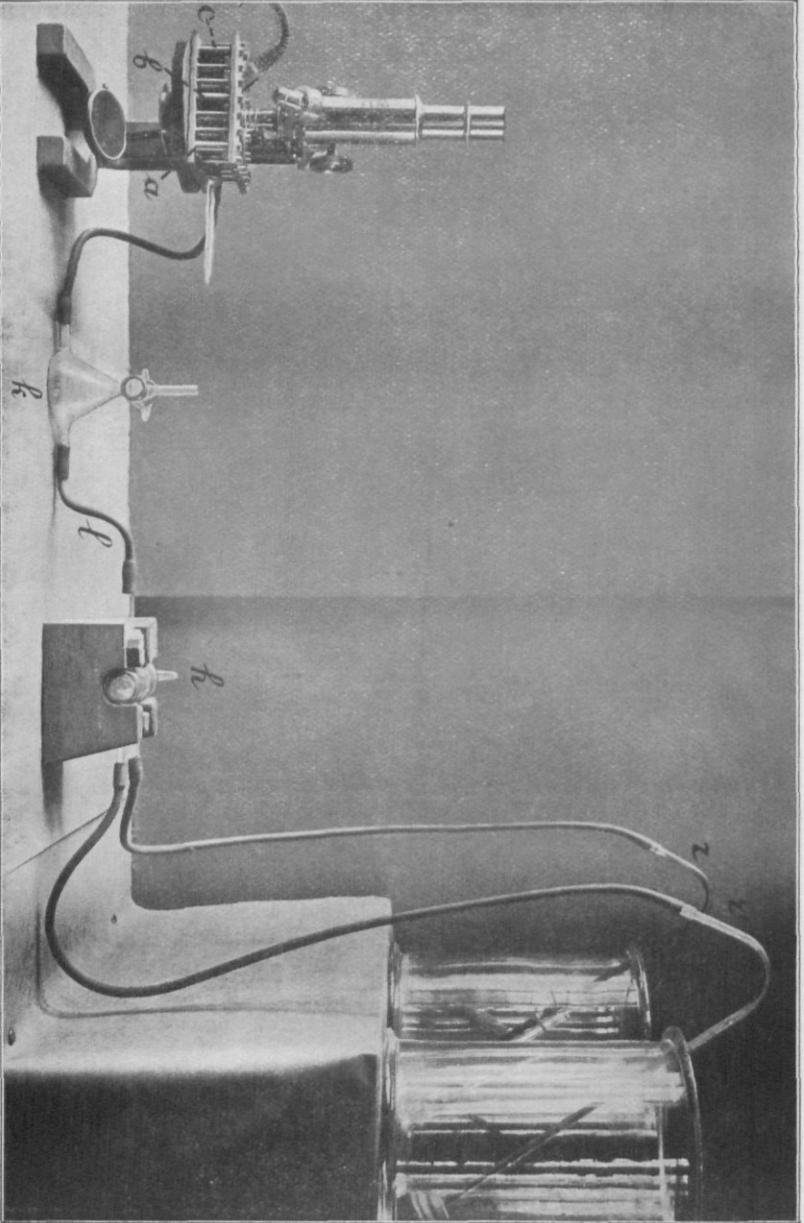
Durch *a* strömt die Flüssigkeit ein, durch *b* wieder hinaus. Dass *b* sich in der oberen Platte befindet, hat seinen guten Grund. Wenn sich nämlich unter dem Objekt so viel Gasbläschen gesammelt haben, dass das Bild anfängt undeutlich zu werden, dann schafft man dieselben dadurch fort, dass auf näher anzugebende Weise eine grössere Blase zugelassen wird, welche die kleinen Bläschen fortsetzt. Bei ununterbrochener Wahrnehmung, also bei an ihrer Stelle belassener Kammer, würde man die grosse Blase jedoch kaum wieder los werden, wenn sich die Ausströmungsöffnung nicht in dem höchsten Theile der Kammer befände.

Es zeigte sich sogar, ganz unerwarteterweise, dass dennoch gewöhnlich nicht alle Luft abfloss; es blieb fast immer bei *c* wenigstens noch ein Theil der Blase zurück, welcher durch seine Bewegungen der Wahrnehmung hinderlich werden könnte. Es scheint, dass der Wasserstrom wesentlich in grader Linie zwischen beiden Löchern der Kammer hindurchgeht, und dass durch diesen Strom wenigstens ein Theil der Luftblase bei Seite geschoben wird. Um Abhilfe zu schaffen, wurde versucht den Strom dem Glase entlang zu leiten, und zwar mittels des kleinen Plättchens *p*, was sofort gelang. Um alle Luft wegzuschaffen wurde auch der Kammer, am Orte des Einströmens, in der Richtung *R S* eine grössere Länge gegeben, als am entgegengesetzten Ende. Jetzt konvergieren die einschliessenden seitlichen Wände nach der Ausströmungsöffnung zu, und alles Gas wird mit dem Strome mitgeführt, vorausgesetzt natürlich dass der Strom stark genug ist.

Das Einführen einer grösseren Luftblase geschieht am besten folgenderweise. In der Zuleitung ist das Kölbchen *k* eingeschaltet. Öffnet man dessen Glashahn, dann kommt Luft in dasselbe hinein, besonders wenn man einen davorliegenden Theil des Kautschukrohrs für einen Augenblick zudrückt. Ist dies genügend der Fall, dann schliesst man wieder den Hahn, und hält das Fläschchen schief, so dass die Luft in die Leitung kommt, welche Luft dann dem Glase entlang geht, und die kleinen Bläschen mitreisst.

Wie aus den Figuren ersichtlich, befindet sich auch in der Kammer ein Thermometer. Die dazu vorhandene

FIG. II.



Öffnung wird gleichfalls mit zusammengepresstem Kautschuk gedichtet (Schraube *s* in Fig. 1 drückt auf einen aus Kautschukrohr geschnittenen Ring).

β. BEREITUNG UND DURCHLEITUNG DER FLÜSSIGKEITEN.

Die eine besteht natürlich aus warmem Wasser ($\pm 37^{\circ}$).

Für die Kühlung verwende ich eine Lösung von Ammonium-Nitrat. Das Salz halte ich in Portionen von 600 Gramm in Fläschchen mit paraffinierten Korken bereit. Für das Auflösen dieser Mengen wird jedesmal 1 Liter Wasser verwendet. (Temperatur des Leitungswassers 10° bis 15°). Ich bekomme dann in der Wasserkammer eine Temperatur bis circa 10° unter 0, was völlig ausreicht. Die Flüssigkeiten gehen durch die Kupferröhren *r* und *r'* (das in der Kältemischung befindliche Exemplar ist verzinnt) in die Kautschukschläuche. Diese Röhre haben unten eine Erweiterung *E*, welche bei dem in Nitrat stehenden Exemplar mit feiner Metallgaze geschlossen ist, um zu verhindern, dass ungelöstes Salz in die Leitung kommt, und dieselbe verstopft. Das Metallrohr der warmen Flüssigkeit ist mit Thermometer versehen.

Die Gefäße der beiden Flüssigkeiten sind etwa $\frac{1}{2}$ Meter — etwas mehr also als in Figur 2 angegeben ist — über der Tischfläche aufgestellt, und die beiden Kautschukröhren münden mittels des Dreiweghahns *h* in Röhre *l*, welche dann zur Flasche *k* und weiterhin zur Wasserkammer führt. Nach letzterer kommt noch ein circa $\frac{1}{2}$ Meter langer Schlauch welcher, wenn die Kältemischung hindurchgeführt wird, in einem Gefäß hängt, welches dazu bestimmt ist, das ziemlich teure Ammon-Nitrat wieder aufzufangen. Durch Eindampfen auf dem Wasserbad, und durch nachheriges Trocknen auf diesem, wird das Salz wiedergewonnen.

Man fängt die Durchleitung mit warmem Wasser an, macht dann die Kältemischung, und stellt erst, wenn dieselbe fertig ist, das Rohr *r'* in die Flüssigkeit. Stände dieses Rohr schon im Wasser, bevor man das Salz zufügte, dann würde, bevor die Kältemischung in das Rohr gedrungen wäre, das Wasser in demselben gefroren sein, und die Zuleitung wäre verstopft. Letztere ist nirgendwo

enger wie 3 Millimeter, auch nicht im Dreiweghahn. Hierdurch ist es möglich, gelegentlich einen kräftigen Strom durchzuführen, was namentlich beim Vertreiben der Luftbläschen von Wichtigkeit ist.

γ. BEOBACHTUNG.

Natürlich kann man die Beobachtung nicht mit Trockensystem ausführen, weil dieses bei Verwendung der Kältemischung sich sofort beschlagen würde. Ich verwende daher Wasserimmersion D* (Zeiss). Der verbindende Wassertropfen gefriert ebensowenig, wie das Wasser unterm Deckglas.

Weil das Objekt durch die ziemlich hohe Wasserkammer um ein Beträchtliches weiter vom Spiegel gekommen ist, ist ein gewöhnlicher Kondensator nicht zu verwenden. Bei sehr guter Beleuchtung könnte man bloss den Spiegel benutzen, besser jedoch ist es, den Brillenglaskondensator I von Zeiss zu gebrauchen, natürlich unter Verwendung eines geeigneten Diaphragmas.¹⁾

Der Versuch gelingt sehr schön. Man kann zahlreiche Male hintereinander in derselben Zelle das Plasma sehr schnell rotieren und wieder zum Stillstand kommen sehen.

b. WÄRMESTARRE.

Wenn man die Temperatur im Reservoir 48° nimmt, so dass in der Wasserkammer 46° erreicht wird, dann kann man auch Wärmestarre erhalten. Diese verwende ich jedoch nicht zu Demonstrationen, weil das Plasma zu leicht nicht mehr in Gang kommt. Die Wärmestarre ist etwas ganz anderes wie die Kältestarre. Man ist zu nahe an der Tötungstemperatur, das Plasma leidet viel mehr darunter, wie sich auch aus dem mikroskopischen Bilde ergibt.

1) Falls man keine Objekte zur Hand hat, mit denen man durch längere Übung ganz besonders vertraut geworden ist, empfiehlt sich zur Prüfung der Qualität einer Beleuchtung gewöhnliche Kartoffelstärke; das Präparat ist schnell herzustellen und sehr geeignet. Vgl: E. Giltay, Einiges über Beleuchtung beim Mikroskopieren, Zeitschr. f. wissenschaftl. Mikroskopie und f. mikrosk. Technik. Bd. XXV, 1908, S. 163—169.

C. NARKOSE.

Diese führe ich mit Chloroform aus, in einer Weise, die sich der Verwendung dieses Stoffes bei Operationen anschliesst. Es ist zwar nicht leicht, das Experiment einer grösseren Hörerzahl vorzuführen, aber, wenn man etwas Glück hat, geht auch dieses. Die Schwierigkeit besteht darin, dass das Chloroform sehr giftig ist, so dass es schwer hält, es derart anzuwenden, dass Stillstand des Protoplasmas eintritt, ohne dass dies Absterben zur Folge hat. Einem kleineren Kreis von Hörern zu zeigen, dass Chloroform die Bewegung des Plasma's vorübergehend verlangsamt, ist dahingegen leicht.

Die beste Art diesen Stoff zu verwenden besteht meines Wissens darin, dass man die S. 90 beschriebene Gaskammer verwendet, worin auch wieder ganz ähnlich präparierte Tradescantia-Haare sich befinden. Zur Application des Chloroforms wird mit einer Wasserluftpumpe — die ich des Geräusches wegen in einem Nebenzimmer aufgestellt habe — Luft durch die Gaskammer gesogen, welche in verschiedenem Grade mit Chloroformdampf geschwängert ist. Obgleich sich Chloroform nur sehr schwer in Wasser löst, wird doch durch Vermittlung des Wassers sehr leicht zu viel von dem Dampfe den Zellen zugeführt, und man kann daher das Experiment nicht so machen, dass man die Haare in Wasser bringt, welches mit etwas Chloroform geschüttelt wurde. Ich sah die Zellen dann immer sofort zu Grunde gehen.

Um den Zutritt des Dampfes regulieren zu können, verwende ich wieder einen Dreiweghahn, dessen einer Schenkel zur Gaskammer führt, während die beiden anderen in Verbindung stehen resp. 1^o mit einer Woulfeschen Flasche, in die etwas Chloroform gegossen wurde, und 2^o unmittelbar mit der Luft. Durch Regulierung der Hähne kann nun reine Luft zugeführt werden, oder Luft, die mehr oder weniger mit Chloroform gemischt ist.

Wenn man das Plasma nicht töten will, und dennoch Stillstand erreichen, dann gilt es sehr vorsichtig zu arbeiten. Man muss einige Male die äusserlich wahrnehmbaren Änderungen, die sich im Plasma vollziehen, gesehen haben, um zeitig eingreifen zu können, so die Zusammenballungen

und die Brown'sche Bewegung, welche die Plasma-Partikelchen deutlich zu zeigen anfangen

Auch bei ziemlich grosser Vorsicht will es doch oft nicht gelingen, den Stillstand wieder durch Bewegung zu ersetzen. Man muss jedoch nicht zu bald alle Hoffnung verlieren. Es ist mir sogar vorgekommen, dass die Bewegung erst nach einigen Stunden wieder eintrat.

2. TRANSPIRATION.

In mehrfacher Weise kann bekanntlich die Transpiration vorgeführt werden, wovon wohl die Demonstration des Gewichtsverlustes und besonders die Stahl'sche Methode mit Kobaltpapier am meisten üblich sind.

Doch giebt es noch einen anderen Weg, der auch gewisse Vortheile hat, und der bis dahin meines Wissens noch nicht betreten wurde. Ich meine die Verwendung der relativen Feuchtigkeit in der Umgebung der transpirierenden Pflanzentheile, welche Methode sehr bequem ist, auch wegen der Schnelligkeit, womit die Sache gezeigt werden kann.

Zur Bestimmung der Luftfeuchtigkeit verwende ich ein Lambrecht'sches Hygrometer (sogenanntes Polymeter, grosses Modell, bezogen von WILH. LAMBRECHT in Göttingen), dessen Sättigungspunkt ich kontrolliere, indem es unter einer Glasglocke mit dampfgesättigter Luft aufgehängt wird.

Im Anfang der Vorlesung, worin das Instrument verwendet werden soll, steht es auf dem Tisch bereit. Alle 5 Minuten wird es abgelesen, zunächst in der gewöhnlichen Zimmerluft, und dann in dem eigentlichen Versuchsraum.

Als Pflanze verwende ich ein im Topf gezogenes Aucuba-Exemplar, von angemessener Grösse. Die Einrichtung ¹⁾ zur Ausführung des Versuchs besteht zunächst aus einem Stativ, welches eine in verschiedener Höhe fixierbare Kupferplatte trägt, auf welche eine Glasglocke gestellt werden kann. Die Platte hat im Zentrum eine runde Öffnung,

1) Es ist dies dieselbe Einrichtung, welche mir zu Assimilationsversuchen gedient hat, und von der eine genauere Beschreibung vorkommt in meinem Aufsatz über vegetabilische Stoffbildung in den Tropen und in Mittel-Europa (Ann. du jardin bot. de Buitenzorg, Vol. XV p. 43—73).

und ist mitten durch dieselbe hindurch in zwei Theile zerlegbar. Der untere Stengeltheil der Versuchspflanze wird durch die Öffnung geführt, die Platte zusammengesoben, und die Glocke auf die Platte gesetzt, nachdem auch das Hygrometer so gestellt war, dass es nahe an die Glockenwandung kommt; zur bequemen Aufstellung wurde ein kleines Stativ angefertigt. Die Glasglocke braucht nicht aufge kittet, noch auch das „Stengelloch“ der Platte sehr sorgfältig gedichtet zu werden; jedenfalls genügt es, einen ungefähr passenden, in Stengeldicke durchbohrten und halbierten Kork einzuschieben.

Fast sofort nach Fertigstellung des Versuchs fängt das Hygrometer zu steigen an, und dies geht schnell weiter, bis circa 100 % erreicht ist, was bei grösserer Blätterzahl unter der Glocke in etwa $\frac{1}{2}$ Stunde geschieht. Endlich schlägt sich Wasser auf die Glockenwandung nieder.

Um den Hörern Gelegenheit zu geben, der Nadel des Hygrometers zu folgen, werden an der von ihnen abgekehrten Seite der Glocke Spiegel aufgestellt, während dann das Hygrometer an der Seite dieser Spiegel steht, mit der Skala denselben zugewendet. Das beste Resultat ist dabei zu bekommen mit Hülfe zweier schwach zylindrischer, an der Seite der Hörer konvexer Spiegel; es können dann alle oder fast alle Hörer den Zeiger sehen, zwar bei umgekehrter Skala, aber dies schadet wenig. Entfernter sitzende Studenten müssen allerdings einen Operngucker verwenden, aber in unserem grösseren Hörsaale kommt dies oft vor, u. a. beim Betrachten der meisten Wandtafeln.

Zum Schluss gebe ich die Hygrometerablesungen für die Glockenluft der beiden letzten Versuche, die Prozente auf ganze Einheiten abgerundet:

2.30	58 %	9.8	57 %
2.35	68 „	9.13	75 „
2.40	76 „	9.18	91 „
2.45	85 „	9.23	96 „
2.50	91 „		
2.55	95 „		
3	98 „		

Als etwas später, zu nicht genau notierter Zeit, wieder abgelesen wurde, zeigte das Hygrometer das Maximum von 98 %.