

dar, diejenigen dagegen, deren Axe eine schiefe oder verticale Stellung einnahm, zeigten constant einen grellen Unterschied in der Form und Structur ihrer oberen und unteren Hälften. Die obere Hälfte bildete eine sechsstrahlige, das Licht viel stärker brechende Masse dar; die untere dagegen erschien bald der Länge nach in mehrere Theile gespalten, welche nach allen Seiten strahlenartig hervorragten und mit ihren unteren Enden dem Glase anhafteten, so dass das ganze Gebilde einem *Geaster* ähnlich erschien.

Indem ich die Beschreibung einiger anderer der noch erhaltenen Crystallite übergehe, will ich meine vorläufige Mittheilung mit der Bemerkung schliessen, dass schon aus diesen wenigen Zeilen mit grosser Evidenz folgt, dass es wohl der Mühe lohnt, nach Uebergangsformen zwischen den Crystallen und organisirten Gebilden zu suchen, besonders da das alleinige, auf den molecularen Bau gegründete und als für die letzteren allein characteristisch hingewiesene Kennzeichen, nämlich das Aufquellen in Wasser, meinen Untersuchungen nach nicht mehr als stichhaltig angesehen werden darf.

8. H. Moeller; Ueber Pflanzenathmung.

Eingegangen am 10. Februar 1884.

I.

Das Verhalten der Pflanzen zu Stickoxydul.

In der Litteratur finden sich mehrfache Angaben über das Verhalten der Pflanzen im Stickoxydul, von Kabsch, Borsczow, Rischawi und Cossa, von denen die drei ersteren auf Grund ihrer Versuche behaupten, dass die Pflanzen das Stickoxydul durch Athmung zersetzen könnten, beziehungsweise in demselben ihre Reizbarkeit behielten, während schon Cossa fand, dass Keimung in diesem Gase nicht Statt habe. Neuerdings hat nun Detmer¹⁾, (welcher auch die vorhandene, einschlägige Litteratur kritisch behandelt, auf die ich hier verweise), die Frage wieder aufgenommen, und an der Hand einer Reihe von Versuchen nachgewiesen, dass die Samen von *Pisum sativum* und *Triticum vulgare* im Stickoxydul nicht keimen, dass kein Längen-

1) Detmer, Ueber die Einwirkung verschiedener Gase, insbesondere des Stickoxydulgases auf Pflanzenzellen. Landw. Jahrbücher 1882, S. 213 ff.

zuwachs der Keimtheile eintritt und heliotropische Krümmungen, sowie das Ergrünen etiolirter Pflanzentheile nicht stattfindet. Detmer hat ferner durch einen besonderen Versuch nachzuweisen gesucht, dass das Stickoxydul nicht für die Athmung verwendbar ist, nachdem er darauf aufmerksam gemacht hat, dass aus Rischawi's Versuchen, welche beim Verweilen von Pflanzen in jenem Gase eine Volumenzunahme durch Kohlensäure ergaben, mit Berücksichtigung der intramolekularen Athmung ein sicherer Schluss nicht zu ziehen sei. Er hat zu diesem Zweck eine Retorte *a* mit ausgekochtem Wasser gefüllt und N_2O eingeleitet; eine Retorte *b* mit Wasser gefüllt, N_2O eingeleitet und 20 Erbsenkeimlinge eingeführt, und eine Retorte *c* mit Luft und 20 Keimlingen gefüllt und alle 3 Retorten mit Quecksilber abgesperrt 20 Stunden stehen gelassen und dann unter Wasser gebracht. Die Retorten *a* und *b* waren dann nach einiger Zeit fast völlig mit Wasser gefüllt (die bleibende Gasmenge betrug z. B. nur 2,5 *ccm*), in der Retorte *c* war noch ein sehr grosses Gasquantum vorhanden. Hieraus folgert Detmer, dass eine Verathmung des Gases in *b* nicht Statt gefunden habe. Die Grösse der Retorten ist leider nicht angegeben, ebensowenig, ob und wie das restirende Gasvolum gemessen wurde, von dem Detmer noch angiebt, dass es bald in *a*, bald in *b* grösser gewesen sei. Ferner scheint derselbe sich von der Sauerstoffreinheit des angewandten N_2O nicht im einzelnen Falle durch besondern Versuch überzeugt zu haben, was um so nothwendiger erscheint, als 2 Waschflaschen vorgelegt waren, aus denen ein unverhältnissmässig grosses Luftvolumen vorher auszutreiben war. Es ist ferner die normal verathmete Sauerstoffmenge für die Athmung im N_2O nicht massgebend, da hier die Athmungsintensität eine geringere sein kann. Nachallem scheint mir der Versuch von Detmer für die Frage über die Verathmung des N_2O nicht streng beweisend zu sein. Da es mir aber für weitere Untersuchungen wesentlich war, gerade hierüber völlige Sicherheit zu haben, so habe ich mich nach einer exakten Methode umgesehen, welche es gestattet, gasometrisch und quantitativ die Athmungsgase zu untersuchen. Zur Absorption wählte ich zunächst Alkohol, für welchen allerdings ein geringerer Unterschied der Absorptionscoëfficienten der hier in Frage kommenden Gase, Stickstoff und Stickoxydul besteht, dagegen ein absolut grösseres Absorptionsvermögen, welches also die zu messenden Volumina vergrössert und damit grössere Genauigkeit bietet. Ich habe ferner einen Apparat¹⁾ construirt, wie ihn die beigefügte Figur zeigt, welcher es gestattet, von den Athmungsgasen direkt einen Theil zur gasometrischen Untersuchung zu verwenden. Die Röhre *A* von Barometerlänge ist in Zehntel Centimeter eingetheilt und von den anderen Theilen des Apparates

1) Derselbe ist von Ch. F. Geissler Sohn hier angefertigt.

durch einen Hahn *G* abzuschliessen. Bei *D* ist das Gefäss *B* eingeschliffen, welches oben durch den gleichfalls eingeschliffenen Hohldeckel *C* mit Hahn geschlossen wird. Seitlich ist an *A* oberhalb des Hahnes *G* noch ein Rohr mit Hahn *E* angeschmolzen. Beim Beginn des Versuchs wird zunächst das Gefäss *B* abgenommen, in dasselbe in kleines Becherglas mit einer genügenden Menge Kalilauge zur Absorption aller ausgeschiedenen CO^2 und zur Seite desselben auf feuchter Glaswolle das zu untersuchende Pflanzenmaterial (in diesem Falle Keimlinge von *Vicia faba*) eingeführt, und das Gefäss durch den Deckel *C* geschlossen. Dann stellt man die Röhre *A* in ein Gefäss mit Quecksilber und saugt dasselbe unter Neigen der bei *D* mit dem Daumen verschlossenen Röhre mit Hülfe einer an *E* angefügten Wasserstrahlpumpe bis über den Hahn *G*, welcher dann geschlossen wird. Darauf wird das Gefäss *B* bei *D* eingesetzt und durch dasselbe in der Richtung von *E* nach *F* Stickoxydul geleitet bis alle Luft ausgetrieben ist. Nun wird nach Verschluss von *E* und *F* der Hahn *G* geöffnet und das Quecksilber sinkt in der Röhre *A* in Folge der Tension des in *B* enthaltenen Gases bis ca. 10 *cm* über das äussere Quecksilberniveau. In dieser Stellung bleibt der Apparat bis zur Beendigung des Versuches, welche einfach durch Schliessen des Hahnes *G* erfolgt, worauf man nach Oeffnen von *E* oder *F* das Gefäss *B* abnimmt. In *A* ist jetzt ein Theil des gesammten mit den Pflanzentheilen in Berührung gewesenen Gases von derselben Zusammensetzung enthalten, dessen Volumen, Druck und Temperatur gemessen wird.

Das Ablesen selbst erfolgt an einer, auf einen Spiegelglasstreifen in $\frac{1}{2}$ *mm* eingetheilten Millimeterscala, welche neben dem Rohr *A* aufgestellt ist, mit Hülfe eines am Stativ verschiebbaren Fernrohrs mit Fadenkreuz. Es wird dann in das Rohr *A* ein bestimmtes Volumen Alkohol eingeführt, und durch dasselbe zwei Stunden lang das Gas absorbiren gelassen, wobei während dieser Zeit zur Beförderung der Absorption viermal durch Neigen der Röhre die Wände auf grössere Strecken mit dem Alkohol benetzt werden. Nach Ablauf der Zeit ergiebt eine neue Messung das zurückbleibende Volumen und damit die Menge des absorbirten Gases.



Versuch 1. In das Gefäß *B* wird ein Becherglas mit Kalilauge und befeuchtete Glaswolle eingeführt, und der Apparat mit Stickgas gefüllt. Nachdem dann der Hahn *G* geöffnet war, wurde eine Stunde gewartet, während welcher Zeit die etwa vorhandene Kohlensäure absorbiert sein musste. Alsdann wurde der Hahn *G* wieder geschlossen, das in *A* enthaltene Gas gemessen und 8,85 ccm Alkohol hinzutreten gelassen, nach zwei Stunden wieder abgelesen.

Versuch 2. Anordnung und Dauer dieselbe. 9,1 ccm Alkohol zur Absorption verwandt.

Versuch 3. Der Apparat mit Stickoxydul gefüllt. 8,5 ccm Alkohol angewandt.

Versuch 4. Füllung mit Stickoxydul. 8,8 ccm Alkohol.

Versuche 5 und 6. In den Apparat *B* wurden jedesmal 6 Keimlinge von *Vicia faba*, deren Wurzel ungefähr 1 cm lang war, ohne Testa gebracht und 48 Stunden in einer Stickoxydulatmosphäre belassen. Nach Beendigung der Versuche wurden 8,5 resp. 8,9 ccm Alkohol zum Absorbieren benutzt.

Im folgenden sind die Rechnungselemente¹⁾ und Resultate der Versuche 1—6 angegeben.

Vor der Absorption

	V. 1.	V. 2.	V. 3.	V. 4.	V. 5.	V. 6.
v =	60,85 ccm	60,10 ccm	61,05 ccm	60,95 ccm	60,65 ccm	60,20 ccm
b =	763,2 mm	765,0 mm	763,8 mm	752,1 mm	767,2 mm	755,2 mm
b' =	138,5 mm	139,5 mm	132,0 mm	133,5 mm	135,0 mm	141,5 mm
b'' =	16,76 mm	16,45 mm	15,94 mm	16,25 mm	16,01 mm	16,04 mm
t =	19,4 °C.	19,1 °C.	18,6 °C.	19,1 °C.	20,0 °C.	18,7 °C.
v' =	45,07 ccm	45,02 ccm	46,32 ccm	45,13 ccm	45,83 ccm	44,31 ccm

Nach der Absorption

	V. 1.	V. 2.	V. 3.	V. 4.	V. 5.	V. 6.
V =	56,58 ccm	56,50 ccm	47,3 ccm	47,25 ccm	47,25 ccm	46,25 ccm
B =	763,4 mm	764,2 mm	761,7 mm	750,6 mm	768,0 mm	753,7 mm
p _q =	77,0 mm	76,0 mm	188,0 mm	185,5 mm	187,5 mm	195,5 mm
p _a =	5,87 mm	5,99 mm	5,66 mm	5,86 mm	5,66 mm	5,31 mm
p ^t =	41,45 mm	41,21 mm	39,05 mm	41,45 mm	42,47 mm	39,53 mm
t =	19,0 °C.	18,9 °C.	18,0 °C.	19,0 °C.	19,4 °C.	18,2 °C.
V' =	44,69 ccm	44,56 ccm	30,89 ccm	30,10 ccm	30,90 ccm	29,29 ccm
v' - V' =	0,38 ccm	0,46 ccm	15,43 ccm	15,03 ccm	14,93 ccm	15,02 ccm

Wie aus der Tabelle zu ersehen ist, stimmen die Resultate der Versuche 5 und 6 so vortrefflich mit denen von 3 und 4 überein, dass mit Sicherheit dargethan ist, dass durch das 48 stündige Verweilen der

1) Die Gasvolumina wurden auf 0° C. und 0,760 m Barometerstand reducirt nach den Formeln $v' = \frac{v}{1 + 0,00366 t^0} \cdot \frac{b - b' - b''}{0,760}$ und $V' = \frac{V}{1 + 0,00366 t^0} \cdot \frac{B - p_q - p_a - p_t}{0,760}$
cfr. Bunsen, Gasometrische Methoden, p. 44 und 106.

Keimpflanzen im Stickoxydul eine Zersetzung desselben nicht stattgefunden hat.

Zu Herstellung von N_2O habe ich in den obigen wie den folgenden Versuchen gleich Detmer das reine salpetersaure Ammoniak benutzt. Ein Waschen des Gases schien mir überflüssig, da seine Verwendung in der Zahntechnik bei dieser Herstellung den Ausschluss schädlicher Gase verbürgt, nur habe ich in einem kleinen vorgelegten Kölbchen das stark sauer reagirende Condensationswasser aufgefangen. Bei jedem Versuch habe ich hinter den Apparat ein Gefäß eingeschaltet, in welchem eine Phosporstange aufgehangen war und so lange N_2O durchgeleitet, bis in dem letzteren Gefäß keine Nebelbildung mehr erfolgte. Ich habe dann noch einige Versuche angestellt, welche lediglich die von Detmer erhaltenen Resultate bestätigen.

Versuch 7. In einer Waschflasche wurden 4 Keimlinge von *Vicia faba* ohne Testa, auf deren Wurzeln in der Länge von 1 cm Marken mit Tusche angebracht waren, so auf befeuchtete Glaswolle gelegt, dass die Wurzeln möglichst horizontal gerichtet waren, und das Gefäß mit N_2O gefüllt. Auf der einen Seite konnte das Gefäß durch einen Glashahn geschlossen werden, auf der andern Seite verband es ein Dreiweghahn entweder mit dem Phosphorgefäß oder mit einer durch Quecksilber abgesperrten Röhre. Dauer des Versuchs 48 Stunden. Dann zeigten 3 Wurzeln keine geotropische Krümmung und zwei derselben keine, die dritte 2 mm Längenzuwachs. Dagegen hatte die vierte Wurzel bei einem Zuwachs von 8 mm eine starke Krümmung ausgeführt, Es war hier offenbar die Diffusion¹⁾ von Luft aus den Cotyledonen in das Stickoxydul nicht ausreichend gewesen, so dass noch zum Wachsthum genügend Sauerstoff zur Verfügung stand. Vier Controllepflanzen waren nach dem Versuche 13, 21, 31, 40 mm lang und stark gekrümmt.

Versuch 2. Der vorige Versuch wurde wiederholt mit der Abänderung, dass eine Stunde lang, nachdem schon der Apparat sauerstofffrei war, N_2O durchgeleitet wurde, um die Diffusion möglichst zu fördern. Nach 44 St. war keine Wurzel gekrümmt, nur eine 2 mm gewachsen. Die in Luft gehaltenen Wurzeln waren stark gekrümmt und 22, 25, 30 und 32 mm lang. Bemerken will ich noch, dass die in diesen zwei Versuchen verwandten Keimlinge, wie die bei den vorhergehenden Athmungsversuchen benutzten, trotz des zweitägigen Aufenthaltes im N_2O , sich sämtlich nachträglich in Wassercultur zu kräftigen Pflanzen entwickelten.

Versuch 3. Kressensamen, welcher eine Stunde gequollen hatte, wurde 3 Tage im N_2O gehalten, ohne zu keimen, während gleichzeitig in Luft befindlicher sich zu Pflanzen von ca. 1 cm Länge mit 2—3 cm langen Wurzeln entwickelt hatte. Zwei Stunden nach Beendigung des Versuches war bei den meisten in N_2O gewesenen, dann an die Luft

1) Die Diffusionsconstante von Luft gegen N_2O ist vermuthlich ebenso klein, wie die von Luft gegen CO_2 .

gebrachten Samen das Würzelchen durchgebrochen. Es hatte also auch der 3 tägige Aufenthalt im N_2O die Keimfähigkeit nicht beeinträchtigt.

Versuch 4. Unter zwei gleich grosse Glocken von ungefähr 250 *ccm* Inhalt wurden je zwei Gelatine-Culturen von *Phycomyces nitens*, ungefähr 1 *cm* hoch, in N_2O , bez. Luft gebracht. Nach 24 St. war der in Luft befindliche Pilz um mehr als die gleiche Länge gewachsen und stark heliotropisch gekrümmt, während der in N_2O befindliche weder Zuwachs noch Krümmung zeigte. Nach weiteren 24 St. hatte ersterer eine Länge von 3—4 *cm*, der letztere war collabirt.

Ich habe ferner noch die Wirkung des N_2O auf das Protoplasma, bezw. seine Strömungen einer Untersuchung unterzogen, zu welchem Zwecke ich *Elodea* benutzte, bei welcher die Protoplasmaströmungen durch die Lagenveränderung der Chlorphyllkörner und ihr Treiben im Strome so leicht zu beobachten sind. Die Stücke eines Blattes wurden in den hängenden Tropfen eines Deckgläschens gebracht und letzteres mit Oel auf den geschliffenen Rand einer Geissler'schen Kammer gelegt. Die Kammer wurde entweder nach der Füllung mit N_2O durch 2 Glashähne geschlossen, oder ein constanter Gasstrom durchgeleitet. Aus mehreren derartig angestellten Versuchen ergab sich folgendes. Bei Beginn des Einleitens wurde sogleich in allen Zellen die Bewegung verzögert. Wurde das Licht abgehalten, so trat in der Regel nach $1\frac{1}{2}$ —2 Stunden ein Zustand ein, bei dem in den meisten Fällen die Bewegung gänzlich eingestellt war, ohne dass aber das Protoplasma schon contrahirt gewesen wäre. Es ist dies offenbar ein Zustand des labilen Gleichgewichts des Protoplasmas, der es im nächsten Augenblick aus dem lebenden in todes Eiweiss überführen muss, nachdem die intramolekulare Athmung schon nicht mehr ausreicht die normale Funktion desselben aufrecht zu erhalten. Und wirklich trat in den meisten Zellen alsdann rasch Contraction des Protoplasma ein, wenn man sie im N_2O belies, während rasche Zufuhr von Luft das Protoplasma wieder zu normaler Funktion veranlasste, so dass oft schon nach 1 Stunde die Strömung desselben in der früheren Beweglichkeit erzielt war. Anders verhielt sich die Sache bei Lichtzutritt. Die noch eingeschlossene Kohlensäure giebt durch Assimilation genügend Sauerstoff, um die Lebensthätigkeit noch einige Zeit normal zu unterhalten, und habe ich bei Beleuchtung durch eine Gaslampe in der Entfernung von 5 Fuss nach 4 Stunden z. Th. recht lebhafte Bewegung beobachtet. Bis zum andern Tage hat indessen in keinem Versuchsfalle Bewegung angehalten. Dass übrigens die in den Pflanzenzellen eingeschlossene Kohlensäure nicht bald gegen das Stickoxydul diffundirt, erklärt sich einfach aus der sehr kleinen Diffusionsconstante¹⁾ beider Gase.

Schliesslich muss ich Detmer noch in einem Punkte widersprechen,

1) cfr. Naumann, Allgemeine und physikalische Chemie. p. 256.

welchen er im Zusatz zu 3¹⁾ erwähnt. Er nennt die Bezeichnung „indifferentes Gas“ für Wasserstoff, Stickoxydul u. s. w. ungenau, weil diese Gase, zwar weniger direkt giftig wie z. B. Kohlenwasserstoffe, Schwefelwasserstoff (Kohlensäure?), die Pflanzentheile dennoch schädigen durch eventuelle Alkoholbildung und Verhinderung der Oxydation. Diese Schädigung üben ausser Sauerstoff resp. Luft alle Gase gleichmässig aus. Aber ein Theil derselben wirkt ausserdem noch durch direkte chemische Zersetzung oder Umsetzung auf Bestandtheile der Pflanzenzelle schädigend ein und diese nennen wir giftige, im Gegensatz dazu die anderen indifferent. Einer speciellen schädlichen Einwirkung des N_2O auf die Pflanzen, wie sie Detmer aus zwei seiner Versuche folgert, muss ich auf Grund meiner Versuche widersprechen, denn weder hatte 2 tägiges Verweilen im $N O$ die Wachstumsfähigkeit bei *Vicia faba*, noch selbst dreitägiges die Keimkraft von Kressensamen beeinträchtigt.

Pflanzenphysiolog. Institut d. Königl.
landwirthschaftl. Hochschule.

9. Fr. von Höhnel: Ueber das Verhalten der vegetabilischen Zellmembran bei der Quellung.

Eingegangen am 21. Februar 1884.

Wenn ein quellungsfähiger Körper in jedem einzelnen Punkte gleichmässig quillt, so muss er nach allen Richtungen hin grösser werden, vorausgesetzt, dass sich jeder einzelne Punkt nach allen drei Richtungen des Raumes vergrössert. Vergrössert er sich durch Quellung nur nach einer oder zwei dieser Richtungen, so wird auch der ganze Körper nach diesen Richtungen hin sich ausdehnen, während er in jener Richtung, in der keine Quellung stattfindet, die ursprüngliche Grösse beibehalten muss.

Bei keinem gleichmässigen, d. h. in jedem einzelnen Punkte in gleicher Weise stattfindenden Quellungs Vorgange kann eine Verkürzung eines quellenden Körpers in irgend einer Richtung stattfinden.

Dies gilt aber nur dann, wenn bei der Quellung nicht Kräfte ausgelöst werden, welche im gequollenen Körper zur Wirksamkeit gelangen und das Quellungsresultat beeinflussen. Wenn z. B. ein Körper im gequollenen Zustande eine ganz andere Elasticität und Dehnbarkeit besitzt als im ungequollenen, so kann derselbe in Folge dieser geänderten

1) p. 223.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1884

Band/Volume: [2](#)

Autor(en)/Author(s): Moeller Hermann

Artikel/Article: [Ueber Pflanzenathmung. 35-41](#)