

43. A. Wieler: Plasmolytische Versuche mit unverletzten phanerogamen Pflanzen.

Eingegangen am 20. October 1887.

In einer kürzlich erschienenen Mittheilung theilt JANSE¹⁾ Versuche mit, aus denen hervorgeht, dass bei längerem Verweilen in plasmolyisirenden Medien, die durch dieselben eingetretene Plasmolyse bei See- und Süßwasseralgen ausgeglichen wird. Ueberrascht durch diese Beobachtung erblickt Verf. hierin ein abweichendes Verhalten von den phanerogamen Pflanzen, da bei diesen auch im gesunden Zustand der Zellen die Plasmolyse nicht wieder rückgängig gemacht wird. Allerdings darf nicht vergessen werden, dass diese Untersuchungen von DE VRIES nur an einer beschränkten Zahl von Pflanzen angestellt worden sind. Es sollen nun die folgenden Mittheilungen zeigen, dass jene von JANSE als Ausnahme betrachteten Erscheinungen auch an phanerogamen Pflanzen zu beobachten sind.

Die hier mitzutheilenden Beobachtungen habe ich im verflossenen Winter gelegentlich einer anderen Untersuchung gemacht. Sind die Plasmaschläuche für Salz- und Zuckerlösungen in kurzen Zeiträumen nicht merklich permeabel, so muss, falls die Turgortheorie richtig ist, das Wurzelwachsthum sistirt werden, wenn die Concentration der umgebenden Lösung die gleiche osmotische Wirksamkeit ausübt, wie der Zellsaft, man hätte hierin also ein Mittel, um über die Richtigkeit der Turgortheorie zu entscheiden. Es stellte sich bald heraus, dass die Verhältnisse complicirter sind als vorausgesetzt wurde.

Auf plasmolytischem Wege wurde zunächst mit Rohrzuckerlösungen die Concentration des Zellsaftes (in Procent Rohrzucker ausgedrückt) der in Benutzung genommenen Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus*, *Vicia faba*, *Helianthus annuus* festgestellt. Ich führte diese Bestimmungen in analoger Weise aus, wie seiner Zeit die im Cambium von *Pinus* und *Populus* mit Glycerin.²⁾ Nur sah ich mich genöthigt, kurz vor der mikroskopischen Untersuchung das Gefäß, in dem sich die Schnitte mit der Lösung befanden, auszupumpen, da die Menge der in den Intercellularen befindlichen Luft eine genaue Beobachtung beeinträchtigte.

1) Plasmolytische Versuche an Algen. Botan. Centralblatt, XXXII, Nr. 1.

2) Beiträge zur Kenntniss der Jahresringbildung und des Dickenwachsthums, PRINGSHEIM'S Jahrbücher für wissenschaftliche Botanik, Bd. XVIII, Heft 1.

Näher auf die Manipulationen der Versuchsanstellung einzugehen, ist überflüssig, da alle Bestimmungen in derselben Weise ausgeführt wurden. Das allererste Eintreten der Plasmolyse liegt zwischen 6 und 7 pCt. Rohrucker, und zwar verhalten sich Wurzel und Stengel gleich, so dass aus Bequemlichkeitsrücksichten die meisten Bestimmungen an Stengeln vorgenommen wurden.

Lässt man die Pflanzen in isotonischen Lösungen wachsen (etwa Salpeter- und Rohruckerlösungen), so müsste unter den angeführten Voraussetzungen bei geringeren Concentrationen das Wachstum in gleicher Weise verlangsamt werden. Dies trifft nun thatsächlich nicht zu. Auf dreifache Weise lässt sich dies Ergebniss erklären. Entweder die Turgortheorie ist unrichtig, oder hier liegt eine Reizwirkung eigener Art vor, oder endlich die plasmatischen Wandbelege der Zellen unverletzter Pflanzen sind bereits in kurzen Zeiträumen merklich permeabel. Ehe man die erste Möglichkeit annahm, schien es mir geboten, die beiden anderen zu prüfen. Stellte sich hierbei die Permeabilität heraus, so war auch die zweite Möglichkeit hinfällig geworden.

Liess sich nachweisen, dass während des Aufenthaltes in den Lösungen die Concentration des Zellsaftes in den Pflanzen stieg, so lag hier ein Argument zu Gunsten der zweiten und dritten Möglichkeit vor. Deshalb wurde wieder auf plasmolytischem Wege geprüft, ob sich eine Erhöhung der Zellsaftconcentration nachweisen liess. Eine solche Steigerung der Zellsaftconcentration lässt sich mit Leichtigkeit nachweisen. Die folgenden Zahlenangaben werden das Behauptete illustriren. Links steht der Name der Pflanze, in der zweiten Reihe die Concentration der Vegetationsflüssigkeit (die in diesen Versuchen Rohruckerlösung ist), in der dritten Reihe ist die Concentration der Zuckerlösung aufgeführt, bei welcher Plasmolyse eben eintritt in den aus den betreffenden Pflanzen hergestellten Schnitten. Die Angaben unter dem Strich beziehen sich auf Untersuchungen, die sogleich näher besprochen werden sollen.

Name der Pflanze	Concentration der Vegetationsflüssigkeit	Eintreten der Plasmolyse bei Procent Rohrucker
<i>Helianthus annuus</i>	6 pCt. Rohrucker	ca. 10 pCt.
<i>Vicia faba</i>	5 " "	" 11 "
<i>Phaseolus multiflorus</i>	3 " "	10—11 "
<hr/>		
<i>Vicia faba</i>	7 pCt. Rohrucker	ca. 12 pCt.
" "	8 " "	13—14 "
" "	9 " "	" 14 "
" "	11 " "	14—15 "
<i>Phaseolus multiflorus</i>	7 " "	12—13 "

Die Beobachtung, dass bei dem Aufenthalt der erwähnten Pflanzen in Salpeter- und Rohruckerlösungen mässiger Concentration eine Steige-

rung der Zellsaftconcentration statt hat, veranlasste mich zu prüfen, wie sich diese Pflanzen in so hoch concentrirten Lösungen verhalten, dass die Zellen plasmolytisch werden. Zu dem Zwecke wurden die Keimpflanzen entweder an Korkbrücken mittelst der Cotyledonen befestigt oder in durchbohrte Korke geklemmt, so dass die Wurzeln in die betreffenden Lösungen tauchten. Nach einiger Zeit verloren die ganzen Organe ihre Turgescenz; die Stengel fielen auf die Seite und legten sich horizontal auf die Korke oder die Gefässe. Mit der Zeit erholten sich jedoch die Pflanzen; die Turgescenz kehrte zurück, und die Stengel krümmten sich an den Stellen lebhaften Wachstums geotropisch aufwärts. Es musste also inzwischen der Zellsaft mindestens isotonisch geworden sein mit der umgebenden Lösung. Da aber Lösungen als Vegetationsflüssigkeit zur Anwendung kamen, die um mehrere Procent (mindestens bei Rohrzucker) aus einander lagen, so ergab sich dann, dass die Concentration des Zellsaftes um mehrere Procent oder sogar um das Doppelte steigen kann. Die in der vorstehenden Tabelle unter dem Strich aufgeführten Zahlen lassen die zum Theil beträchtliche Steigerung der Concentration für *Vicia faba* und *Phaseolus multiflorus* erkennen.

Wie schnell die plasmolytisch gewordenen Pflanzen wieder turgescent werden, habe ich nicht ermittelt, da ich diese ganze Untersuchung nur nebensächlich behandeln konnte. Jedenfalls hat aber zwischen den beiden Vorgängen niemals ein längerer Zeitraum als 24 Stunden gelegen, trotzdem ich vorwiegend mit Rohrzuckerlösungen experimentirte. Der Umstand jedoch, dass bereits in kürzeren Zeiträumen ein nicht unbedeutender Zuwachs stattgefunden hat, lässt darauf schliessen, dass, der Ausgleich des plasmolytischen Zustandes sehr schnell vor sich geht. Wenige Beispiele mögen als Beleg für das Behauptete dienen. Auf den Wurzeln ward von der Spitze aus eine Zone von 20 mm abgetragen und mit dem Lineal gemessen. Ein Versuch mit *Vicia faba* in 9 pCt. Rohrzuckerlösung ergab innerhalb der ersten 24 Stunden eine Zunahme für 6 Pflanzen von:

5 1 0,5 5 3 3 mm.

Bei 5 Pflanzen von *Phaseolus multiflorus* hat sich innerhalb 18½ Stunde nach Beginn des Versuches die Zone von 20 mm in 10 pCt. Rohrzuckerlösung verlängert um

2,5 3 3,5 2,5 6 mm.

Berücksichtigt man, dass das Wachstum bei so hoch concentrirten Lösungen bereits beträchtlich verlangsamt ist, so stellen die angeführten Zahlen einen nicht unbedeutenden Zuwachs dar. Deshalb kann es auch nicht überraschen, wenn bei noch höheren Concentrationen erst in einigen Tagen eine Längenzunahme der Wurzel nachzuweisen ist. Dies gilt von 14 und 16 pCt. Rohrzuckerlösung für *Phaseolus multiflorus*; in einem Versuch mit 18 pCt. hingegen gingen die be-

nutzten Pflanzen zu Grunde. Wurden jedoch diejenigen Pflanzen, welche in 14 pCt. gewachsen waren, in 20 pCt. Zuckerlösung gebracht, so gingen sie nicht zu Grunde, sondern blieben lebendig, wenn sie auch nicht mehr in die Länge gewachsen sind.

Die Fähigkeit, in plasmolysirenden Lösungen zu wachsen, ist nicht nur beschränkt auf die Keimpflanzen von *Phaseolus multiflorus*, *Vicia faba*, *Helianthus annuus*, sondern kommt auch den von Erbse, Linse und Rettig zu. Ob sich assimilirende Pflanzen gleich verhalten, vermag ich nicht zu sagen, da ich keine geprüft habe, doch steht es zu erwarten auf Grund der von SACHS mit Lithiumsalpeter angestellten Versuche.

Nachdem also eine Steigerung der Zellsaftconcentration sicher nachgewiesen ist, handelt es sich darum zu entscheiden, ob dieselbe zurückzuführen ist auf eine Reizerscheinung eigener Art oder auf die Permeabilität des plasmatischen Wandbeleges für Zuckerlösung und Salzlösungen. Die erste Erscheinung müsste man sich so vorstellen, dass durch den Reiz im Plasma Umlagerungen stattfinden, welche die osmotisch wirksamen Stoffe liefern. Auch wäre hier vielleicht daran zu denken, dass eine beschleunigte Auswanderung der Reservestoffe in die Wurzel und den Stengel stattfindet. Zu Gunsten solcher Möglichkeiten spricht aber vor der Hand gar nichts, während für die Ansicht, das Plasma sei permeabel für die betreffenden Substanzen, die Versuche von BÖHM, SCHIMPER, ARTHUR MEYER und LAURENT sprechen, in denen aus aufgenommenem Zucker Stärke gebildet wurde. Ich habe mich nun bemüht, den Nachweis zu liefern, dass die fraglichen Substanzen thatsächlich durch das Plasma diffundiren, dass die Steigerung der Zellsaftconcentration durch Aufnahme von aussen hervorgerufen wird. Für Salpeter habe ich den Nachweis in folgender Weise zu erbringen gesucht. Mit Diphenylamin prüfte ich den Zellsaft auf Salpetersäure. Bei *Phaseolus* und *Vicia*, welche allein der Prüfung unterworfen wurden, trat lebhafte Blaufärbung auf, während Controllpflanzen keine Färbung erkennen liessen. Es musste demnach auf eine aussergewöhnlich grosse Menge von Salpetersäure geschlossen werden. Kalium liess sich in reichlicher Menge mit Hülfe des Platinchlorids als Kaliumplatinchlorid nachweisen. Aus dem Vorhandensein der beiden Substanzen in bedeutender Menge glaube ich unter den obwaltenden Umständen den Schluss ziehen zu dürfen, dass Salpeter vorliegt. Dann ist seine Anwesenheit aber nur durch Eindringen von aussen erklärlich, wie sich aus den Controllpflanzen ergibt. Die Prüfung ward der Einfachheit wegen nur an Stengeln vorgenommen.

Leider giebt es zum Nachweis von Rohrzucker kein Reagens. Es

1) Ein Beitrag zur Kenntniss des aufsteigenden Saftstroms in transpirirenden Pflanzen. Arb. d. Bot. Inst. zu Würzburg, II. Bd.

ist schon von vorne herein wahrscheinlich, dass Rohrzucker sich ebenso verhalten wird wie Salpeter, da die Wirkungen genau die gleichen sind, doch war es erwünscht, diese Wahrscheinlichkeit bis zur Gewissheit zu steigern. Deshalb habe ich den folgenden Versuch angestellt. Am 25. Januar wurde ein Stengel von *Phaseolus multiflorus* abgeschnitten und auf Stärke geprüft; dann ward er in 7 pCt. Rohrzuckerlösung gestellt. Am 2. Februar wurde er wiederum auf Stärke in der Nähe der Schnittfläche geprüft. Beim Vergleiche mit dem aufbewahrten Controllstück wurde eine beträchtliche Stärkezunahme für den Stengel aus der Zuckerlösung festgestellt. Berücksichtigt man, dass durch die Athmung und durch das nicht unbedeutende Dickenwachsthum Stärke in reichlicher Menge verbraucht sein muss, so ist die Zunahme an Stärke nur aus der Aufnahme von Zucker aus der umgebenden Lösung zu erklären. Für unseren Zweck genügt es, die Aufnahme von Zucker festgestellt zu haben, und es ist gleichgültig, ob derselbe als Rohrzucker oder als invertirter Zucker das Plasma durchwandert.

Da Keimpflanzen von *Vicia faba* in einer Traubenzuckerlösung die mit einer 5,13 procentigen Rohrzuckerlösung isotonisch war, eine Steigerung der Zellsaftconcentration von 6—7 pCt. auf 11—12 pCt. erkennen liessen, so darf wohl aus dem für Salpeter und Rohrzucker Entwickelten gefolgert werden, dass auch Traubenzucker den plasmatischen Wandbeleg passirt.

Nachdem so die Permeabilität für die betreffenden Substanzen erwiesen ist, ist es überflüssig, auf jene gemuthmasste Reizwirkung näher einzugehen. Durch die Ergebnisse meiner Versuche werden die von JANSE mitgetheilten Beobachtungen aus ihrer Vereinzelung herausgehoben. Kann man hier überhaupt, wie es JANSE thut, von einer allgemeinen Regel und von Ausnahmen reden, so dürfte die JANSE'sche Auffassung gerade umzudrehen sein. Die allgemeine Regel wäre alsdann, dass die Pflanzenzelle die Bestandtheile der plasmolysirenden Lösung durch das Plasma hindurch diffundiren lässt und so, ohne an ihrem eigenen Leibe Schaden zu nehmen, die Plasmolyse wieder rückgängig macht. Ausnahmen wären die Fälle, welche von diesem Verhalten abweichen. Mit dieser Auffassung stehen die meisten bekannten Thatsachen in besserer Uebereinstimmung als mit der JANSE'schen. Alle Aschenbestandtheile, die aus dem Boden oder aus Nährlösungen aufgenommen werden, müssen durch das Plasma lebender Zellen hindurchwandern. Salpeter wird von manchen Pflanzen, wenn er ihnen zu Gebote steht, in reichlicher Menge aufgenommen und in den Zellen aufgehäuft. Die Wanderung des Zuckers von Zelle zu Zelle, die nachgewiesene Aufnahme desselben durch Schimmelpilze, die Bildung von Stärke aus Zucker, wie sie von BÖHM, SCHIMPER, ARTHUR MEYER und LAURENT für verschiedene Pflanzen und Pflanzentheile nachgewiesen ist, das Auftreten und Wiederverschwinden von Zucker

in manchen Nectarien, das Vorhandensein von Zucker im Blutungssaft von Ahorn und Birke, alle diese Thatsachen stehen mit meiner Auffassung in gutem, mit JANSE's in schlechtem Einklang. Allerdings harmoniren nicht mit meiner Auffassung die bisher mit Phanerogamen angestellten plasmolytischen Untersuchungen, gegen deren Richtigkeit und Exactheit nichts zu sagen ist. Die plasmolytischen Versuche, welche de VRIES angestellt hat mit rothen Rüben, mit den Oberhautzellen der Blätter von *Tradescantia discolor*, mit den rothen Oberhautzellen der Blattscheide von *Curcuma rubricaulis* und mit den rothen Parenchymzellen der Blattstiele von *Begonia Rex* gaben übereinstimmend das Resultat, dass die Plasmolyse selbst bei längerem Aufenthalt in den plasmolysirenden Lösungen, so lange die Zelle gesund blieb, nicht wieder ausgeglichen wird, indem die Salze und der Zucker nicht diffundiren. Hier stehen sich also gleich gut beobachtete Thatsachen mit gerade entgegengesetzten Ergebnissen gegenüber. Vielleicht ist der Grund für das abweichende Verhalten darin zu suchen, ob mikroskopische Schnitte von Pflanzentheilen oder unverletzte Pflanzen zur Untersuchung verwendet wurden. Im ersteren Falle wurde immer das de VRIES'sche Resultat erhalten, im anderen Falle ward nach kurzer Zeit die Plasmolyse rückgängig gemacht. Es wird sich gewiss mit Leichtigkeit nachweisen lassen, wenn man über das geeignete Pflanzenmaterial verfügt, ob die Loslösung einzelner Zellen aus dem organischen Verbände das abweichende Resultat hervorruft, oder ob sich verschiedenartige Zellen in fundamentalen Lebenserscheinungen so verschieden verhalten, wie es hier der Fall zu sein scheint.

Karlsruhe.

44. N. W. Diakonow: Organische Substanz als Nährsubstanz.

Eingegangen am 20. October 1887.

Angeregt durch die Ergebnisse meiner im Laufe der zwei letzten Jahre veröffentlichten Untersuchungen habe ich Ernährungsversuche mit *Penicillium glaucum* vorgenommen, um die Ernährungsverhältnisse von einem experimentell begründeten Standpunkte aus kennen zu lernen.

Um einen ersten Schritt in dieser Richtung zu machen, war es mir zunächst darum zu thun, mich über diejenigen Beziehungen auf's Ge-

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

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

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [5](#)

Autor(en)/Author(s): Wieler Arwed

Artikel/Article: [Plasmolytische Versuche mit unverletzten phanerogamen Pflanzen 375-380](#)