

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Plasmolytische Versuche an Algen.

Von

Dr. J. M. Janse.

Vorläufige Mittheilung.

In der kürzlich erschienenen Abhandlung: „Beiträge zur Physiologie der Pflanzenzelle“¹⁾ hat Klebs eine Anzahl interessanter Beobachtungen mitgeteilt, unter anderen über das Zurückgehen von Plasmolyse bei einigen Süßwasser-Algen bei längerem Verweilen in der plasmolysirenden Lösung.

Da ich bereits vor einigen Monaten ähnliche Versuche angefangen habe und auch jetzt gerade mit diesen beschäftigt bin, so gibt mir obiger Aufsatz Veranlassung, hier als vorläufige Mittheilung die Resultate, welche meine Versuche mir bisher geliefert haben, zur allgemeinen Kenntniss zu bringen.

Während meines Aufenthalts an der Zoologischen Station in Neapel vom October 1886 bis Februar d. J. hatte ich mir unter anderem die Aufgabe gestellt, zu untersuchen, wie gross die Turgorkraft der Zellen der Meeresalgen, und somit die wasseranziehende Kraft ihres Zellsaftes sei. Im Vergleich zu den Landpflanzen, welche bisher allein untersucht waren²⁾, liessen sich interessante Unterschiede erwarten, zum Theil, weil das Meereswasser die Schwere der Pflanzentheile fast gänzlich aufhebt und ein geringerer Kraftaufwand daher zum Wachsthum ausreichen muss, und ausserdem, weil die wasseranziehende Kraft dieses Mediums eine sehr erhebliche ist.

Aus chemischen Analysen liess sich berechnen, dass das Wasser des Mittelmeeres mit einer Lösung von ungefähr 0,60 Aeq. Kalisalpeter (in destillirtem Wasser) isotonisch ist, und dass es also mit nahezu viermal grösserer Kraft Wasser anzieht als die Zellsäfte vieler wachsenden Pflanzenzellen.

Um mein Ziel zu erreichen, bestimmte ich daher die plasmolytische Grenzlösung für die Zellen von Meeresalgen, und suchte also die Concentration einer Lösung eines bestimmten Salzes zu ermitteln, welche in den Zellen noch gerade keine Plasmolyse hervorrief. Bei allen unten zu nennenden Lösungen war das Lösungsmittel stets das nämliche wie das Medium, in dem die Pflanzen vegetirt hatten; für die Meeres-Algen war dieses also Meereswasser, und bei späteren Untersuchungen mit Süßwasser-Algen, Dünenwasser. Die Concentration des Salzes in der plasmoly-

¹⁾ Berichte der Deutschen Botan. Gesellsch. Bd. V. Heft 5. p. 181—189. Vergl. Botan. Centralbl. Bd. XXX. 1887. p. 209.

²⁾ Vergl. de Vries, Eine Methode zur Analyse der Turgorkraft. (Jahrb. für wiss. Bot. Bd. XIV. 1884. Heft 4. p. 429—601.)

lytischen Grenzlösung gibt dann also unmittelbar an, um wieviel die wasseranziehende Kraft des Zellsaftes die des Mediums übertrifft, oder, was das nämliche ist, die Turgorkraft der Zelle.

Aus den Meeresalgen wurde *Chaetomorpha aerea* als Versuchspflanze gewählt, eine grüne fadenförmige Alge, welche aus einer Reihe ziemlich grosser, cylindrischer Zellen aufgebaut ist. Die Beobachtungen an anderen, gelegentlich untersuchten Meeresalgen wie *Lomentaria*, *Ulva*, *Dictyota* haben mich jedoch vollkommen überzeugt, dass diese sich in dieser Hinsicht gerade wie die *Chaetomorpha* verhalten.

Bei meinen Versuchen stellte es sich bald heraus, dass eine Lösung von 0,14 Aeq. Kalisaltpeter¹⁾ ungefähr isotonisch war mit dem Zellsafte. Die Turgorkraft weicht also nicht erheblich ab von der, welche bei wachsenden Zellen von Landpflanzen gefunden wurde.

Es fiel mir aber besonders auf, dass bei diesen Versuchen die Grenzconcentration nicht mit der gewünschten Genauigkeit ermittelt werden konnte, namentlich nicht mit der Schärfe, welche de Vries bei seinen Versuchen mit Zellen von Landpflanzen zu erreichen vermochte. Es schien mir wichtig genug, die Ursache dieses abweichenden Verhaltens aufzusuchen, und es gelang mir, durch weitere Versuche zu beweisen, dass jene ohne Zweifel in der Permeabilität des Protoplasten für das Salz zu suchen sei. Ich wünsche hier nicht alle diejenigen Versuche zu beschreiben, die mich zu dieser Ansicht führten, doch möchte ich hier nur einige der wichtigsten erwähnen:

An erster Stelle ist die Erscheinung des Rückgängigwerdens der Plasmolyse zu nennen, wie ich sie nicht nur in Lösungen von Kalisaltpeter beobachtete, sondern auch in denen von Chlornatrium, selbst wenn diese eine Concentration von 0,20 Aeq. erreichten.²⁾ In einer solchen Lösung hatte sich der contrahirte Protoplast bisweilen schon innerhalb einer Stunde bis auf das ursprüngliche Volumen ausgedehnt, und war somit die Plasmolyse aufgehoben worden.

Zum Beweise der Permeabilität des Protoplasten habe ich ausserdem besondere Versuche angestellt.

Eine Anzahl völlig frischer Fäden wurden in ein flaches Gefäss gebracht, welches ungefähr 20 cc einer Lösung von bekannter Concentration des zu prüfenden Stoffes enthielt, wie immer, in Meereswasser gelöst. Jedesmal nach einer halben oder drei Viertelstunde, je nach dem Versuch, wurden ein paar Fäden herausgeholt und untersucht, während zu gleicher Zeit die Concentration der Lösung jedesmal um 0,01 Aeq. erhöht wurde durch

1) Eine Lösung von 1,0 Aeq. Kalisaltpeter enthält in 1 L. der Lösung soviel Gramme des Salzes, als durch sein Moleculargewicht angedeutet wird. Für Kalisaltpeter beträgt dieses 101. Vergl. de Vries l. c.

2) Ich möchte hier daran erinnern, dass Lösungen von Kalisaltpeter und Chlornatrium isotonisch sind, wenn beide die nämliche Anzahl Molecüle gelöst enthalten, weil für beide Salze der isotonische Coëfficient = 3 ist. Vergl. de Vries l. c.

Vermischen mit einem bestimmten Volum einer stärkeren Lösung des nämlichen Salzes von bekannter Concentration. Die Stärke der Lösungen, in der sich die Algen befanden, wurde so gewählt, dass am Ende jedes Versuchs, welcher 6 bis 8 Stunden währte, die Concentration beträchtlich höher war als die der zuvor bestimmten plasmolytischen Grenzlösung. In allen Versuchen war das Resultat, dass weder während des Versuchs, noch auch am Ende desselben plasmolysirte Zellen beobachtet wurden, wenn die Lösung, in der die Fäden zu Anfang gebracht waren, nicht plasmolysirend wirkte. Verursachte diese aber anfangs schwache Plasmolyse, so verschwand diese selbst allmählich während des Versuchs. Am Ende wurde also niemals Plasmolyse beobachtet.

Die Salze, welche untersucht wurden, waren Kalisalpeter und Chlornatrium. Beim erstgenannten Salze stieg die Concentration in einem Versuche von 0,12 Aeq. bis 0,20 Aeq. und beim Chlornatrium im ersten Versuch von 0,14 Aeq. bis 0,20 Aeq. und im zweiten von 0,12 Aeq. bis 0,25 Aeq. Ausserdem bemerke ich, dass die Versuche in einem willkürlich gewählten Augenblicke sistirt wurden, und dass keine Erscheinung am Ende darauf hinwies, dass eine weitere allmähliche Steigerung der Concentration mit einigen wenigen Hundertel Aequivalenten Plasmolyse würde hervorgerufen haben.

Doch nicht nur für die beiden genannten, schnell diffundirenden Salze, sondern auch für den sehr schwer (ungefähr viermal langsamer) diffundirenden Rohrzucker erwies sich der Protoplast permeabel, da Plasmolyse, welche anfangs eingetreten war in Lösungen von 0,18 Mol. (= 0,12 Aeq. KNO_3)¹⁾, 0,20 Mol. (= 0,133 Aeq.), 0,22 Mol. (= 0,147 Aeq.) und von 0,24 Mol. (= 0,16 Aeq.), schon nach zwei Stunden völlig verschwunden war. Die Fäden wurden dann in diesen Lösungen weiter cultivirt. Andere Fäden, welche sogleich in Rohrzuckerlösungen von 0,26 Mol. (= 0,173 Aeq.), 0,30 Mol. (= 0,20 Aeq.) und von 0,40 Mol. (= 0,266 Aeq.) gebracht waren, zeigten keine Spur von Plasmolyse mehr, als sie nach fast vier Tagen untersucht wurden. Doch nicht nur war nach dieser Zeit in allen Zellen aus allen den genannten Lösungen die Plasmolyse verschwunden, sondern es hatten auch die Fäden ihre frühere Turgescenz wiederbekommen, und selbst hatte die Turgorkraft in den Endzellen der Fäden die freien Querwände in der Weise nach aussen vorgewölbt, dass das ursprüngliche Volumen dieser Zellen öfters bis auf das Doppelte vergrössert war. Zelltheilung hatte aber währenddem nicht stattgefunden, wie aus genauen Zählungen der Zellen in jedem Faden hervorging.

Vollkommen ähnliches wurde an den Fäden beobachtet bei dem oben erwähnten Versuch mit Chlornatrium, in dem die Concentration bis zu 0,25 Aeq. gestiegen war, wenn sie während fünf Tagen in dieser Lösung weiter cultivirt wurde.

1) Wenn eine Substanz nicht den nämlichen isotonischen Coëfficient hat wie Kalisalpeter, so werde ich hinter die Concentrationen der Lösungen der Ersteren, die Concentration einer isotonischen Kalisalpeterlösung in Klammern einschalten.

Manche interessante Fragen liessen sich an diese Resultate anknüpfen, und gerne hätte ich diese weiter verfolgt, wenn nicht meine Rückkehr nach Holland mich nöthigte, darauf bis auf weiteres zu verzichten. Sobald es mir aber möglich war, habe ich sie im Frühjahr wieder aufgenommen. Da ich aber im Augenblicke Süßwasser-Algen bequemer erhalten konnte, so habe ich bis jetzt meine weiteren Untersuchungen an *Spirogyra nitida* vorgenommen, welche Alge schon seit vielen Jahren in Aquarien im Botanischen Laboratorium in Dünenwasser cultivirt wird. Bald aber werde ich versuchen, Meeresalgen, von den holländischen Küsten der Nordsee stammend, zur weiteren Untersuchung zu benutzen.

Bei der Herstellung der Lösungen, welche bei den Versuchen mit *Spirogyra* zur Anwendung kamen, wurde stets Dünenwasser als Lösungsmittel gebraucht. Die officielle Analyse dieses Wassers gibt einen Gehalt an Salzen von 0,33 % an, hauptsächlich aus Calciumsulphat und Calciumcarbonat bestehend. Es berechnet sich hieraus seine wasseranziehende Kraft auf höchstens 0,0025 Aeq. KNO_3 , und diese ist also eine fast 250 mal schwächere als die des Meeresswassers.

Gleich im voraus möchte ich bemerken, dass die genannte *Spirogyra*-Art der Hauptsache nach vollkommen die nämlichen Erscheinungen zeigt wie die *Chaetomorpha*, obwohl weniger schnell und weniger intensiv.

Der Zellsaft von *Spirogyra* ist ungefähr isotonisch mit 0,15 Aeq. KNO_3 , also wiederum nur unerheblich von den Säften anderer Zellen abweichend.

Die durch Lösungen von 0,17, 0,19 und 0,20 Aeq. des erwähnten Salzes und auch von Chlornatrium anfänglich hervorgerufene Plasmolyse verschwindet beim Verweilen in der nämlichen Lösung allmählich während einiger Stunden, und können selbst die Zellen dabei ihre Turgescenz wieder erlangen.¹⁾ Eine Anzahl der Protoplaste stirbt aber während der Ausdehnung ab (bei *Chaetomorpha* beobachtete ich dies nur als sehr seltene Ausnahme). Concentrirtere Lösungen können die ausgedehnten Protoplaste wieder zur Plasmolyse veranlassen, doch ist diese dann auffallend schwächer als die, welche von der nämlichen Lösung in frischen Zellen hervorgerufen wird.

Nachdem Fäden während 15 Tagen in einer Lösung von 0,20 Aeq. NaCl verweilt hatten (wobei Zelltheilung nicht ausgeblieben war), war dadurch die plasmolytische Grenzlösung um 0,10 Aeq. KNO_3 erhöht worden, also bis auf 0,25 Aeq. KNO_3 gestiegen. Die Zellen waren dabei also wieder turgescenz geworden, doch war die Turgorkraft noch nicht höher als auf 0,25—0,20=0,05 Aeq. KNO_3 gestiegen. In diesen Zellen rief eine Lösung von 0,30 Aeq. NaCl auch den nämlichen Grad von Plasmolyse hervor, wie eine von 0,20 Aeq. NaCl frischen Fäden.

¹⁾ Als Kennzeichen der Turgescenz einer Zelle wurde das nach aussen Vorwölben der Querwände durch die lebende Zelle betrachtet, wo diese von einer todten begrenzt wird.

Bis jetzt war es noch unentschieden, woher die Substanzen rühren, welche die Vergrößerung der wasseranziehenden Kraft des Zellsaftes verursachen. Es lässt sich denken, dass entweder die Zelle das Salz ohne weiteres aus der umgebenden Lösung aufnimmt, und dass das Protoplasma also für das Salz permeabel ist, oder dass die Zelle wasseranziehende Substanzen inzwischen neu bereitet, oder die im Zellsaft schon vorhandenen derartig verändert, dass eine Steigerung der wasseranziehenden Kraft die Folge davon sein muss.

Von vornherein kommt beiden Erklärungsweisen eine gleiche Wahrscheinlichkeit zu; es ist mir aber durch besondere Versuche, die auch jetzt noch fortgesetzt werden, gelungen, den ganz sicheren Nachweis zu liefern, dass die Zellen von *Spirogyra* (welche Art bisher nur allein geprüft wurde), aus einer Kalisalpeterlösung das Salz unverändert aufnehmen und dass schon während eines ganz kurzen Aufenthaltes in den Lösungen deutlich nachweisbare Mengen im Zellsaft vorkommen.

Die Anwesenheit von Kalisalpeter in den Zellen war nicht nur schon nachzuweisen nach einem Aufenthalte während $\frac{1}{2}$ Stunde in schwachen, nicht plasmolysirenden Lösungen, wie z. B. in solchen von einer Concentration von 0,05, 0,10 und 0,13 Aeq., sondern auch nach Verweilen in concentrirteren, mehr oder weniger stark plasmolysirenden Lösungen wie in solchen von 0,15, 0,17, 0,19, 0,20 und von 1,00 Aeq.

Bei *Spirogyra* gelingt es auch, das Rückgängigwerden der Plasmolyse während der Beobachtung unter dem Mikroskop vor sich gehen zu lassen, z. B. wenn die Zellen in der Lösung auf dem Objecttisch einer gelinden Erwärmung ausgesetzt werden. Man sieht dann die plasmolysirten Protoplaste sich allmählich ausdehnen, bis nach einigen Minuten die Zellhöhle wieder ganz ausgefüllt ist; schliesslich kann die Zelle nach einigen weiteren Minuten wieder turgescent werden. Unter diesen Umständen findet also die Ausdehnung der Protoplaste statt, obwohl die Lösung unter dem Deckglase durch die, zwar schwache, Verdunstung allmählich concentrirter wird. Dass die Volumvergrößerung nicht etwa eine nur scheinbar ist und, bei der Verdunstung von einem Theil der Lösung, durch den Druck des Deckglases auf die Zellen verursacht wird, wurde durch besondere Versuche sicher gestellt.

Aber nicht nur normal plasmolysirte Protoplaste, sondern auch die vom äusseren Protoplasma befreiten Vacuolen zeigen die nämlichen Erscheinungen, da auch diese sich bei gelinder Erwärmung in der plasmolysirenden Salzlösung allmählich wieder ausdehnen. Dieses ist aber nur dann der Fall, wenn sie erst kurze Zeit vorher vom äusseren Protoplasma isolirt wurden.

Bis ungefähr 15 Minuten nach dem Isoliren ist die Wand der Vacuolen vollkommen hyalin und glatt; in diesem Zustande kann sich diese bei Erwärmung wieder ausdehnen, und zwar scheint diese Ausdehnung hier schneller vor sich zu gehen, als wenn das ganze Protoplasma lebendig ist (weil das äussere Protoplasma dabei inactiv ist und der Bewegung einen Widerstand ent-

gegensetzt?). Ist die Vacuole aber längere Zeit isolirt, so verliert sie allmählich ihr hyalines Aussehen, und zugleich hiermit fängt das Vermögen sich auszudehnen an zu schwinden. Zwar vergrößert die Vacuole sich anfangs noch bei Erwärmung, doch findet dieses nur sehr langsam statt, endlich aber wird sie ganz starr. Wird dann die Erwärmung fortgesetzt bis über die Temperaturgrenze des Lebens, so stirbt die Wand, doch contrahirt sie sich dabei nur unbedeutend.

Die Diffusion der Inhaltsstoffe der Vacuole nach aussen scheint erst anzufangen, nachdem die Vacuole starr geworden ist.

Soweit bin ich bis jetzt mit meinen Untersuchungen gekommen; mit der weiteren Ausarbeitung dieses Themas und der sich daran knüpfenden Fragen werde ich mich in der nächsten Zeit beschäftigen. In einer ausführlicheren Arbeit, welche wahrscheinlich schon innerhalb weniger Monate erscheinen wird, werde ich die oben besprochenen, sowie die späteren Versuche ausführlicher beschreiben und ihre Resultate eingehend besprechen.

Leiden, 8. Juli 1887.

Botanische Gärten und Institute.

Die schon seit 15 Jahren projectirte Neuanlage eines botanischen Universitätsgartens in Graz soll nun endlich zur Wahrheit werden, nachdem die Auflassung des dormalen benützten landschaftlichen Joanneumgartens schon im nächsten Jahre in Aussicht genommen ist.

Wie wir hören, wurde für die Gesamttanlage die Summe von 46,000 fl. bewilligt. Es ist nicht abzusehen, was mit einer solchen minimalen Summe, die nicht einmal für den Bau ordentlicher, den modernen Anforderungen entsprechender Gewächshäuser hinreicht, geschaffen werden soll. Die Anlage des botanischen Gartens in Leipzig kostete 500,000 Mark, die in Strassburg ebensoviel; in Graz sollen 92,000 Mark genügen, um etwas Ordentliches zu schaffen? Freilich sollen sich die Bauten im Grazer Garten ausser dem Gewächshause nur auf die Errichtung eines kleinen Gärtnerhäuschens beschränken. Also kein Institut, keine Locale für administrative geschweige denn wissenschaftliche Arbeiten der Dozenten; keine Räume für Studierende! Und doch ist es jetzt denn doch allgemein anerkannt, dass ein botanischer Garten seine wissenschaftliche Bedeutung und Ausnützung erst durch das mit ihm verbundene botanische Institut erhält! Das Project einer solchen Rumpfanlage kann denn doch nicht mit Zustimmung auch nur eines Fachmannes zu Stande gekommen sein!

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1887

Band/Volume: [32](#)

Autor(en)/Author(s): Janse Jacobus Marinus

Artikel/Article: [Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.
Plasmolytische Versuche an Algen 21-26](#)