lich ist diese Ansicht im Stande darüber Auskunft zu geben, warum man die Vertheilung der assimilirten Stoffe während verschiedener Entwickelungsphasen der Pflanzen gerade so findet, wie man sie in der That findet.[1])

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen. Von W. Hofmeister.

(Schluss).

Bei dem ersten dieser Vorgänge findet eine Verminderung, bei dem letzten eine Vermehrung auch der Masse des flüssigen Zelleninhalts statt, auch der Zellraum verliert Wasser oder er nimmt Wasser auf, und auch diese Vorgänge betheiligen sich an der Abnahme und an dem Steigen des Turgors der Gewebe. Dass aber die Schwankungen dieses Turgors keineswegs ausschliesslich auf ihnen beruhen, dies zeigen zwei Reihen von Erscheinungen mit grosser Deutlichkeit. Die erste besteht in den von mir oft wiederholten Beobachtungen, dass frische Membranen expansiver Zellen, die keine geschlossenen Zellräume mehr umschliessen, bei Wasseraufnahme sich noch ausdehnen, bei Wasserverlust sich stark zusammen ziehen [2]). Ein schlagendes Beispiel sei hier nochmals erwähnt. Zieht man von saftigen Pflanzenorganen die Epidermis ab, so erhält man oft ziemlich umfangreiche Stücke der abgelösten Membran, welche nur aus den, von den Seitenwänden abgerissenen Aussenflächen der Epidermiszellen bestehen. Auch an solchen Stücken gibt sich die Spannung zwischen den in Expansion begriffenen inneren Schichten der Zellhäute und der passiv gedehnten Cuticula durch eine starke, auf der Cuticulaseite concave Krümmung der Membran zu erkennen. Legt man das, jeder Zellhöhlung entbehrende Membranstück in Wasser, so steigt die Ausdehnung der inneren Schichten in dem Maasse, dass eine spiralige Einrollung der

---

[1]) Ich muss hierbei abermals auf die Abhandlung in den Pringsheim schen Jahrbüchern hinweisen, da nur ein weitläufiges Detail die oben ausgesprochenen Ansichten erläutern kann.

[2]) Hofmeister in Berichten K. Sächs. Ges. d. Wiss 1859, p. 195; 1860, p. 180; — und in Pringsheims Jahrb. II p, 256 III p. 82.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0172-0

Haut entsteht. — Den zweiten Beweis liefert die von Unger[1]) entdeckte Thatsache, dass welke Pflanzen mit unverletzten Wurzeln, oder welke Pflanzentheile, deren Schnittfläche mit einem luftdichten Ueberzuge versehen wurde, in dunstgesättigter Luft ihre volle Straffheit wieder erhalten, ohne an Gewicht zuzunehmen. Ich beobachtete diese Erscheinung unter Anderem auch an abgeschnittenen Narcissenblättern, deren Schnittfläche in geschmolzenes Wachs getaucht worden war. In diesen und ähnlichen Fällen kann unmöglich angenommen werden, dass die erschlafften Zellen das verlorene Wasser aus anderen Theilen des Organs her ersetzt hätten, deren Zusammensinken in Folge des Welkens der Starrheit der Zellwände wegen nicht hervortrete. Vielmehr muss zugegeben werden, dass die Erschlaffung der Zellwände in Folge des Wasserverlusts eine vorübergehende gewesen sei; dass sie den Ersatz des eingebüssten Wassers der Inhaltsflüssigkeit der Zellen selbst entzogen haben; dass nach dem Wiedereintritt der Straffheit des Organs die Menge des flüssigen Inhalts jeder einzelnen Zelle noch geringer ist, als während des Welkseins.

Dadurch, dass das Expansionsstreben lebendiger pflanzlicher Membranen durch Wasserzufuhr gesteigert, durch Wasserentziehung vermindert wird, kommt die Erscheinung unter einen Gesichtspunkt mit anderen Vorgängen der Imbibition. Sie unterscheidet sich von dem Aufquellen todter Membranen zunächst nur durch ihre Intensität — in deren Folge das Vorwiegen der Ausdehnung nach einer oder zweien bestimmten Richtungen höchst auffällig hervortritt, — und durch die periodischen, oder auf gewisse äussere Einwirkungen (Reize) eintretenden Schwankungen dieser Intensität. Keine Vermuthung liegt näher als die, dass auch bei der Periodicität der Menge und der Spannung des beim Thränen ausgeschiedenen Saftes, wie bei den periodischen und den Reizbewegungen von Pflanzenorganen, das Wachsen oder die Abnahme der Spannung der Zellhäute die nächste Ursache der Erscheinung sei. Eine Zunahme des Ausdehnungsstrebens der Zellmembranen wird die Menge und Spannung des ausgeschiedenen Saftes steigern, ein Nachlassen desselben beide vermindern.

Es ist selbstverständlich, dass eine Zelle bei steigender Spannung ihres Inhaltes dem Eintritte einer durch äusseren

---

[1]) Sitzungsberichte. Wiener Akad., 1852, December.

Universitätsbibliothek Regensburg
urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0173-6

Druck in sie hinein getriebenen Flüssigkeit einen steigenden Widerstand entgegen setzen wird. Die gleiche Steigerung des Widerstands begegnet auch dem Durchgange von einseitig mit der Zelle in Berührung und unter Druck stehender Flüssigkeiten durch eine solche Zelle. Dasselbe tritt bei einer Membran ein, welche durch Hemmung des ihr innewohnenden Ausdehnungsstrebens in Spannung versetzt wird. Ihre Durchlässigkeit wird in dem Maasse abnehmen, in welchem ihre active Spannung wächst. Auf diesen Verhältnissen mag die bereits erwähnte (S. 119) Eigenschaft der Zellen des Cambium und der saftigen Rinde des Rebstocks beruhen, dem Durchsickern des Saftes zur Zeit des stärksten Blutens ein unübersteigliches Hinderniss in den Weg zu legen.

Die bereits oben (S. 152) erwähnte Vertheilung der unter verschiedener Spannung stehenden Gewebe der grossen Mehrzahl der Wurzeln, die Lage der in höchstem Ausdehnungsstreben begriffene Gewebmasse unmittelbar unter der Epidermis, muss den Inhalt der ihr angränzenden Epidermiszellen unter einen Druck versetzen, der nur wenig geringer ist, als der in ihr selbst obwaltende. Nun besitzen wir zwar bis jetzt noch keine genaue Messung der Gränze des Druckes, unter welchem ein poröser Körper noch Wasser einzusaugen vermag, eine Zellhaut einer Gummi- oder Eiweisslösung noch Wasser zuzuführen im Stande ist. Alle bekannten Thatsachen sprechen dafür, dass diese Gränze sehr hoch liegt. Den zu Eingang dieses Aufsatzes erwähnten Angaben Jamins, welche nach der ersten dieser Richtungen hin gehen, schliesst eine Beobachtung Delaure's sich an, welcher fand,[1]) dass durch eine Platte aus feinkörnigem bunten Sandstein von 2 c.m. Dicke, Wasser in einen geschlossenen Raum auch dann noch einsickerte, wenn in diesem Raume die Spannung heissen Wasserdampfes auf $1^7/_8$ Atmosphären gestiegen war. Wenn die capillare Imbibition auch unter hohem Drucke noch stattfindet, so folgt daraus von selbst, dass auch die Endosmose unter hohem Drucke noch vor sich gehen kann. Die in Folge des Druckes eintretende Filtration durch die endosmirenden Membranen wird um so geringer, eine je grösser Zahl von Membranen man zwischen die innere und die äussere Flüssigkeit einschaltet. In einer einfach mit Reispapier verbundenen, über der Reispapiermembran concentrirte Gummilösung enthal-

[1]) Comptes rendus LII. (1861) p. 124.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0174-1

tenden Manometerröhre wurde das Quecksilber auf nur 210 mm., nach fünffachem Verbinden der Röhre mit Reispapier aber bis auf 690 mm. gehoben. Aehnliche Beispiele des Verhaltens thierischer Membranen erwähnt schon Dutrochet.[1]) Offenbar wird die Filtration durch eine Ausdehnung der Membran beschleunigt, bei welcher diese Membran sich passiv verhält. Immerhin aber ist es nicht wahrscheinlich, dass die Wurzeln durch die Aussenflächen ihrer älteren Theile, innerhalb deren beträchtliche Unterschiede der Spannung der Gewebe obwalten, viele Flüssigkeit aus dem Boden aufsaugen; wahrscheinlicher wird es, dass die Flüssigkeitsaufnahme vorzugsweise innerhalb jüngeren Strecken von Wurzeln stattfindet, welche längsgespalten ihre Längshalften nicht oder nur wenig nach aussen convex krümmen. Diese Strecke ist an den unverästelten Wurzeln von Monokotyledonen sehr lang, ein Drittel bis zur Hälfte der Wurzel betragend; — an Dikotyledonen sind die kürzeren so beschaffenen Wurzelstrecken sehr zahlreich. Man beobachtet bei der Cultur von Landpflanzen, namentlich von Cerealien (Roggen, Mais) in Wasser sehr häufig, dass ein tiefes Sinken des Wasserspiegels dem Gedeihen der Pflanze keinen Eintrag thut. Ein directer genauerer Versuch bestätigt jene Voraussetzungen vollkommen.

Zwei in Wasser eingewurzelte Hyacinthen a und b, von denen b ihre Wurzeln nur zur Hälfte in Wasser eintauchte, während bei a das Wasser bis an den Zwiebelkuchen reichte, verloren in 24 Stunden durch Verdunstung

a.	b. (eine kräftigere Pflanze)	
1,2 Gr.	10,9 Gr.	= 1:9

und in weiteren 24 Stunden, bei umgekehrter Anordnung des Versuchs

a	b	
1,9 Gr.	16,98 Gr.	= 1:8,963.

Wenn die Flüssigkeit, welche dem Boden durch Imbibition der Häute der Wurzelzellen und durch Endosmose ihres Inhalts entzogen wird, in die jüngern, der Wurzelspitze näheren Theile der Wurzel eintritt,[2]) so kann sie zunächst unter nur mässigen Druck gerathen. Dieser Druck ist aber, je weiter ein- und aufwärts in der Wurzel die Flüssigkeit dringt, der Steigerung um

---

[1]) Mémoires, I. p. 35.

[2]) Nicht in die jüngsten, die Wurzelspitze selbst, wie bereits von Link nachgewiesen.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0175-7

den immer wachsenden Widerstand fähig, den jede neu durchlaufene, zwischen dem Orte der Flüssigkeit und der Aussenfläche der Wurzel eingeschaltete Zellwand dem Wiederaustritt der Flüssigkeit in den Boden entgegensetzt. Es erreicht dieser Druck seine Gränze erst mit dem Maximum der in der Pflanze überhaupt vorhandenen Spannung.

Zwei Umstände tragen dazu bei, die unter geringerem Drucke, also in reichlicherer Menge, in die Wurzeln eingetretene Flüssigkeit unter hohen Druck zu versetzen. In wachsenden Wurzeln erhärten, während deren Verlängerung, die dem Ausdehnungsstreben des saftreichen Parenchyms Widerstand leistenden Gewebmassen in allmäligem Vorschreiten nach der Spitze der Wurzel hin. Durch dieses Festwerden, diese Zunahme der Elasticität bestimmter Zellhäute tritt in immer neuen jungen Theilen der wachsenden Wurzel die Spannung der Gewebe ein, welche nothwendig eine Rückwirkung auf den Inhalt der Zellen dadurch übt, dass sie diesen unter höheren Druck versetzt. Es steht in offenbarem Zusammenhange mit diesem Verhältniss, das Wurzeln nicht mehr kräftig functioniren, wenn sie nicht mehr wachsen; dass jedem Aufschwunge der Entwickelung oberirdischer Theile die reichliche Bildung neuer Wurzeln voraus geht: Erscheinungen, die bei der Cultur von Landpflanzen in Wasser nach Sachs's Methode sehr anschaulich hervortreten: bei Gräsern und Bohnen in der Bildung von starken Adventivwurzeln unterhalb der Kotyledonen nach Erschöpfung der Reservestoffe des Samens, bei Eichen in dem Hervorsprossen neuer Wurzeln vor dem Austreiben im Frühling und vor dem zweiten Austreiben im Spätsommer. — Aehnlich wirkt die periodische Schwankung der Spannung des Saftes. Während des Nachlassens derselben ist die Aufnahme von Flüssigkeit erleichtert. Steigert dann sich auf's neue die Spanung der Gewebe, so wird die reichlicher eingetretene Flüssigkeit unter höheren Druck gerathen.

Bleibt endlich der letzte Einwurf: die geringe Menge der von künstlichen Apparaten, trotz hoher Concentration und grossem Volumen ihres Inhalts, in einem gegebenen Zeittheile ausgeschiedenen Flüssigkeit, verglichen mit den beträchtlichen Quantitäten Saft, welche thränende Wurzeln aussondern. Ein Punkt, der bei der Antwort hierauf ins Spiel kommt, muss als vorläufig incommensurabel bei Seite gelassen werden, obschon er zuverlässig von Wichtigkeit ist. Die Membranen, welche bei unseren Experimenten verwendet werden, thierische sowohl als pflanzliche,

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0176-3

sind im lebendigen Organismus dazu bestimmt, Flüssigkeiten zurück zu halten, nicht aber solche durchzulassen. Wenn solche Häute auch mit den allgemeinen Eigenschaften organischer Membranen begabt sind, so besitzen sie doch ohne Zweifel die für das Experiment wichtigste derselben, die durch die Anziehung der organischen Substanz zum Wasser eigenthümlich modificirte Permeabilität, in relativ nur sehr geringem Grade. Aber auch davon abgesehen, erklärt sich der Unterschied der Leistungen eines der erwähnten Apparate und einer thränenden Wurzel zur Genüge aus dem enormen Ueberwiegen der Ausdehnung den Wasser aufnehmenden, wie der Saft aussondernden Flächen bei letzterer. Den früher[1]) gegebenen Beispielen will ich hier noch eines anfügen. Die Oberfläche des Wurzelsystems einer jungen Pflanze von *Phaseolus multiflorus* beträgt nach mässigster Schätzung 2600 Quadr. mm.; die Innenfläche der Gefässe der Wurzel, aus denen Saft austritt, mindestens 600 Quadr. mm.; der Raum dieser Gefässe höchstens 1000 Cub. mm.

So darf ich als Schlusssatz meiner Erörterung aussprechen: das Thränen beruht darauf, dass ein Theil der durch Imbibition der Zellhäute und durch Endosmose des Zellinhalts aus dem Boden genommenen Flüssigkeit durch den Druck, welchen die Spannung der Parenchymzellenwände und die endosmotische Ueberfüllung der Zellräume auf das gesammte Gewebe der Wurzel üben, in deren Gefässe hinein gepresst wird.

NB. **Die zu diesem Aufsatze gehörigen Tabellen werden mit den nächsten Nummern ausgegeben.**

Ueber die Conservirung der Früchte im Oriente. Von Dr. Landerer in Athen.

Das Hauptmittel zum Einmachen, d. i. zur Conservirung der frischen Früchte für den Winter ist der eingekochte Weinmost, Betmése genannt. Derselbe wird bis zur Syrupdicke eingekocht und um denselben nach der Meinung der Leute süsser zu machen, was sich in der That auf chemische Grundsätze gründet, wird Asche in ein kleines Beutelchen eingebunden und mitgekocht. Dass durch das in der Asche enthaltene Kali die freien Säuren gesättigt werden, ist leicht einzusehen und so wird der Weinmost süsser. Dieser ist in Griechenland, besonders in Jahren,

[1]) Flora 1858, p. 111.

Universitätsbibliothek Regensburg urn:nbn:de:bvb:355-ubr05977-0177-9

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: Flora oder Allgemeine Botanische Zeitung

Jahr/Year: 1862

Band/Volume: 45

Autor(en)/Author(s): Hofmeister Wilhelm

Artikel/Article: Ueber Spannung, Ausflussmenge und Ausflussgeschwindigkeit von Säften lebender Pflanzen 170-175