

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesamtgebiet der Botanik des In- und Auslandes.

Herausgegeben

unter Mitwirkung zahlreicher Gelehrten

von

Dr. Oscar Uhlworm und **Dr. F. G. Kohl**

in Cassel.

in Marburg.

Zugleich Organ

des

Botanischen Vereins in München, der Botaniska Sällskapet i Stockholm, der botanischen Section des naturwissenschaftlichen Vereins zu Hamburg, der botanischen Section der Schlesischen Gesellschaft für vaterländische Cultur zu Breslau, der Botaniska Sektionen af Naturvetenskapliga Student-sällskapet i Upsala, der k. k. zoologisch-botanischen Gesellschaft in Wien, des Botanischen Vereins in Lund und der Societas pro Fauna et Flora Fennica in Helsingfors.

Nr. 45.

Abonnement für das halbe Jahr (2 Bände) mit 14 M.
durch alle Buchhandlungen und Postanstalten.

1892.

Wissenschaftliche Original-Mittheilungen.

Eine Methode zur Bestimmung der Gasspannung im
Splinte der Nadelbäume.

Von

Karl Pappenheim.

(Fortsetzung.)

Am 1. September 1890 wiederholte ich Schwendeners Experiment in etwas veränderter Form. In eine etwa 20 m hohe Tanne bohrte ich 70 cm über dem Erdboden mit dem Centrumbohrer ein etwa 4 cm tiefes Loch und 65 cm darüber ein ebensolches. Das untere wurde mit einem kleinen Trichter (Fig. 7), das obere mit einem abgeschliffenen Standgefäß (Fig. 8) verschlossen, in dem noch ein Thermometer angebracht war, da ich mit dem Versuche eine Temperaturbestimmung des Baumsaftes zu verbinden gedachte. Ich hoffte nämlich durch Anwendung von starkem Quecksilberdrucke dennoch im Libriform eine Wasserbewegung zu erzielen und durch die Injection einer anderen Flüssigkeit das in den Tracheiden enthaltene Wasser nach dem oberen Bohrloche treiben zu können. Als Injectionsflüssigkeit wählte ich zuerst Eisenchloridlösung, welche ich mit einem Ueber-

drucke von 2 Atm. 3 Stunden hindurch in das untere Bohrloch presste. *)

Zu Beginn des Versuches liess ich nicht sogleich den vollen, mir zur Verfügung stehenden Druck wirken, denn unbedingt würden durch einen einseitigen plötzlich wirkenden Ueberdruck von solcher Stärke auf die Membranen der Hoftüpfel letztere geschlossen worden sein, und dadurch wäre der ganze Versuch werthlos geworden. Nachdem das Bohrloch mit Eisenlösung gefüllt war, übte ich anfangs mit Hilfe einer etwa 5 cm hohen Quecksilbersäule auf die Bohrlochwandung einen Zug aus, welcher durch allmähliches Heben des Quecksilberbehälters in Druck übergeführt wurde: der volle Ueberdruck von 2 Atm. wirkte erst nach 5 Minuten.

Da 3 Stunden hindurch das obere Bohrloch völlig trocken blieb und auch zwischen beiden Bohrlöchern eingesetzte Manometer nur Saugung anzeigten, so unterbrach ich den Versuch. Die Eisenchloridlösung hatte sich durch die Einwirkung des schon durch andere Metalle verunreinigten Quecksilbers dermassen getrübt, dass ich das Ausbleiben des erwarteten Resultates auf eine Verstopfung der angeschnittenen Tracheiden des unteren Bohrloches zurückführen zu dürfen glaubte. Da bei dem hohen Drucke zwischen Trichter und Bohrloch beständig Injectionsflüssigkeit austrat und am Stamme herabfloss, liess sich nicht erkennen, ob überhaupt Eisenlösung in den Splint gelangt sei.

Es wurde deshalb der Baum gefällt und der in Frage kommende Stammtheil mit der Kreissäge in Scheiben zerschnitten, wobei sich zeigte, dass durch das untere Bohrloch 28 Jahresringe geöffnet worden waren. Da die untere Hälfte der Lochwandung eingefettet worden war, so war der grösste Theil der Flüssigkeit nach oben gepresst worden. Die Bahnen des Farbstoffes befanden sich im 1., 5., 6., 7., 9., 10. und 19. bis 28. Jahresringe. Eine analoge Beobachtung der Bevorzugung gewisser Zonen des älteren Splintholzes habe ich an anderer Stelle („Verschlussfähigkeit“ p. 15. Anm.) mitgetheilt. In horizontaler Richtung war der Farbstoff vom Bohrloche aus nur gegen 2 cm, in verticaler Richtung im 8., 11. bis 18. Jahresringe noch bedeutend weniger eingedrungen. Während in dem jüngsten Holze das Eisen 45 cm hoch über dem unteren Bohrloche nachweisbar war, zog sich in den übrigen Jahresringen ein sich bald bedeutend verschmälernder, doch sich mehrfach gabelnder Strom nach oben, dessen letzte Ausläufer die Höhe von 70 cm erreichten. Sämmtliche Strömungsbahnen verliefen nicht genau senkrecht, sondern sie hatten eine Rechtsdrehung erfahren, welche in der Höhe von 45 cm etwa 27° betrug. Da ich diese Torsion bei der Anlage des oberen Bohrloches nicht be-

*) Zur Hervorbringung des Druckes diente das in Fig. 6 d dargestellte, mit Quecksilber gefüllte Glassrohrsystem, das ich schon in dem cit. Berichte der deutschen Bot. Gesellschaft genau beschrieben habe. Ebendasselbst (Fig. 3) findet sich auch eine detaillirte Abbildung des aus Stahl und Glas construirten Apparates, welcher auch bei dem Versuche verwandt war und zur Aufnahme der Eisenlösung diente.

rücksichtigt hatte, wiederholte ich den Versuch mit einigen Abänderungen.

Die Bohrlöcher wurden in der Entfernung von 10 cm angebracht und diesmal Eisenvitriollösung injicirt. Zuerst wirkte eine Stunde hindurch ein Quecksilberdruck von 1,5 Atm., darauf während 3 Stunden eine 2 m hohe Wassersäule und schliesslich noch eine halbe Stunde der anfängliche Quecksilberdruck. Ein Ueberfiltriren in das obere Bohrloch fand auch dieses Mal nicht statt, obgleich, wie die darauf folgende Section ergab, der aufsteigende Strom das Bohrloch gestreift hatte. Auf seinem weiteren Verlaufe zeigte er auch in diesem Falle eine geringe Rechtsdrehung und Gabelung. Der nach innen gerichtete Arm des letzteren erreichte im 25. bis 30. Jahresringe die Höhe von 33 cm, während die Höhe des äusseren, im jüngsten Splinte verlaufenden leider nicht notirt wurde.

Bei diesen Versuchen macht sich die geringe Beweglichkeit des Binnenwassers dadurch geltend, dass trotz des grossen angewandten Ueberdruckes nur so geringe Mengen der Injectionsflüssigkeit in den Splint gelangen konnten. (Auch bei dem Schwendener'schen Versuche nahm eine Kiefer unter dem Drucke von 600 mm Quecksilber in einer Stunde nur 4 bis 6 cbcm Wasser auf.) Die Druckkräfte greifen hier in gleicher Weise an, wie wir uns die Wirkung des Wurzeldruckes vorzustellen haben; das Ergebniss vorliegender Versuche macht aber nicht den Eindruck, dass es möglich sei, durch eine am unteren Ende des Stammes befindliche Druckkraft den Saft innerhalb des Stammes auf weite Strecken hin zu verschieben.

Es stehen diese Resultate scheinbar im Widerspruche mit den Voraussetzungen der oben zur Anwendung gelangten Methode für die Spannungsbestimmung der Binnenluft. Während dort der Ueberdruck von 2 Atm. genügte, um in wenigen Minuten den Saft innerhalb eines etwa 30 cm grossen Holzstückes zu verschieben, soll innerhalb des Stammes der gleiche Ueberdruck nur so geringe Wirkungen hervorbringen. Es hat dies wohl darin seinen Grund, dass die kleinen Holzylinder auf allen Seiten dem unter Druck einströmenden Wasser ausgesetzt waren, während bei den Injectionsversuchen nur auf eine kleine Bohrlochfläche Druck ausgeübt wird, der sich (gemäss des Zusatzes zum 1. hydromechanischen Satze) infolge der Reibungswiderstände mit zunehmender Entfernung vom Bohrloche aus sehr schnell verringert.

Ferner muss noch erklärt werden, aus welchem Grunde der Injectionsstrom die nahe gelegenen Bohrlöcher umging und statt dessen die scheinbar viel grössere Widerstände darbietenden Splintholzbahnen vorzog, wodurch natürlich die Erreichung der erhofften Resultate unmöglich gemacht wurde. Wir haben zu berücksichtigen, dass alle Tracheiden der Splintholzzone verdünnte Luft enthalten. Die injicirte Flüssigkeit wählt natürlich die Bahnen, auf denen sie den geringsten Widerstand zu überwinden hat. Da nun in den Bohrlöchern und Manometerspitzen der Druck der Atmo-

sphäre herrschte, wurden diese von der Eisenlösung sorgfältig vermieden und statt dessen die noch unverletzten, mit verdünnter Luft gefüllten Holzpartien vorgezogen.

Besonders bei diesen Injectionsversuchen drängt sich die Frage auf, weshalb die Eisenlösung nicht eine mehr horizontale Strömungsbahn eingeschlagen habe, da durch die tüpfelreichen Radialwände eine solche sehr wohl möglich wäre.

Elfving*) ist der Meinung, dass der Filtrationswiderstand, den er bei solchen Versuchen wirksam fand, allein durch die grössere Zahl der Zellwände gebildet werde, welche ein quer-tangential gerichteter Strom im Vergleich zu einem längsgerichteten zu passiren hat. Mir scheint es, als käme hier auch die Vertheilung der Luft im Holze in Frage.

Denkt man sich aus einem Jahresringe eine im Holzkörper tangential gelegene, quadratförmige Platte geschnitten, so wären in dieser zwei Hauptrichtungen der Filtration denkbar, die eine längs des Faserverlaufes und die andere rechtwinklig dazu. Je länger die Wassersäulchen der Jamin'schen Ketten sind, desto wahrscheinlicher ist es, dass sie auf irgend einem Punkte ihres Verlaufes mit den Wassersäulchen in den benachbarten Tracheiden communiciren. Ist diese Wahrscheinlichkeit in einem Falle verwirklicht, communicirt also ein Wassersäulchen in seinem obersten Theile mit dem untersten Theile eines Wassersäulchen der Nachbarkette, so ist dadurch ein continuirlicher Wasserfaden entstanden, dessen Länge hinsichtlich der Längsfiltration 2 Wassersäulchenlängen, hinsichtlich der Quersfiltration jedoch nur 2 Wassersäulchenbreiten beträgt. So existiren möglicherweise in unserer quadratischen Holzplatte in der Längsrichtung mehrere, von einander unabhängige continuirliche Wasserfäden von einer Kante zur andern, während die Querrichtung keinen einzigen aufzuweisen hat. (Vgl. Fig. 9.)

Handelt es sich nun darum, eine Quersfiltration z. B. an einem wasserreichen, zwar mit nur spärlichen, doch unbehöftten Poren versehenen Weiden-Holze einzuleiten,**) so ist dazu nur erforderlich, auf die eine Seite einen derartigen Ueberdruck wirken zu lassen, dass durch ihn die Jamin'schen Ketten solange verschoben werden, bis die Bildung zusammenhängender Wasserfäden erfolgt. Anders aber gestalten sich die Verhältnisse beim Nadelholze, dessen Hoftüpfel verschliessbar sind. Der Druck, welcher besonders bei den von Sachs****) und mir†) verwandten grösseren Holzcyllindern zur Verschiebung der Jamin'schen Ketten erforderlich gewesen wäre, konnte gar keine Wirkung ausüben, da durch ihn die Hoftüpfel verschlossen worden waren. Denn die Durchlässigkeit der Poren ist die wichtigste Bedingung für eine ausgiebige Filtration durch den Holzkörper.

*) „Ueber die Wasserleitung im Holze.“ Bot. Ztg. 1882, 712

**) Schwendener (l. c. 581).

****) Arb. des Bot. Inst. zu Würzburg, 11, p. 298.

†) l. c. p. 14.

Die erfolgreichen Versuche Strasburgers (l. c. 740), welche an dünnen, radial verlaufenden Tannenholzplatten angestellt wurden, lassen sich erst dann zur Entscheidung für die Ansicht Eلفvings verwerthen, wenn die Abwesenheit aller Binnenluft in jenem Holze bewiesen wird.

Auch die Frage nach der Funktion der Hoftüpfel scheint mir durch die neueste Publication Strasburgers noch nicht erledigt zu sein. Betreffs dieser unter den höheren Pflanzen so weit verbreiteten Tüpfelform sind bisher nur wenige Thatsachen sicher gestellt, die sich zum Theil nur auf die Frühholztüpfel beziehen: das Geschlossensein der Hoftüpfel im Kernholze und im lufttrocknen Splintholze (Russow¹⁾, die geringe Permeabilität der feuchten Filtrirmembran für Luft (Russow²⁾, Lietzmann³⁾, die grosse Filtrationsfähigkeit des Margo für Wasser (Th. Hartig⁴⁾, Godlewski⁵⁾, Schwendener⁶⁾, Janse⁷⁾ und die Möglichkeit der Herbeiführung eines künstlichen Verschlusses durch Wasserdruck.

Bei der experimentellen Untersuchung der letzteren Frage kam es mir zunächst nur darauf an, gegenüber den Ansichten Godlewski's und Janse's die Verschlussfähigkeit der Hoftüpfel zu beweisen; über die Grösse der zum Verschlusse erforderlichen Kräfte liess sich nichts Bestimmtes ermitteln.

Betrachten wir zunächst die Hoftüpfelmembranen als straff gespannte Gebilde, deren Elasticitätsgrenze bei einem Verschlusse des Tüpfels nicht überschritten wird. Meine Versuche haben das Resultat ergeben, dass sich die Tüpfel bei einem einseitigen Ueberdrucke von etwa $\frac{1}{14}$ Atm.⁸⁾ schliessen. Nehmen wir an, der Durchmesser der Schliessmembran betrage 0,0156 mm, also ihre Fläche 0,000191 qmm, so würde die Membran in dem zum Verschlusse erforderlichen Maasse gedehnt werden durch die Belastung von etwa 0,137 mgr.

Ob diese Arbeit durch die Bewegung einer Wassermenge oder durch den Druck eines Gases geleistet wird, ist für das Endresultat gleichgültig; in jedem Falle ist für das Auseinanderzerren der Micellen der Schliessmembran die gleiche Kraft erforderlich. Da jedoch diese Kraft nie plötzlich in voller Höhe angreift, sondern erst allmählich bis zum erforderlichen Maasse wächst, so macht sich hier noch die Permeabilität des Margo geltend, welche wegen ihrer für Wasser und Luft verschiedenen Grösse diese Vorgänge complicirt. Führen wir nämlich den Verschluss herbei, indem wir im einen Falle einen Strom Wasser, im anderen einen Strom Luft durch den Tüpfel treiben, dessen Geschwindigkeit wir bis zum

¹⁾ Bot. Centralbl. 1883, XIII. p. 36.

²⁾ l. c. p. 105.

³⁾ Flora. 1. Aug. 1887. Kap. 21—44.

⁴⁾ Bot. Ztg. 1853.

⁵⁾ Pringsheims Jahrb. XV. p. 589.

⁶⁾ Sitzungsber. d. Akad. d. Wissensch. zu Berlin 1886. p. 579.

⁷⁾ Pringsheims Jahrb. XVIII. p. 36.

⁸⁾ l. c. 17.

gewünschten Ziele steigern, so erhalten wir das Resultat, dass bei der Anwendung von Luft der Tüpfelverschluss bei geringerer Strömungsgeschwindigkeit eintritt.

Letztere Erwägung veranlasste wohl Strasburger zu der Meinung, dass innerhalb des lebenden Baumes der Tüpfelverschluss stets nur durch Luft ausgeführt würde; „durch Wasserströme in der Pflanze kann ein Verschluss der Hoftüpfel nicht bewerkstelligt werden,“ da die zu diesem Zwecke erforderlichen Geschwindigkeiten nicht vorkommen dürften (l. e. 735). Zur Prüfung dieser Ansicht möge folgende Betrachtung dienen.

Man denke sich ein längeres Rohr, dessen eines Ende durch ein hoftüpfelartiges Ventil gebildet wird. Durch dieses Rohr bewege sich eine Wassermenge und zwar mit dem Maximum der Geschwindigkeit, welches nach den Eigenschaften des Abflussventils möglich ist. Es soll nun plötzlich von dieser in Bewegung befindlichen Wassersäule eine kleine Luftmenge mitgeführt werden, welche zunächst die Geschwindigkeit des Wassers in keiner Weise beeinflussen soll. In dem Momente, wo diese Luftmenge das Ventil berührt, tritt wegen der für Luft geringeren Permeabilität eine Veränderung ein; die Luft prallt auf das Ventil und wird durch den Stoss des nachfolgenden Wassers comprimirt. Es sind nun zwei Fälle denkbar: die Compression des Gases erreicht die zum Ventilverschlusse erforderliche Höhe, oder der Stoss vermag das Ventil nicht zu schliessen. Welcher von beiden Fällen eintreten wird, ist allein von der Bewegungsgrösse (dem Produkte aus der Masse in die Geschwindigkeit) des der Luftmenge folgenden Wassers abhängig.

Woher weiss aber Strasburger etwas von der Existenz solcher Bewegungsgrössen? Ueberdies ist auch nicht einzusehen, zu welchem Zwecke solche Hoftüpfelfunction, welche ein Analogon zur Funktion des Klappenventils beim Montgolfierschen hydraulischen Stosswidder*) darstellen würde, im lebenden Stamme dienen sollte.

Der Vorgang des Hoftüpfelverschlusses lässt sich auch in der Weise umkehren, dass durch Entfernung des auf der einen Seite der Schliessmembran lastenden Druckes die Einwirkung der Atmosphäre oder einer im Holze abgeschlossenen Luftmenge höhere Spannung ermöglicht und dadurch der Verschluss ausgeführt wird. Strasburger nimmt nun an, dass zeitweise irgendwo im Holzkörper eine rapide Wasserentziehung stattfindet (l. e. 736). Das die Tüpfel bespülende Wasser wird hindurchgezogen, bis Luft die Schliessmembranen berührt. Durch fortgesetzten Wasserverbrauch entsteht im Holze ein luftverdünnter Raum, infolge dessen die Luft der benachbarten Zellen die Hoftüpfel schliessen. Doch wo wirkt im unverletzten Strome eine solche Saugung, die eine Quecksilbersäule um 5 cm heben müsste? Böhm hat zwar auf experi-

*) Vgl. Müller-Pouillet, Lehrbuch der Physik, 9. Aufl. I, p. 411; an ausführlichsten berichtet darüber Weisbach, Ingenieur- und Maschinenmechanik 1855 III, p. 963.

mentellem Wege gezeigt, dass bei lebhafter Transpiration eine Quecksilbersäule fast auf Barometerhöhe gehoben wird. Doch gelingt dies nur bei Zweigen; nehmen wir statt dessen etwa 20 m lange Bäume und ersetzen das Quecksilber durch Wasser, das in den natürlichen Bahnen gehoben werden soll, so lässt sich nicht beweisen, dass schon allein durch die Transpiration das Wasser (ohne Abzug der Reibungswiderstände) 10 m hoch steigt. Denn in den Bäumen befinden sich meistentheils keine continuirlichen Wasserfäden. Eine von den transpirirenden Flächen ausgehende Saugung würde dieselbe Wirkung haben wie die künstliche Evacuierung eines Bohrloches. Sicherlich grenzten auch bei meinem oben (Seite 69) mitgetheilten Versuche continuirliche Wasserfäden geringer Länge an das Bohrloch; doch bei der Entziehung einer geringen Wassermenge rissen die Fäden und konnten somit kein Wasser nach den mit verdünnterer Luft gefüllten Gebieten leiten. Aus diesem experimentellen Ergebnisse lässt sich folgern, dass die von den transpirirenden Flächen ausgehende Saugkraft ebenso wenig wie der Wurzeldruck im Stande ist, direkten Einfluss auf die Bewegung des Binnenwassers innerhalb des Stammes auszuüben oder womöglich die Hoftüpfel zu verschliessen.

Diese Betrachtungen ruhen zum grossen Theile auf der Vorstellung, dass die Schliessmembranen durch einen Tüpfelverschluss nicht überdehnt werden. Einige Ergebnisse von Filtrationsversuchen*) deuten aber darauf hin, dass bei längerer Inanspruchnahme der Filtrationsfähigkeit ein Tüpfelverschluss schon bei sehr geringem Drucke eintritt.

Strasburger**) ist freilich der Meinung, dass diese Erscheinung von einer durch den Inhalt der zerschnittenen Markstrahlen verursachten Verstopfung herrühren könnte. In der graphischen Darstellung, die ich von den Ergebnissen des Versuchs A auf der zu meiner oben erwähnten Arbeit gehörigen Tafel gegeben habe, ist angegeben, dass nach stattgehabtem Tüpfelverschlusse bei Anwendung schwächerer Druckkräfte die Filtrationsfähigkeit ihre frühere Höhe erreicht. Es liegt also kein Grund vor, Verstopfungen anzunehmen. Das Hühnel-Sachs'sche Verfahren, durch Abtragen einer zarten Lamelle die Filtrationsfähigkeit wieder zu erhöhen, habe ich öfters angewandt (l. c. 10), doch absichtlich auf die dabei erhaltenen Resultate kein Gewicht gelegt; sie sind zur Entscheidung der Frage, ob das Holz seine Filtrationsfähigkeit infolge von Verstopfung oder Verschluss resp. Ueberdehnung der Tüpfelmembranen verliere, nicht zu gebrauchen. Ich habe schon früher (l. c. 16) ausführlich dargelegt, dass bei Filtrationsversuchen, sobald der in den einzelnen Tracheiden bestehende Druck stationär geworden ist, alle vom Filtrationsstrom durchquerten Tüpfel demselben Ueberdruck ausgesetzt sind. Bei einer langsam und stetig vor sich gehenden Steigerung des Filtrationsdruckes und bei der Voraussetzung, dass alle Hoftüpfel die

*) „Verschlussfähigkeit“, p. 11.

**) l. c. 744.

gleichen physikalischen Eigenschaften besitzen, würde ein Zeitpunkt kommen, in dem sich alle Tüpfel des ganzen Splintholzes schliessen. Thatsächlich wird dieser Zustand nie erreicht; abgesehen davon, dass die letztere Bedingung der physikalischen Gleichartigkeit nicht erfüllt zu sein scheint (l. c. p. 15, Cap. VI), steigerte ich die Druck ausübende Quecksilbersäule jedes Mal plötzlich um 10—30 cm Höhe. Dadurch sind aber, sobald der Druck die erforderliche Höhe erreicht hatte, ehe noch die Druckverhältnisse der Binnenluft stationär geworden sind, alle die Tüpfel geschlossen worden, welche der Filtrationsstrom zuerst passirte; dadurch wurde einem Verschluss sämmtlicher übrigen Tüpfel vorgebeugt. Durch Abtragen einer Lamelle werden nun die am meisten in Anspruch genommenen und überdehnten Tüpfel beseitigt;*) die zu beobachtende Filtrationszunahme ist also auch auf diese Weise sehr erklärlich.

Freilich lässt sich zur Zeit über die Art der physikalischen Veränderung, welche die Hoftüpfelschliesshaut beim Tüpfelverschluss erleidet, nichts angeben; sicherlich sind ihre physikalischen Eigenschaften weit complicirter, als man bisher angenommen hat. Spätere Untersuchungen werden vielleicht darüber Aufschluss geben, wie weit hier Ueberdehnungserscheinungen und elastische Nachwirkungen eine Rolle spielen.

IV. Resultat der Spannungsbestimmungen.

Nach den eingehenden Erörterungen über die merkwürdige Vertheilung der Luft und des Wassers im Splintholze und über die dadurch bedingte relative Unbeweglichkeit des Wassers wird es nun nicht mehr unmöglich erscheinen, dass bei meinen obigen Bestimmungen über die Spannung der Binnenluft an verhältnissmässig nahe bei einander gelegenen Orten so erhebliche Spannungsverschiedenheiten thatsächlich vorhanden waren.

Die in der Tabelle auf Seite 37 zusammengestellten Resultate gestatten wohl die Annahme, dass die Binnenluft in allen Regionen der jüngeren Jahresringe des Stammes eine negative und wenn auch etwas verschiedene, so doch von der Stammhöhe unabhängige Spannung besessen hat.

So lange man glaubte, dass die Transpirationssaugung im Stande wäre, ein bis in die Wurzeln continüirlich verlaufenden Wassernetz zu heben, scheint eine Erklärung der Entstehung luftverdünnter Räume in der Pflanze keine Schwierigkeiten geboten zu haben; wenn eben die durch die Wurzel erfolgende Wasserzufuhr für die Transpiration nicht ausreichte, so wurde Wasser aus dem Stamme verbraucht, und in Folge dessen

*) Ich möchte an dieser Stelle noch besonders hervorheben, dass ich bei dem Satze, „entweder werden alle Tüpfel etwas, oder nur einige verhältnissmässig mehr geschlossen“ (l. c. 11), nur an die Tüpfel des Holzcyinders gedacht hatte, welche an der einen Schnittfläche desselben liegen, mithin also zuerst vom Filtrationsstrom getroffen werden.

die Binnenluft ausgedehnt. Nachdem es nun aber geboten erscheint, von der Einwirkung der Transpirationssaugung auf die Wasserbewegung im Stamme gänzlich abzusehen, so erwacht mit der Schwierigkeit der Erklärung des Saftsteigens zugleich die Frage nach der Entstehung der Binnenluftverdünnung.

Zu der Ansicht von Nägeli und Schwendener^{*)}, dass im Stamme noch andere, auf zahlreiche, naheliegende Punkte verteilte Kräfte, vermuthlich innerhalb der Markstrahlen, wirksam sind, lieferte Russov^{**)} durch seine Untersuchungen über die einfache und doppelt behöften Poren eine wichtige Stütze. Ueber die Art und Weise jedoch, wie die Funktion zu denken sei, lässt sich freilich zur Zeit wenig sagen; wir müssen uns zunächst mit der Vorstellung begnügen, dass jede Markstrahlzelle in Folge eines von den transpirirenden Flächen ausgehenden Reizes das Wasser von tiefer gelegenen Stellen nach höher gelegenen zu heben vermag.

Es liegt am nächsten, sich die Thätigkeit dieser Zellen als eine constante vorzustellen. Betrachten wir eine kleinere Gruppe von Markstrahlen bezüglich des Effektes ihrer Thätigkeit, so wird durch sie ceteris paribus eine Hebung des Wassers erfolgen, ohne dass die Binnenluft ihrer Menge und Spannung nach irgendwelche Veränderungen erleidet, wobei natürlich eine Beziehung der Binnenluft zu den lebenden Zellen von vorne herein ausgeschlossen ist. Nun besitzen aber feuchte Zellmembranen eine geringe Permeabilität für Luft; für die Dauer wäre also die Existenz eines im Holze befindlichen Luftvolumens negativer Spannung nicht möglich, wenn nicht durch eine Einrichtung eines fortwährenden Luftverbrauches für das Fortbestehen der Luftverdünnung Sorge getragen wäre. Dabei ist die Luftzufuhr keine unerhebliche: abgesehen von den Luftmengen, welche mit dem Bodenwasser aufgenommen und unter der geringeren Spannung in der Pflanze zum grossen Theile abgegeben werden, durchzieht das Holz ein Durchlüftungssystem, welches durch die Lenticellen in offener Communication mit der Atmosphäre steht, sodass selbst die Tracheiden des älteren Splintholzes nur durch eine einzige Zellwand von der Luft der Intercellularräume geschieden sind.

Dieser Luftzufuhr steht ein Luftverbrauch gegenüber, welcher durch die Athmung der lebenden Zellen und durch die Absorption der dadurch erzeugten Kohlensäure bedingt ist. Sollte es einmal gelingen, den Nachweis zu führen, dass die Höhe der negativen Spannung zu gewissen Zeiten constant ist, so wäre damit das Vorhandensein eines Gleichgewichtes zwischen Luftzufuhr und Luftverbrauch bewiesen.

Gegenüber der Annahme einer gleichsinnigen und in gleicher Intensität wirkenden Verrichtung ist die Möglichkeit einer periodisch wirkenden geltend gemacht worden, doch lässt sich zur

*) „Das Mikroskop.“ 1. Aufl. S. 382 ff. 2. Aufl. S. 378 ff.

***) Sitzungsber. der Dorpater Naturforscherges. 1877. IV. 3. 601. 602 und Bot. Centralblatt 1883. S. 36.

Zeit nicht viel zu Gunsten dieser Ansicht anführen. Dass ganze Gruppen benachbarter Markstrahlzellen zu gleicher Zeit im gleichen Sinne thätig sind, also etwa in akropetaler Folge Wasser in die Tracheiden pressen, wodurch unter anderem das Auftreten der oft erheblichen Unterschiede in der Gasspannung erklärt werden könnte, ist nicht anzunehmen. Ich habe zu diesem Zweck die Saugungsintensität eines Bohrloches während 9 Stunden untersucht: die 250 mir vorliegenden Messungen lassen nichts von derartigen Druckschwankungen erkennen (Fig. 10). Auch die viertägige Beobachtung mit Hilfe eines Apparates, der vorübergehend aufgetretene Druckwirkungen angezeigt hätte, führte zu keinem Resultate (Fig. 11). Wieler*) beobachtete bei Turgoanalysen, die er mit Hilfe der de Vries'schen plasmolytischen Methode an Parenchymzellen von Coniferen ausführte, verschiedene Turgoanspannungen in verschiedenen Theilen des Stammes. Es wäre möglich, dass diese Mittheilung zum Ausgangspunkte einer erfolgreichen Untersuchung zu verwerthen wäre, welche auch einigen Aufschluss über die Constanz oder Periodicität der Markstrahlfunktion geben könnte. Eine Anregung zur Annahme einer periodischen Funktion scheint von der Russow'schen Untersuchung ausgegangen zu sein, auf Grund derer jener Forscher die Markstrahlen als Saugpumpen und die Hoftüpfel als damit in Beziehung stehende Ventile auffasste. Wenn nun auch alle Versuche, welche zur Fortführung dieser Ideen unternommen sind, noch zu keinem sicheren Resultate geführt haben, so erscheint mir doch allein schon in der Construction der Hoftüpfel ein Hinweis auf periodische Vorgänge zu liegen. Jedenfalls bringt ein Maschinenbauer nur dort verschlussfähige Klappenventile an, wo er es mit Kraftquellen von schwankender Intensität zu thun hat.

(Schluss folgt.)

Zur generischen Nomenclatur der Labiaten.

Von

Dr. John Briquet

in Genf.

Eine ausführliche Monographie der Gattung *Galeopsis* war gerade druckfertig von mir hergestellt worden, als ich mit Erstaunen in O. Kuntze's *Revisio Generum Plantarum***) sah, dass der Name *Galeopsis* aufgehoben und durch *Ladanum* ersetzt worden sei. Bei näherem Studium der von Kuntze für seine Veränderung gegebenen Gründe wurde ich dazu veranlasst, seine übrigen, die Labiaten betreffenden nomenclatorischen Vorschläge einer Prüfung zu unterwerfen, deren Resultate ich im Folgenden kurz mittheilen möchte.

*) Pringsheim's Jahrb. XVIII, p. 81.

**) Ausführliches Referat über obiges Werk erscheint in aller Kürze Red.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Botanisches Centralblatt](#)

Jahr/Year: 1892

Band/Volume: [49](#)

Autor(en)/Author(s): Pappenheim Karl

Artikel/Article: [Eine Methode zur Bestimmung der Gasspannung im Splinte der Nadelbäume. \(Fortsetzung.\) 97-106](#)