Band XLIX. No. 1. XIII. Jahrgang.
Digitized by Smithsonian Institution Libraries, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Botanisches Centralblatt.

REFERIRENDES ORGAN

für das Gesammtgebiet 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 Studentsällskapet 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. 1. | 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.

Mit 1 Tafel.

Den Untersuchungen, welche auf die Erforschung der bei dem Saftsteigen thätigen Kräfte gerichtet waren, ist vielfach der Vorwurf gemacht worden, dass sie nicht auf streng physikalischer Grundlage ruhten, und wohl mit Recht; jedenfalls ist die Forderung zu erfüllen, dass die Pflanzenphysiologie sich nicht in Widerspruch mit anerkannten, physikalischen Wahrheiten setzt. Doch lässt sich etwas zu Gunsten der muthig aufstrebenden Tochterwissenschaft anführen. Gerade diejenigen Kapitel der Physik, die in der Physiologie eine grosse Rolle spielen — ich erinnere nur an die Diffusions- und Capillarerscheinungen — sind keineswegs derartig ausgebaut, dass sie jederzeit dem Physiologen die gewünschte Hilfe darbieten.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Uns interessirt hier besonders die Capillarität. Bei den Untersuchungen über diese Kraft haben sich die Physiker im Wesentlichen auf unorganische Objekte, offenbar infolge der grösseren Homogenität jener Gebilde beschränkt. Infolge dessen möchte der Physiologe vielfach berechtigt sein, die Anwendung der auf solche Weise von der Physik gewonnenen Gesetze auf die Vorgänge an den organischen Gebilden zu beanstanden. So hatte man seit Langem versucht, das Saftsteigen durch die in den Pflanzen wirkenden Capillarkräfte zu erklären, und es war scheinbar ein Leichtes, dieser Lehre durch den Nachweis der allzu grossen Weite der Leitungsbahnen im Verhältniss zur Höhe, bis zu welcher der Saft in den Pflanzen thatsächlich steigt, den Boden zu entziehen. Dennoch glauben heute noch einige Forscher auf Grund von Versuchen daran festhalten zu dürfen, dass der Capillarität bei der Wasserhebung in der Pflanze eine hervorragende Rolle zufalle.

Einen ähnlichen Streit rief die von Th. Hartig herrührende Entdeckung des in den Pflanzen herrschenden negativen Luftdruckes hervor. Für den Lehrsatz der Physik, dass durch die Erzeugung eines Vacuums eine Wassersäule von höchstens 10 m. Länge gehoben werden könne, glaubten manche Pflanzenphysiologen eine Ausnahme statuiren zu dürfen. Dieser Versuch ist jedoch nunmehr wohl endgültig aufgegeben und damit wird zugestanden, dass der Luftdruck zur Erklärung des Saftsteigens in den höheren Bäumen nicht ausreiche.

Unter solchen Umständen ist es freilich aussichtslos, zur Beantwortung der Frage nach der Ursache des Saftsteigens durch eine Untersuchung des Grades der in den Bäumen bestehenden Luftverdünnung beizutragen. Die einzige Hoffnung ist eben die, auf solchem Wege zum Verständnisse des Spieles einer möglicherweise sekundären Ursache zu gelangen. In diesem Sinne machte ich mich ans Werk.

Die Manometerversuche Th. Hartigs*) und Böhms**) ergaben, wie von Höhnel***) nachwies, „dass der Maximalstand des Quecksilbers einen Minimalwerth für den negativen Druck der Holzluft angibt, d. h. der negative Druck dieser muss noch grösser sein als der höchste Quecksilberstand anzeigt (p. 82).“ Obgleich nun von Höhnel der Meinung war, „dass mit einem geeigneten Apparate mit Hülfe der Hartig'schen Methode in der That der negative Druck der Holzluft gemessen werden könnte“ (p. 83), so setzte er doch die Hartig-Böhm'schen Untersuchungen nicht fort. Eine eigene Methode, welche darin bestand, dass in gefässführenden, unter Quecksilber angeschnittenen Zweigen das

*) Bot. Zeitung. 1861. p. 17 und Bot. Zeitung. 1863. p. 277.

**) Ueber die Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen. Landwirthschaftl. Versuchsstationen XX. (1877.) p. 357.

***) Beiträge zur Kenntniss der Luft- und Saftbewegung in der Pflanze. Pringsheim's Jahrb. XII. p. 47.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Metall bis zu einer bestimmten Höhe aufsteigt, ermöglichte ihm die Gewinnung sicherer Angaben betreffs des Verdünnungsgrades der Binnenluft innerhalb der Pflanzentheile, welche in nächster Nähe des Ortes der Transpiration gelegen sind. Dass dort die Luftverdünnung einen ganz erheblichen Grad zu erreichen vermag, ist besonders noch aus den Böhm'schen Versuchen*) ersichtlich, und so dürfen wir wohl diese Thatsache als zweifellos richtig annehmen. Da es sich jedoch zunächst nicht darum handelt, die Tragweite der von der Krone ausgehenden Saugung zu ermitteln, so kommen die von Höhnel'schen Resultate vorläufig nicht in Betracht. Ausserdem stehen die Tracheiden, welche im Nadelholze die Gefässe ersetzen, mit einander durch Membranen in Verbindung, welche für Quecksilber gänzlich impermeabel sind, so dass sich also auch die Methode jenes Forschers hier nicht anwenden lässt. Denn wenn es auch möglich ist, die Tracheiden unter Quecksilber anzuschneiden und die Menge des in die einzelnen Zellen eingedrungenen Metalls und der darin verbliebenen Luft zu bestimmen, so scheitern doch alle Versuche, aus diesen beiden Grössen weitere Schlüsse zu ziehen, an dem Umstande, dass diese Zellen neben der verdünnten Binnenluft eine nicht bestimmbare Wassermenge enthielten, die beim Eindringen des Quecksilbers in die angrenzenden unverletzten Tracheiden gepresst wurde.

Wohl deshalb unternahm es R. Hartig**), gestützt auf ein umfangreiches Material ebenso sorgsamer wie mühevoller Beobachtungen, auf einem anderen, von Sachs***) angedeutetem Wege dieser Frage beizukommen. Seine Analysen der deutschen Waldbäume hinsichtlich der Vertheilung der Holzsubstanz, des Wassers und des Hohlraumes in verschiedenen Stammestheilen und zu verschiedenen Jahreszeiten liessen ihn erkennen, zu welcher Zeit das Holz am wasserreichsten sei. R. Hartig†) ging nun von der Annahme aus, dass in diesem Falle die in jenem Holz befindliche Luft die Dichtigkeit der Atmosphäre besitze. Da nun, wie von Höhnel††) nachgewiesen hatte, das Gefässsystem, welchem bei den Coniferen die Tracheiden entsprechen, nicht mit dem Durchlüftungssystem communicirt, mithin also die Binnenluftmenge höchstens auf dem Wege der Diffusion langsam verändert werden könnte, glaubte R. Hartig†††) aus einer Abnahme des Wassers im Holze auf eine dementsprechende Luftverdünnung schliessen zu dürfen.

Thatsächlich beobachtete er „eine durch praevalirende Transpiration bedingte Wasserabnahme im oberen Baumtheile"; will-

*) Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. VII. p. 50.

**) Untersuchungen aus dem forstbotanischen Institut zu München. II. 1882. III. 1883. Das Holz der deutschen Nadelwaldbäume 1885.

***) Ueber die Porosität des Holzes. Arb. d. Bot. Institus in Würzburg. 1879. II. § 3.

†) Untersuchungen. III. p. 51.

††) l. c. p, 47.

†††) Untersuchungen. III. p. 51.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

kürlich nahm er an, dass in allen Baumhöhen eine dem wasserreichsten Zustande entsprechende Luftmenge sich befinde. So gelangte er zu dem Resultate, dass die Luft von unten nach oben zunehmend verdünnt sei*).

Diese Schlussfolgerung ist infolge jener willkürlichen Annahme nicht einwurfsfrei: R. Hartig stellte nur das Volumen des Luftraumes in verschiedenen Theilen des Stammes fest; über die Menge und die Tension der Binnenluft vermochte er auf Grund seiner Analysen nichts Gewisses anzugeben. Hinsichtlich dieser Frage sind seine Resultate vieldeutig.

Bevor ich eine Reihe von mir angestellter Versuche mittheile, werde ich, um nicht später die Darstellung durch längere physikalische Erörterungen unterbrechen zu müssen, einige Betrachtungen vorausschicken, welche den Zweck haben, die Anwendung der bekannten hydrostatischen und hydrodynamischen Lehrsätze auf die im Holze vorliegenden Verhältnisse einzuleiten. Physikalische Verstösse in neueren Arbeiten, offenbar hervorgerufen durch Unkenntniss der Vorgänge in mikroskopischen Röhren, lassen mir diese Form der Darstellung gerechtfertigt erscheinen.

I. Hydromechanische Betrachtungen.

Der Holzkörper der Coniferen setzt sich aus Tracheiden zusammen, welche untereinander durch die behöften Poren in Verbindung stehen. Jeder Hoftüpfel hat in seiner Mitte eine Schliessmembran, welche für Wasser in hohem Grade filtrationsfähig, für Luft dagegen sehr wenig permeabel**) ist. Da eine Bewegung des Imbibitionswassers für unsere Zwecke nicht in Betracht kommt, mithin sämmtliches Wasser beim Verlassen einer Tracheide die Schliessmembranen passiren muss, so lässt sich die Zellanordnung des Nadelholzes in folgender Weise schematisiren. Man denke sich eine Röhre aus einer für Wasser und Luft impermeablen Substanz, in welcher in gleichen Abständen Filtrirmembranen ausgespannt sind, welche die den Schliessmembranen eigenthümlichen Fähigkeiten besitzen sollen. (Fig. 1.) Jede der so entstandenen Kammern sei zur Hälfte mit Wasser, zur Hälfte mit Luft gefüllt. Um eine durch die Schwerkraft bewirkte Wasserverschiebung zu verhindern, soll sich die Röhre in horizontaler Lage befinden.

Freilich befindet sich das Wasser und die Luft in den Tracheiden in Form einer Jaminschen Kette, welche aus aneinander gereihten Luft- und Wassersäulchen besteht. Die Annahme der Möglichkeit eines Ueberfliessens des Wassers von einer Wassersäule zur andern***) ist mit den Lehren der Physik, insbesondere

---

*) Vergl. auch R. Hartig's Lehrbuch der Anatomie und Physiologie der Pflanzen. Berlin 1891. pp. 211 und 216.

**) E. Russow, Bot. Centralblatt. 1883. XIII. p. 105.

***) Als diese Arbeit bereits druckfertig war, erschien das umfangreiche Werk Strasburgers „Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen". Ich habe noch nachträglich die dortigen Mit-

mit den der Meniskenbildung zu Grunde liegenden Gesetzen völlig unvereinbar. Ueberdies ist eine Verschiebung der ganzen Jamin-schen Ketten, sobald nur der nöthige Druck zu Gebote steht, ausführbar, doch kann eine solche infolge der die Zellen trennenden, für Luft fast impermeablen Schliessmembranen nur auf geringe Strecken hin erfolgen und somit für unsere Betrachtungen vernachlässigt werden (Fig. 2). Es kann daher eingewandt werden, dass innerhalb des Holzes die Wassersäulchen überhaupt nicht communiciren, dass also obiges Schema falsch sei. Es ist jedoch zu berücksichtigen, dass sich an den radialen Tracheidenwänden in grosser Zahl Hoftüpfel befinden, welche in vielen Fällen eine continuirliche Wasserverbindung mit einer Wassersäule der benachbarten Tracheide, die ihrerseits freilich ebenfalls mit einer Jamin'schen Kette erfüllt ist, herstellen. So lässt sich bei gleichzeitiger Berücksichtigung mehrerer nebeneinander verlaufender Tracheidenreihen die Vorstellung rechtfertigen, dass alle Wassermengen des Zellsystemes durch schlangenförmig gewundene Wasserfäden (Fig. 3) in Verbindung stehen, welche in ihrem Verlaufe fortwährend an Luftblasen angrenzen. Da die Betrachtung der Aenderungen in der Wasservertheilung und den Luftspannungen in einem solchen Systeme äusserst complicirt sein würde, so wurde in der Schematisirung noch ein Schritt weiter gegangen und das obige in der Figur 1 angedeutete Schema nachstehenden Betrachtungen zu Grunde gelegt.

Satz 1. Vorausgesetzt wird, dass die soeben beschriebene Zellreihe auf einer Seite für Luft und Wasser verschlossen, also nur von einem Ende her zugänglich ist. Wird nun an dieser Stelle Wasser hineingepresst, so dringt es in die Zellräume in dem Maasse ein, bis dadurch der Druck der Binnenluft gleich dem Drucke ist, unter welchem das einströmende Wasser steht. Die vom Holze aufgenommene Wassermenge werde ich späterhin mit A bezeichnen.

Zusatz. Da jede Filterwand dem durchgehenden Wasser einen gewissen Widerstand entgegensetzt, so nimmt nach eingetretenem Ruhezustand in Wahrheit der Druck von Zelle zu Zelle in arithmetischer Progression ab. Wählen wir die Zellreihe genügend lang, so werden bei einem bestimmten Wasserdrucke von einer bestimmten Zelle an alle folgenden in dem intakten Zustand verbleiben.

Folgerung. Da die Absorptionsfähigkeit des Wassers für Gase mit zunehmendem Drucke wächst, so wird

1. das Wasser in den Zellen des grösseren Gasdruckes grössere Mengen Gas absorbirt haben;

2. das von Zelle zu Zelle filtrirende Wasser Luftmengen aus den zuerst passirten Zellen mit sich führen;

---

theilungen berücksichtigt, soweit es möglich war; eine Gleitbewegung des Wassers zwischen Tracheidenwand und Luftblase (l. c. 705) scheinen mir die Strasburger'schen Versuche noch nicht zu beweisen.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

3. werden die Luftmengen der erstpassirten Zellen, da sie am meisten der Absorption ausgesetzt sind, am ersten durch Wasser ersetzt werden.

Satz 2. Vorausgesetzt ist die nach Satz 1 behandelte Zellreihe, in welcher nach zu Stande gekommenem Gleichgewicht völlige Ruhe herrscht.

Wird nun plötzlich der auf der offenen Seite lastende Ueberdruck beseitigt, so strömt das Zellwasser, getrieben durch den auf ihm lastenden Druck, durch die Zellreihe rückwärts, bis sämmtliches vorher eingedrungene Wasser die Zellreihe verlassen hat. Diese durch Expansion der Zellluft geförderte Menge werde ich späterhin mit a bezeichnen.

Zusatz. Infolge des Widerstandes jeder Filterwand vermag nicht alles Wasser wieder die Zellreihe zu verlassen. Nach eingetretenem Ruhezustande wird der Druck von Zelle zu Zelle um die Grösse d verschieden sein. Es kommen dabei nur die Zellen in Betracht, in denen vorher bei herrschendem Ueberdrucke Compression stattgefunden hat. In den vom Wasser zuerst passirten Zellen wird im Ruhezustande der Druck nach innen in arithmetischer Progression wachsen; die am anderen Ende der Zellreihe gelegenen Zellen sind noch völlig intakt; mithin findet sich in der Mitte der beeinflussten Zellen ein Maximum des Druckes.

Folgerung 1. War das (gemäss dem Satze 1) eingeströmte Wasser luftfrei, so wird es sich natürlich mit Luft sättigen und je nach den gegebenen Nebenumständen (Barometerdruck, Temperatur, Absorptionscoefficienten) mehr oder weniger Luft aus der Zellreihe entführen. War es jedoch vor seinem Eintritte mit Luft gesättigt, so hat es freilich unter dem herrschenden Ueberdruck innerhalb der Zellen weitere Portionen Luft absorbirt, doch giebt es diese, falls ihm dazu genügend Zeit gelassen wird, wieder im Inneren der Zellen ab.

Folgerung 2. Bei erheblich stärkerem Ueberdrucke (etwa 2 Atmosphären) kommt der äusserst geringe Widerstand nicht mehr in Betracht. Jede im Holze befindliche Luftblase wird dann nach dem Boyle-Mariotte'schen Gesetze comprimirt; die eindringende Wassermenge ist dann gleich der Differenz der Luftvolumina vor der Compression und während dieser. Besass die Luft ursprünglich Atmosphärenspannung, so ist die eindringende Wassermenge (A) gleich der durch Dilatation wieder austretenden (a). Herrschte vorher im Inneren des Holzes eine Luftverdünnung, so ist $a < A$; es bleibt dann eine gewisse Wassermenge R im Holze. Jedenfalls ist a bei gegebenem Ueberdruck eine Funktion des Volumens der Binnenluft und ihrer Spannung.

Es bedeute p den Normaldruck einer Atmosphäre, also np ein Vielfaches davon. Da nun durch den Druck von n Atmosphären ein Luftvolumen von der ursprünglichen Spannung p (= 1) auf $\frac{1}{n}$ seines Volumens comprimirt wird, so ist, wenn V das

©Akademie d. Wissenschaften Wien; download unter www.biologiezentrum.at

Gesammtvolumen der Binnenluft, gemessen unter dem Drucke p, bedeutet:

$$V - \frac{V}{n} = \frac{n-1}{n} V = A.$$

Nun ist $A = a + R$; wenn die Werthe n, a und R bekannt sind, so lässt sich V berechnen.

Satz 3. In das Zellsystem, wie es Satz 1 voraussetzt, und in welchem die Binnenluft die Spannung B_0 besitzt, wird Luft von der grösseren Spannung B_1 gepresst. Diese Luftmenge wird allmählich die erste Zellwand durchdringen und das Wasser dieser Zelle (gemäss dem Satze 1) in die nächsten pressen. In die zweite Zelle wird nicht eher Luft in grösserer Menge eintreten, als bis die erste Zelle völlig wasserleer ist.

Wird die Membran der ersten Zelle verletzt, so erfolgt der Eintritt der Luft in diese und das damit verbundene Ueberfiltriren des Wassers in die nächsten Zellen fast augenblicklich.

Folgerung. Je wasserreicher die Zellen (bei der gleichen Binnenluftspannung B_0) sind, desto schneller wird der Lufteintritt erfolgen. Das Wasser nämlich, welches sich in den unverletzten Zellen befindet, vermag durch Ueberfiltriren in die benachbarten sehr leicht eindringender Luft Platz zu machen. Ist die erste Zelle völlig mit Wasser erfüllt, so macht sich die geringe Permeabilität der Zellwand für Luft nur einmal geltend, indem die Luft beim Eindringen in das Zellsystem zunächst nur eine Wand zu passiren hat. Ist dagegen bereits die erste Zelle mit Luft erfüllt, so ist dadurch der Widerstand, welchen weitere Luftmengen bei ihrem Eindringen zu überwinden haben, vergrössert. Die mathematisch-physikalische Darstellung dieses Phaenomens ist schwierig.

Experimenteller Beweis des 3. Satzes.

„Ein feuchter Holzcylinder von mehreren Centimetern Länge wurde in die Compressionspumpe gebracht und ihm während 67 Stunden vermittelst des Ueberdruckes von 4 bis 3 Atm. Luft eingepresst. Unmittelbar nach der Herausnahme des Cylinders aus dem Compressionsrohre wurde er in der Mitte durchgeschnitten und unter Wasser gebracht. Es fand allenthalben ein lebhafter Austritt von Gasblasen statt; derselbe liess zuerst an den Halbirungsflächen nach, während die Endflächen noch etwas länger thätig waren.“ *)

Durch die eindringende Luft wurde das flüssige Wasser der Zellräume nach der Mitte des Hohlcylinders gepresst. Bei und nach dem Durchschneiden des Holzes trat das Wasser an den frischen Schnittflächen aus. Der auch an diesen Flächen erfolgte Austritt von Gasblasen liess zuerst nach, weil die dort beobachtete Luft nur den angeschnittenen Zellen entstammte. Lietzmann's

*) E. Lietzmann, Flora, 1. Aug. 1887, p. 26, Versuch 27.

©Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

Erklärung dieses Versuches beruht auf irrigen Vorstellungen über die Bewegung des Wassers und der Luft im Holze.

Satz 4. Vorausgesetzt ist die Zellreihe mit der gleichmässigen Spannung B_0. Die erste Zelle wird einer stetigen Saugung ausgesetzt. Aus Gründen, die den in Satz 3 in Betracht kommenden ähnlich sind, tritt zunächst das Wasser aus der ersten Zelle und leitet damit eine Wasserfiltration durch sämmtliche Zellen ein. Ist die Saugung stark genug, so tritt alles flüssige Wasser aus der Zellreihe, ehe ein nennenswerther Luftaustritt erfolgt.

Folgerung:

Lässt man eine an Intensität zunehmende Saugung wirken, so tritt die erste Spur Wasser in dem Augenblick aus der Zellreihe, wo die Luftverdünnung, welche thatsächlich in dem Zellsysteme vorhanden ist, um eine Spur überschritten wird.

Satz 5. Vorausgesetzt, die Zellreihe sei an ihren beiden Enden permeabel.

Es wird nun an der einen Seite Wasser hineingepresst mit dem Ueberdrucke P. Innen herrscht anfangs der gewöhnliche Luftdruck. Da die Summe der Widerstände, welche das durchfiltrirende Wasser zu überwinden hat, von Zelle zu Zelle geringer werden, so fällt auch der Ueberdruck in den Zellen in arithmetischer Progression bis auf 0 am entgegengesetzten Ende der Zellreihe. Ist dieser Gleichgewichtszustand hergestellt, so wird ein weiteres Hineinpressen von Wasser unterlassen, doch an der Stelle seines Eintrittes dem hereingepressten Wasser kein Austritt gewährt. Es strömt dann mit abnehmender Geschwindigkeit an dem andern Ende heraus.

Folgerung:

Aus der während der Einwirkung des Ueberdrucks herrschenden Druckabnahme von Zelle zu Zelle folgt, dass zumal bei schneller Filtration eine Verschiebung der Binnenluft von der Eintrittsstelle weg eintritt*).

Satz 6. Vorausgesetzt die an einem Ende geschlossene, mit Wasser und verdünnter Luft gefüllte Zellreihe. Am offenen Ende wird durch die Athmosphäre so lange eine gefärbte Flüssigkeit eingepresst, bis die Binnenluft Atmosphärenspannung angenommen hat. Diese Flüssigkeit wird das vorher in den Zellräumen vorhandene Wasser vor sich hertreiben. Schliesslich soll erkennbar sein, wieweit die Zellreihe von gefärbter Flüssigkeit erfüllt ist.

Angenommen, vor dem Versuche enthielt die Zellreihe gleiche Volumina Wasser und Luft, letztere von der Spannung $^1/_2$ Atm., so wird zum Spannungsausgleiche soviel gefärbte Flüssig-

*) Vergl. Ber. d. Deutsch. Bot. Ges. 1889. VII., p. 14 und Kap. VII. Auf p. 18 daselbst Zeile 14 lies v_2 statt v_n.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

keit erforderlich sein, wie der Hälfte des ursprünglichen Luftvolumens entspricht. Die Farbstofflösung wird also $^1/_4$ der Zellreihe einnehmen.

Setzen wir dagegen den Fall, es verhält sich ursprünglich das Volumen des Wassers zur Luft wie 9:1 und die Luft besitzt die Spannung = 0, so würde doch nur $^1/_{10}$ der Zellreihe mit Farbstoff erfüllt werden. Aus dem mehr oder weniger tiefen Eindringen des Farbstoffes darf also nicht auf grössere oder geringere Luftverdünnung geschlossen werden.

Die Tiefe des Eindringens hängt ab von dem Volumen der Binnenluft und von ihrem Verdünnungsgrade.

Satz 7. Vorausgesetzt ist die Zellreihe des vorigen Satzes, doch sind jetzt beide Enden für Luft und Wasser verschlossen. Es sei nun die Wandung der mittleren Zelle durchbohrt und in die Oeffnung luftdicht ein mit Wasser gefülltes Röhrchen eingefügt, auf dessen offenes Ende die Atmosphäre drückt.

Wenn nun die angebohrte Zelle allein saugte, so würde sie sich mit allmälig abnehmender Intensität mit Wasser füllen, bis ihre Binnenluft Atmosphärenspannung besässe. Nun betheiligen sich aber gleichzeitig an der Saugung die benachbarten, noch unverletzten Zellräume; je grösser dann die Luftmenge und ihre Verdünnung, und je kleiner die Einflussöffnung ist, desto gleichmässiger wird der Saugungsprozess verlaufen.

II. Methode der Untersuchung.

Wenn man von einer Porosität des frischen Holzes spricht, so denkt man vor allen Dingen an seine bekannte Fähigkeit, Wasser aufsaugen zu können. Es ist jedoch zu beachten, dass man es hier gewöhnlich — und beim Nadelholze stets — mit einer Erscheinung zu thun hat, welche mit der Porosität eines Lampendochtes oder eines Stückes Kreide nur äusserliche Aehnlichkeit hat; während bei derartigen porösen Körpern das Wasser durch Capillarität gehoben wird, spielt diese Kraft im Holzkörper nur eine ganz unbedeutende Rolle und kann für unsere Betrachtungen gänzlich vernachlässigt werden. „Die Einsaugung von Wasser in frisches Holz ist eben nichts als die Hineinpressung desselben durch den äusseren Luftdruck, welche solange sattfindet, bis die in den Holzzellen enthaltenen Luftblasen diesem das Gleichgewicht halten.“ *)

Bei dem Versuche, die Höhe der Binnenluftspannung in frischem Tannenholze zu bestimmen, erschien es mir möglich, mit Hilfe dieser Fähigkeit des Holzes, bis zu einer erfolgenden Sättigung Wasser aufzunehmen, zu dem gewünschten Ziele zu gelangen. Zu diesem Zwecke wäre zunächst erforderlich, frisches Holz zu wägen und es darauf in Wasser zu bringen, um ihm die Möglichkeit zu

*) Sachs, Physiologie 1887, p. 320.

© Biodiversity Heritage Library, http://www.biodiversitylibrary.org/; www.zobodat.at

geben, durch Wasseraufnahme die Spannung seiner Binnenluft mit der Spannung der Atmosphäre auszugleichen. Nach vollendeter Saugung würde eine zweite Wägung die Menge, also auch das Volumen des eingedrungenen Wassers erkennen lassen, eine Grösse, welche identisch ist mit der Verkleinerung des Volumens der Binnenluft. Wenn nun auch zunächst von diesem Luftvolumen nur das eine bekannt ist, dass es nach erfolgter Sättigung des Holzes Atmosphärenspannung besitzt, während sich aus obiger Gewichtszunahme nichts über die Luftmenge resp. über die Grösse ihres Volumens aussagen lässt, so gelingt es doch mit Hilfe verschiedener Methoden, den Luftraum im Holze zu bestimmen. Es erreichte dies Sachs vermittelst seines Dörrverfahrens, welches darin besteht, einem Holzstücke von bekanntem Volumen und Gewicht durch stundenlanges Dörren sämmtliches Wasser zu entziehen und aus dem dadurch herbeigeführten Gewichtsverluste mit Berücksichtigung des specifischen Gewichtes der Holzart und der Grösse ihres Imbibitionsvermögens das Volumen der Holzsubstanz und des Wassers zu berechnen. Wenn nun erst auf diesem oder einem andern Wege die Luftmenge, gemessen bei Atmosphärenspannung, bekannt ist, so ergibt sich durch Addition des zuerst (durch die Waage) bestimmten Wasservolumens das Volumen, welches die Binnenluft im verdünnten Zustande eingenommen hatte.

(Fortsetzung folgt.)

Ueber Narbenvorreife.

Von
Dr. Emil Nickel
in Berlin.

Auf den verschiedensten Gebieten — auch auf denen der Wissenschaft — macht sich das Bestreben geltend, fremdsprachliche Wortbildungen möglichst durch deutsche Ausdrücke zu ersetzen. Es gilt das auch für die Erscheinungen, welche von Hildebrand mit den Namen Protandrie und Protogynie belegt worden sind. Behrens hat dann in der ersten Auflage seines trefflichen Lehrbuchs der Botanik dafür die Ausdrücke: männlich-weibliches bezw. weiblich-männliches Aufblühen an die Stelle gesetzt. Dieselben sind in der dritten Auflage in Folge einer Anregung von Hildebrand dann umgeändert in „vormännliches“ und „vorweibliches“ Aufblühen.

Ich erlaube mir an Stelle dieser Ausdrücke andere Wortbildungen in Vorschlag zu bringen, welche, wie mir scheint, bequemer sind. Wenn die Narbe einer Blüte im Dienste der Fremdbestäubung vor dem Pollen „reif“ wird, so kann man diesen Zustand wohl als „Narbenvorreife“ bezeichnen. Im entgegengesetzten Falle kann man von einer „Narbennachreife“ sprechen. Wenn man das Wort „Pollen“ als „Lehnwort“ gelten

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, 1-10