

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. 3.

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.

(Fortsetzung.)

Versuch 1. Am 22. August 1890, 10 Uhr Vorm., wurde eine Tanne mit unterem Stammdurchmesser von 12 cm gefällt. 35 Minuten später brachte ich ein 39 cm langes Stück vom unteren Theil des Stammes senkrecht in eine tubulirte Glasglocke (Fig. 5, doch nur die Theile bb und ee), nachdem zuvor neue Schnittflächen hergestellt waren. Das Innere der Glocke communicirte mit einem Wasserreservoir, dessen Niveau in gleicher Höhe mit der Mitte des betreffenden Holzstückes stand. Die Menge des aus diesem Gefäße verbrauchten Wassers wurde mit Berücksichtigung eines Beobachtungsfehlers von $\pm 0,025$ ccm gemessen. Zunächst strömte

aus der Glocke Wasser, indem die in den angeschnittenen Tracheiden der Schnittflächen durch capillares Eindringen des Wassers anfangs comprimirt Binnenluft den Ausweg fand und bei ihrer Ausdehnung auf Barometerspannung Wasser verdrängte. Erst nach 14 Minuten war eine Saugung bemerkbar und es wurde mit der Messung des eindringenden Wassers begonnen. Da zur Aufnahme des ersten Cubikeentimeters 11 Min. erforderlich waren, so wurde fernerhin die Aufsaugung von 0,5 cem beobachtet. Es wurden folgende Zeiten in Minuten und Sekunden notirt:

5¹⁰, 4⁴⁵, 7³⁰, 7⁵, 6³⁰, 6¹⁰, 5³⁰, 6¹⁵, 6⁴⁰, 7³⁰, 8⁵⁰, 9³⁵, 9⁵⁰, 11⁵, 11²⁰, 13⁴⁵, 12⁴⁰, 14³⁰, 16⁰, 14⁵, 13²⁰, 20, 20, 22, 21, 25, 32, 46, 71, 67, 61, 59, 55, 46, 45.

In etwa 13 Stunden wurden also 18,5 cem aufgenommen bei einem Holzvolumen von 39.36 π = 4410 cem, wobei allerdings nur das Splintholz in Betracht kommen kann. Während der Beobachtungszeit ist nun nach einigen Schwankungen die Intensität der Saugkraft nur auf $\frac{1}{10}$ gesunken; aus den Zahlen geht deutlich hervor, dass zu einer vollständigen Sättigung eine bedeutend längere Zeit erforderlich gewesen wäre.

Aehnliche Versuche, welche mit kleineren Holzstücken und 3 cm dicken Holzscheiben angestellt wurden, ergaben im Wesentlichen dasselbe Resultat. Es zeigte sich bei der Ausdehnung der Beobachtung auf mehrere Tage ein Abnehmen der Intensität, doch sind die den Zahlenreihen zu Grunde liegenden Gesetze keineswegs so einfach, dass man aus den Beobachtungen einen Schluss auf das Ende der Saugung machen könnte.

Fragen wir nun nach dem Sitze und der Beschaffenheit der Hindernisse für einen schnellen Wassereintritt in das Holz, so liegt es am nächsten, nach anatomischen Ursachen zu suchen. R. Hartig äussert nun bei der Besprechung seiner Untersuchungen an abgesägten Stämmen gelegentlich die Ansicht, dass ein reichlicher Lufteintritt in die Schnittflächen infolge der durch den Atmosphärendruck erfolgenden Schliessung der behöfteten Tüpfel unmöglich gemacht werde. Nach der Construction dieser Poren wäre es, wie Russow überzeugend gezeigt hat, sehr wohl möglich, dass bei der Verletzung einer Tracheide die Tori der Schliesshäute, welche an unverletzte, also noch verdünnte Luft enthaltende Zellen grenzen, durch den Ueberdruck der Atmosphäre dicht an die eine der Tüpfelwände gepresst werden und dadurch die Hoftüpfel für Luft und Wasser verschliessen. Da nun die einzelnen Schliessmembranen bezüglich des Grades ihrer Elasticität sehr verschieden zu sein scheinen, so könnte zur Verschliessung einzelner Hoftüpfel der in diesem Falle wirksame Ueberdruck nicht genügt haben; an diesen vereinzelt Stellen könnten die geringen Wassermengen eingedrungen und so die Erscheinung zu Stande gekommen sein, die im vorigen Versuche beschrieben wurde.

Nach dieser Vorstellung könnte also das Wasser im Holze wirklich so beweglich sein, wie es nach den Filtrationsversuchen zu sein scheint; weil nun aber, könnte man weiter folgern, infolge des Tüpfelverschlusses nicht die genügenden Wassermengen

in das Holz eindringen können, kommt die grosse Beweglichkeit des Binnenwassers nicht zur Geltung.

Für diese Ansicht spricht folgender, mit frischem Gipfelholz ausgeführter Versuch.

Versuch 2. Ein Stammquerschnitt von 16 cm Länge und 4,5 cm Dicke wurde entrinde und unter Wasser in zwei luftdicht aneinander schliessende Glasglocken eingefügt. In dem Tubus der einen befand sich rechtwinklig zur Längsaxe der Glocken eine in 0,02 cem getheilte Bürette (Fig. 5, aaaa). Darauf wurde der mit Wasser völlig gefüllte Apparat horizontal gelegt und die Saugungsintensität des Holzes beobachtet. Es wurden je 0,02 cem aufgenommen nach:

sec: 23, 22, 25, 21, 19, 25, 25, 23, 26, 17, 24, 26, 32, 29, 36,
27, 28, 28, 33, 30, 27, 38, 45, 27, 35, 30, 33, mit einem Beobachtungsfehler von ± 1 Sec., also in Summa 0,54 cem in 12 Min. 41 Sec.

Jetzt wurde der Apparat eine Minute hindurch aufgerichtet; es lastete nun auf der oberen Holzfläche ein Wasserdruck von 7, auf der unteren von 23 cm. In dieser Zeit wurden 0,05 cem aufgenommen, von denen jedoch nach erfolgter Horizontallegung wiederum 0,04 cem austraten.

Diese letztere Menge ist also nicht einmal in die Tiefe des Holzkörpers geströmt, sondern nur dazu verwandt worden, dem Wasser leicht zugängliche, in den äussersten Holzschichten befindliche Binnenluftmengen, welche schon Atmosphärenspannung angenommen hatten, zu comprimiren. Gemäss der im Anfang des Versuches ermittelten Saugungsintensität hätten nun aber mindestens gegen 0,05 cem aufgenommen werden müssen. Statt dessen ist aber während des Aufrichtens nur 0,01 cem eingedrungen und nach erfolgter Horizontallegung waren zur Aufnahme der gleichen Wassermenge 5 Min. 38 Sec. erforderlich. Kurz darauf wuchs nun die Intensität der Saugung zusehends. Es wurden gesaugt 0,02 cem in

107, 68, 136, 12, 50, 71, 59, 55, 45, 56, 57 Sec.

Wenn schon die während des Aufrichtens eingestellte Saugung auf einen Tüpfelverschluss hindeutet, so erinnert das zuletzt beobachtete Wachsen der Saugungsintensität lebhaft an die von mir*) beschriebene Wiederkehr der Filtrationsfähigkeit, welche sicherlich von der nach Aufhebung der hohen Drucke allmählich erfolgenden Oeffnung der Holztüpfel herrührt.

Bei der Anwendung stärkerer Ueberdrucke ist nun freilich das Verhalten des Holzes ein anderes. Zur Untersuchung dieser Frage gab ich dem Apparate eine dem Örsted'schen Piëzometer ähnliche Form; die im vorigen Versuche beschriebenen Glocken (Fig. 5) wurden in vertikaler Stellung in der grossen Compressionsglocke des ersten Versuches eingeschlossen, wodurch der Ueberdruck bis auf 10 cm Quecksilber gesteigert werden konnte.

*) „Zur Frage der Verschlussfähigkeit der Holztüpfel im Splintholze der Coniferen“. (Ber. d. Deutsch. Bot. Ges., Band VII, 1889, p. 15.)

Eine in der Bürette befindliche Luftblase liess die Menge des in das Holz gedrunghenen Wassers erkennen. Während ich erwartet hatte, es würde sich unter der Einwirkung dieses Ueberdrucks die im vorigen Versuche beobachtete Intensitätsverminderung in erhöhtem Maasse geltend machen, ergab der Versuch, dass erhebliche Mengen in das Holz drangen und nach Herstellung des normalen Druckes darin verblieben.*)

Es liesse sich allerdings geltend machen, dass ein solches Verhalten des Holzes aus dem Vorhandensein einiger unverschlossener Hoftüpfel, welche bei erhöhtem Ueberdrucke natürlich der Druckerhöhung proportionale Wassermengen durchlassen, sehr gut erklärlich ist; es gelingt jedoch durch einen andern Versuch, den Beweis zu liefern, dass die Annahme eines Hoftüpfelverschlusses die Schwierigkeit der Bewegung des Binnenwassers, also auch das Phaenomen der Saugverzögerung nicht zu erklären vermag.

In der Folgerung aus dem 4. Satze der hydromechanischen Betrachtungen habe ich darauf hingewiesen, dass eine Reihe von Tracheiden, in denen sich neben verdünnter Binnenluft ein leicht verschiebbares Wassernetz befindet, in dem Momente Wasser ausfliessen lässt, wo der äussere auf dem Tracheidensystem lastende Luftdruck geringer wird als der Druck der Binnenluft. Rechnen wir nun mit der Vorstellung, es würden durch den Atmosphärendruck die Hoftüpfel in den äussersten Tracheiden nach innen verschlossen, so wäre freilich dadurch ein Eindringen von Luft und Wasser unmöglich gemacht, einem aus dem Zellinnern erfolgenden Wasseraustritte steht aber nichts im Wege.**)

Zur experimentellen Prüfung dieser Ansicht fertigte ich am 17. Sept. 1890, Mittags, in der Höhe von 9,5 m in einer Edeltanne von etwa 20 m Höhe mittelst des Centrumbohrers ein Bohrloch an und setzte dessen innere Wandung mit dem Recipienten einer Quecksilberluftpumpe in Verbindung (Fig. 6). Bis auf den Grund des nach innen abwärts verlaufenden Bohrloches (Fig. 8) führte ein Glasröhrchen, durch das die Evacuierung erfolgte, zugleich sollte es auch den Beginn des Wasseraustrittes aus

*) In den Zusätzen zu meiner Methode der Spannungsbestimmungen habe ich ausführlicher mitgetheilt, wie sich bei etwa 30 ccm grossen Holzstücken unter dem Ueberdruck von 2 Atm. in wenigen Minuten das in das jüngere Splintholz eintretende Wasser nach allen Richtungen hin Bahn bricht und nach Beseitigung der Widerstände in seinen Bewegungen den oben erörterten Gesetzen unterworfen ist. Bei älterem Splintholze scheint die Anwendung der Methode unmöglich zu sein, da das Holz in Folge seines Luftreichthums für Wasser sehr schwer zugänglich ist.

**) Es liesse sich zwar einwenden, dass letzterer durch einen entgegengesetzten Verschluss derselben Hoftüpfel verhindert werden könnte, doch bei der grossen Filtrationsfähigkeit der einzelnen Filtrirmembranen für das Wasser — welche wohl zu unterscheiden ist von der Filtrationsfähigkeit des ganzen Holzkörpers — kann innerhalb der äussersten Tracheiden ein grosser Ueberdruck und ein dadurch bedingter Hoftüpfelverschluss nicht zu Stande kommen. Man überzeugt sich leicht von dieser Thatsache, wenn man ein Stück Tannenholz, welches längere Zeit in Wasser gelegen hat, unter den Recipienten einer Luftpumpe bringt; beim Evacuiren gibt das Holz reichlich Wasser ab.

dem Holze anzeigen. Die Pumpe wurde nun in Thätigkeit gesetzt, doch trat zu meiner grossen Verwunderung kein Tropfen Wasser aus dem Stamme in das Bohrloch, obwohl schliesslich in diesem die Spannung der Binnenluft einem Quecksilberdrucke von etwa 20 mm, bei einer Lufttemperatur von 13,5° C. und einem Barometerstande von 712 mm, entsprach.*) Trotzdem die Luftpumpe völlig dicht war und, wie es schien, auch ihre Befestigung am Stamme nichts zu wünschen übrig liess, so stieg die Spannung im Bohrloche doch ziemlich schnell; auf welchem Wege die Luft in dasselbe gelangte, vermag ich freilich nicht anzugeben, weil das in radialer Richtung durch die Markstrahlintercellularen ermöglichte Eindringen der Luft infolge einer Einfettung des entrandeten Stammtheiles verhindert war. Da jedoch durch wiederholtes Auspumpen 2 Stunden hindurch dafür Sorge getragen wurde, dass bei einem Barometerstande von 71 cm das Quecksilber im Manometer nicht unter 60 cm fiel, so herrschte die ganze Zeit des Versuches hindurch innerhalb des Bohrloches eine um mehrere Centimeter Quecksilber geringere Spannung als in dem benachbarten Splintholze.***) Ich wiederholte den Versuch an einer andern Tanne von etwa 15 m Höhe, 1,5 m über dem Erdboden und erhielt bei 1/2 stündiger Saugung dasselbe negative Resultat.***)

Durch den Ausfall dieses Experimentes ist also bewiesen, dass die vielbesprochene Beweglichkeit des liquiden Wassers im lebenden Stamme sich auch dann nicht constatiren lässt, wenn der möglicher Weise störende Einfluss der Hoftüpfel ausgeschaltet wird. Zugleich

*) Dem Wetterberichte dieses und der vorhergehenden Tage entnehme ich folgende Angaben (cfr. p. 15 Anm.):

1890		Barometer auf 0 red.			Temp Cels.			Feuchtigkeit.	
Septbr. 14.	711.1	711.4	711.4	6.9	11.2	9.0	81.3	Stark bewölkt.	
" 15.	710.9	711.3	711.3	9.2	10.0	9.4	96.0	Bedeckt.	
" 16.	711.2	710.2	711.5	9.4	11.2	7.3	86.0	Mässig bewegt.	
" 17.	711.8	712.0	712.6	3.8	15.1	3.4	80.0	Unbewölkt.	

**) Nach den im II. Capitel mitgetheilten Spannungsbestimmungen der Binnenluft darf angenommen werden, dass auch in diesem Falle die Spannung circa 55 cm betrug.

***) An m. Um mich zu vergewissern, dass innerhalb des Bohrloches wirklich während des Versuches eine geringere Spannung geherrscht habe als in umliegenden Holze, fällte ich diesen Stamm und stellte einige Spannungsbestimmungen an, von denen die beiden letzteren sich auf Holzpartien beziehen, welche in gleicher Höhe mit dem Bohrloche, doch um 135° davon entfernt lagen. Nur zum Vergleiche untersuchte ich noch ein 10 m höher gelegenes Stück.

Höhe in m.	Absolutes Gewicht	Volumen	Sättigungszunahme	corrigirte Ausflussmenge	Tracheidenluft vol.	Tension der Tracheidenluft	In 100 Raumtheilen		
							Holz	Wasser	Luft
11,2	25,705	25,60	0,765	1,120	1,680	48,098	26,5	64,0	9,55
1,5	29,300	28,70	0,680	1,315	1,972	52,052	30,3	60,5	9,24
1,5	21,330	20,50	0,430	0,895	1,342	53,014	33,9	57,5	8,64

tritt an uns die weitere Aufgabe heran, im Innern des Holzkörpers die Widerstände für eine ausgiebige Bewegung des Wassers aufzusuchen.

Aus den Untersuchungen Jamin's ist bekannt, welchen Widerstand für die Wasserbewegung eine Luftblase ausübt, die sich in einer mit Wasser gefüllten Capillarröhre befindet und das zur Bildung zweier getrennter Menisken erforderliche Volumen besitzt. Es gelang nun Schwendener, den Nachweis für die Existenz der auf solche Weise in Gefässen der verschiedensten Bäume entstehenden „Jamin'schen Ketten“ zu führen und durch Messung ihrer Dimensionen die Grösse des Widerstandes annähernd zu bestimmen, welcher durch eine derartige Anordnung der Luft für das Wasser hervorgerufen wird. Bei den Nadelbäumen finden sich dieselben Ketten innerhalb der einzelnen Tracheiden; es mussten daher bei der Aufstellung obigen Zellschemas die Eigenschaften der Jamin'schen Kette berücksichtigt werden.

Doch glaube ich (p. 8, Fig. 3) gezeigt zu haben, dass trotzdem das Binnenwasser in continuierlichen, den Baum in seiner ganzen Länge durchziehenden Fäden angeordnet sein kann.

Die Unhaltbarkeit der Annahme, dass die im Baume enthaltenen Wassertheilchen continuirliche Ketten bilden, erhellt jedoch genügend aus der Erwägung, dass in solichem Falle bei höheren Bäumen auf der Wurzel ein Druck von mehreren Atmosphären lasten müsste. Da ein solcher Druck, der sich experimentell sehr leicht würde nachweisen lassen, nicht vorhanden ist, darf obiges Schema infolge der darin zum Ausdruck gekommenen Continuität des Wassers keinesfalls auf den ganzen Stamm angewandt werden. Trotzdem lässt sich die Frage rechtfertigen, ob eine derartige dem Schema entsprechende Anordnung des Wassers nicht streckenweise im Holze vorkommen dürfte.

In den Ergebnissen einer Reihe von Manometerversuchen sah Schwendener*) nicht allein eine neue Bestätigung für die Ansicht der Discontinuität des Binnenwassers, sondern er wagte auch eine weitere Folgerung zu ziehen: durch das Vorhandensein von Luftunterbrechungen im Wassernetze könne es vorkommen, dass ganze Theile desselben nach allen Seiten durch Luft isolirt, gleichsam von einer Luftmauer gegen Eindringen des Wassers geschützt werden. Würde an irgend einer Stelle durch Druck (oder durch Wasserzufuhr) die Verbindung mit der Nachbarschaft wieder hergestellt werden, so würde dort, zumal bei einer im Innern herrschenden schwachen Luftverdünnung, ein langsamer Ausgleich erfolgen. Während also J. Vesque annahm, jede Luftblase befinde sich frei schwebend in einem continuierlichen, den ganzen Baum durchziehenden Wasserstrome**), stellen bei Schwendener die Theile des Wassernetzes einzelne Gebiete dar, welche durch ein aus Luftmauern bestehendes Maschenwerk von einander

*) Schwendener, Saftsteigen, p. 580.

**) efr. Schwendener, l. c. p. 591.

geschieden sind, eine Vorstellung, welche erst noch des Beweises bedarf.

Die Möglichkeit, auf experimentellem Wege die Schwendener'sche Vorstellung zu prüfen, lässt sich aus seiner Bemerkung entnehmen, dass der Eintritt des Durchbruches einer derartigen Luftmauer, falls zugleich eine verschiedene Gasspannung in den beiden benachbarten Wassergebieten herrscht, einen Spannungsausgleich zur Folge haben müsse. Wenn es nun gelänge, in ein einzelnes Wassergebiet (welchem durch seine Binnenluft und durch sein Angrenzen an die aus verdünnter Luft bestehende Luftmauer eine gewisse Saugkraft innewohnt) ein mit Wasser gefülltes, nach aussen offenes Rohr zu befestigen, so würde, gemäss des im I. Kapitel mitgetheilten Satzes 7, die Atmosphäre mit stetig abnehmender Geschwindigkeit Wasser in den Holzkörper pressen. Durch allmälige Verringerung des Luftvolumens und dementsprechende Vergrösserung des Wasservolumens würde nun plötzlich eine Verbindung mit der Nachbarschaft hergestellt werden; dieser Moment würde aber durch augenblickliches Wachsen der Saugungsintensität zu erkennen sein.

Als Beweismaterial für das thatsächliche Vorkommen plötzlicher Aenderungen in der Saugungsintensität liesse sich fast jede der Beobachtungen früherer Experimentatoren verwenden, welche unter Zutritt der Atmosphäre von Bohrlöchern bekannte Wassermengen aufsaugen liessen und die dazu erforderlichen Zeiten feststellten. So beobachtete z. B. R. Hartig, welcher die Saugungsintensität des frischen im Vergleiche mit dem vor längerer Zeit gefüllten Fichtenholze ermitteln wollte, dass dieselbe erheblichen Schwankungen unterworfen sei. Es saugte z. B. die eine der Fichten

während der ersten	2 ³ / ₄ Min.	pro Min.	0,37	cem.
In den weiteren	7 ¹ / ₄	" "	0,41	"
" "	8	" "	0,375	"
" "	12 ¹ / ₂	" "	0,52	"
" "	37 ¹ / ₂	" "	0,49	"
" "	951	" "	0,16	"

Es liegt in der Natur der Sache, dass diese Untersuchungen in Folge der anderen Fragestellung, welche zu ihnen führte, für vorliegende Frage nicht recht verwerthbar sind. Während es bei R. Hartig auf die Gesamtmenge des gesaugten Wassers ankam, erfordert die Untersuchung der Schwankungen in der Saugungsintensität möglichst zahlreiche, in geringen Zwischenräumen gewonnene Resultate. Anfangs versuchte ich die von mir in grösserer Zahl mit Hilfe der oben beschriebenen Glocken angestellten Experimente zu verwenden, bei denen die Saugung ganzer Stammtheile beobachtet wurde, doch selbst die dort erhaltenen Zahlenreihen erwiesen sich für unseren Zweck als unbrauchbar.

Je grösser nämlich die saugende Fläche ist, desto mehr ist dem eindringenden Wasser Gelegenheit geboten, mit den einzelnen Wassergebieten in Verbindung zu treten. Auf den Gesamtverlauf der Saugung kann aber eine grössere Zahl von sich neu bildenden Wasserverbindungen und der dadurch verursachten Intensi-

tätssteigerungen nur summarisch wirken und wird das dem einzelnen Vorgange Charakteristische nur verdunkeln. Die Saugfläche muss also möglichst verkleinert werden, ohne jedoch die Genauigkeit der Messung des aufgesaugten Wassers erheblich herabzudrücken. Ausserdem möchte es sich zweckmässig erweisen, zum Versuche ein möglichst grosses Stammstück zu verwenden, dessen Binnenluft eine möglichst geringe Spannung besitzt. Auf Grund dieser Erwägungen wurde der Versuch in folgender Weise abgeändert:

In ein Stammstück von 50 cm. Länge aus der Krone einer Tanne wurde in horizontaler Lage eine Dolchmanometerspitze eingefügt, in welcher ein englumiges Glasrohr befestigt war. Unterhalb desselben war in seiner ganzen Länge auf einer festen Unterlage ein Papierstreifen angebracht. An Stelle des bisher verwandten Sekundenzeigers der Taschenuhr wurde ein hörbares Pendel benutzt und nach je 30 sec. das während dieser Zeit aufgenommene Wasservolumen durch einen Nadeldstich auf dem darunter befindlichen Papiere notirt. Trotz des auch diesmal infolge der Saugflächenverkleinerung erheblichen Beobachtungsfehlers von $\pm 2,5$ treten die Schwankungen deutlich hervor.

Nach je 30 sec. wurden aufgenommen:

100, 90, 90, 95, 100, 80, 85, 85, **145**, 35, **90**, 90, 90, 55, **120**, 80, **100**, 75, **95**, 80, 80, 85, 95, 85, 85, 90, 70, 80, Wasser, gemessen in Zehntel Millimetern des Beobachtungsrohres.

Die auf solche Weise beobachteten Differenzen bedürfen indessen noch einer Correctur; von den Zahlen nämlich, aus denen die Differenzen gebildet werden, ist möglicherweise die erste um 2,5 zu gross und die zweite um 2,5 zu klein beobachtet worden, sodass also z. B. bei der dritten und vierten Ablesung (90 und 95) vielleicht gleiche Saugungsintensität vorlag und nur durch mangelnde Schärfe der Beobachtung ungleiche Werthe notirt wurden. Alle Differenzen mithin, die nur 5 betragen, sind gar nicht zu gebrauchen. Ausserdem lassen sich für unsere Betrachtungen nur solche Differenzen verwenden, welche eine plötzliche Steigerung der Saugungsintensität anzeigen. Die aus obiger Zahlenreihe in Betracht kommenden Werthe sind durch stärkeren Druck hervorgehoben worden und liefern folgende Differenzen:

60; 55; 50; 65; 20; 20.

Nachdem auch von diesen der mögliche Fehler von 5 abgezogen ist:

55; 50; 45; 60; 15; 15.

Diesen Werthen entsprechen die Wassermengen:

45,5; 41,3; 37,2; 49,6; 12,4; 12,4 cbmm.

Die oben mitgetheilten Spannungsbestimmungen hatten derartige Resultate gegeben, dass wir als mittlere Binnenluftspannung etwa 55 cm Qd. annehmen dürfen. Es müsste also berechnet werden, wie gross ein Luftraum (x) mit der eben angegebenen Spannung gewesen sein musste, um z. B. durch eine Wassermenge

von 45,5 cbmm. auf Atmosphärenspannung (= 700 mm Qd.) comprimirt zu werden. Nach Boyle-Mariotte ist

$$x : x - 45,5 = 700 : 550; \text{ mithin } x = 212,3 \text{ cbmm.}$$

Nach den R. Hartig'schen Tabellen („Nadelwaldbäume“ S. 137 — 147) enthält das Splintholz der Weisstanne etwa 10% Luftraum; daraus berechnet sich das Volumen des von einer Luftmauer abgeschlossenen Wasserrevieres (Luft + Wasser + Holzsubstanz) auf $10 \cdot 212,3 \text{ cbmm} = 2,12 \text{ cbem.}$ Es ergeben sich darnach aus obigen Saugungsdifferenzen Saugreviere von der Grösse: 2,12; 1,74; 1,55; 2,31; 0,58; 0,58 cem.

Betreffs der Anordnung der Tracheidenelemente zu einer derartigen Gruppe, deren Grössenbestimmung sich die soeben ausgeführte Berechnung zur Aufgabe machte, lässt sich nur das eine mit ziemlicher Gewissheit sagen, dass nämlich die Luftblasen jeder Gruppe an einen continuirlichen Wasserfaden angrenzten, welcher plötzlich mit einer von der Saugungsfläche ausgehenden Wasserstrasse in Communication gerieth. Ob jener continuirliche Faden geradlinig in der Richtung der Fasern verlief, ob er sich baumförmig verzweigte, oder ob er als ein engmaschiges netzförmiges Gebilde zu denken ist, das lässt sich zur Zeit nicht entscheiden.

Ich habe hinsichtlich dieser Frage mehrfach makroskopisch wie mikroskopisch die Form der Grenzen des Ausbreitungsbezirkes von Farbstofflösungen untersucht, welche in das Holz gepresst wurden. Gabelung des Farbstoffstromes ist oft zu beobachten; und an Radialschnitten, welche an solchen mit Farbstofflösungen behandelten Hölzern angefertigt werden, zeigen sich öfters mehrere Centimeter lange, im Frühlingsholz gelegene Stellen, welche vom Strome völlig umgangen worden sind. Offenbar zwangen hier Luftmauern diesen zur Gabelung, doch gelang den dadurch entstandenen Armen später die Wiedervereinigung.

Denkt man sich nun im Splintholze eines ganzen Stammes das Wasser durch Luft in einzelne Gebiete zerlegt, zwischen denen jede Communication fehlt, dann ist leicht verständlich, wie schon durch einen verhältnissmässig geringen Luftgehalt des Holzes eine ausgiebige Wasserbewegung unmöglich gemacht ist. Schwenden er hat diese Erwägung bereits durch eine schematische Darstellung („Saftsteigen“ p. 582) anschaulich zu machen versucht, indem er zeigte, dass bei einem Luftgehalt von 34,7% durch zweckmässige Vertheilung die Entstehung längerer continuirlicher Fäden sehr wohl vermieden werden kann. Im Splinte der Edeltanne, an welchem meine Beobachtungen angestellt wurden, dürfte der Luftgehalt höchstens 10% betragen; ich werde im Folgenden eine Reihe von Versuchen mittheilen, aus denen hervorgeht, wie selbst diese geringe Luftmenge die Bewegung des Binnenwassers beeinflusst.

Der Th. Hartig'sche Tropfenversuch, dessen Gelingen in jedem Falle von der Existenz continuirlicher, das ganze Versuchsholz durchziehender Fäden abhängig ist, lässt sich im Sommer an längeren Stücken aus frischem Stammholze von *Abies*, *Pinus*, *Picea*,

Quercus, *Betula* und *Alnus* nicht ausführen (Schwendener, „Saftsteigen“ p. 581), wenn nicht vorher der Wassergehalt künstlich vermehrt worden ist. Wie schwer eine solche Wasserzufuhr zu erzielen ist, zeigte sich schon bei obigen Sättigungsversuchen, noch auffälliger ist das Ergebniss des folgenden Experimentes. Im August 1889 beschäftigte ich mich mit der Messung des statischen Filtrationswiderstandes (Janse l. c. p. 36) von frischem Tannenholze. Es wurde ein Stammtheil von 1 m Länge und 6 cm mittl. Durchmesser in horizontaler Lage befestigt, nachdem über seine beiden Schnittflächen mit einem Gemisch von Wachs und Terpentin Glasrichter gekittet waren. Es wurde nun die untere Schnittfläche mit Wasser bedeckt und auf dieses der Druck einer einen Meter hohen Wassersäule ausgeübt. Trotz 1½ stündiger Wirkung blieb die obere Schnittfläche trocken. Die gleiche Beobachtung macht man an Stammstücken von etwa 10 m Länge, in welche fabrikmässig mit Hilfe eines 11 m hohen Flüssigkeitsdruckes zur Conservirung des Holzes Kupfervitriollösung gepresst wird; es beginnt hier an dem oberen Stammende oft erst nach mehreren Tagen der Saftaustritt. Nur bei jungen Stämmen von circa 6 m Länge ist er oft schon nach einigen Minuten bemerkbar. *)

Nur in gewisser Hinsicht ist an dieser Stelle ein Versuch Schwendeners (l. c. pag. 578, 580.) anzuführen, welcher sich zur Aufgabe machte, die Einwirkung einer unter gewissem Drucke in den Splint erfolgenden Wasserinjection auf benachbarte Manometerspitzen zu untersuchen. Der Versuch führte zu einem negativen Resultat.

(Fortsetzung folgt.)

Botanische Gärten und Institute.

Moncouzin, Léon, Kew Gardens. (Extrait du Bulletin de l'Association des anciens élèves de l'école d'horticulture de Vilvorde.) 8°. 12 pp. Bruxelles (P. Weissenbruch) 1891. Fr. —.50.

Warming, E., Bericht über die Thätigkeit des botanischen Gartens in Copenhagen. 1889—90. (Sep.-Abdr. aus Annalen der Copenhagener Universität. 1889—90.) 8°. 10 pp. Copenhagen 1891. [Dänisch.]

Instrumente, Präparations- und Conservations-Methoden.

(**Aby, F. S.**), A method of imbedding delicate objects in celloidin. (Journal of the Royal Microscopical Society. 1891. Pt. III. p. 424.)

*) Diese Beobachtung verdanke ich Herrn Förster Wild, Inhaber einer Imprägnirungsanstalt auf dem Adlisberg bei Zürich.

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. \(Fortsetzung.\) 65-74](#)