

Hohlräume auf, die, anfangs klein und rundlich, allmählich zu grossen Höhlen zusammenfliessen. Mit dieser Auflösung der Membran geht Harzbildung zwischen Cuticula und innerster Wandpartie der „Secerirungszellen“ Hand in Hand. Schliesslich ist die ganze mittlere Partie der Aussenwand gelöst, und das oft schön auskrystallisirte Capsaicin bildet ein mit Oeltropfen untermischtes Haufwerk flacher Tafeln, welches von der blasig abgehobenen Cuticula bedeckt ist.

Eingehende, von Abbildungen begleitete Mittheilungen der vorstehend besprochenen Verhältnisse erfolgen in meinem demnächst erscheinenden Anatomischen Atlas der Pharmakognosie, dem II. Bande meiner „Angewandten Pflanzenanatomie.“

21. Josef Boehm: Capillarität und Saftsteigen.

Eingegangen am 19. März 1893.

Auf Grundlage meiner in den Jahren 1882 bis 1889 durchgeführten Versuche kam ich zu dem Schlusse, dass die durch Transpiration eingeleitete Wasserbewegung d. i. die Wasseraufnahme und das Saftsteigen durch Capillarität bewirkt wird und dass die Oberhaut und Mesophyllzellen als elastische Bläschen ihren Wasserverlust durch einfache Saugung aus den Gefässbündeln decken. Die hierüber gemachten Mittheilungen¹⁾ wurden aber in den meisten referirenden Organen und seither erschienenen Lehr- und Handbüchern entweder gar nicht oder nur nebenher erwähnt und von STRASBURGER²⁾, PFEFFER³⁾ und SCHWENDENER⁴⁾ als gänzlich unbegründet entschieden abgewiesen.

Nach PFEFFER's Verdict hätte ich mir überhaupt die ganze mühevollere Arbeit ersparen können. „Aus der Klarlegung durch die Forscher GODLEWSKI (1884) und SCHWENDENER (1886) ergiebt sich von selbst, dass auch BOEHM's neueste Wendung unhaltbar ist, welche sich dahin zuspitzt, dass allein Capillaranstieg, ohne andere Mithilfe, den Wassertransport leiten soll“. l. c. S. 261, Anmerkung.

Nachdem ich mich durch zahlreiche Respirations- und Diffusionsversuche von der Unrichtigkeit meiner früheren Vorstellung über die

1) A) Diese Berichte 1889, Generalversammlungsheft, S. (46). — B) Naturw. Wochenschrift 1890, No. 9. — C) Verhandlungen der k. k. zool.-bot. Gesellschaft in Wien, 1890. — D) Botanisches Centralblatt 1890, Bd. 42.

2) Ueber den Bau und die Verrichtungen der Leitungsbahnen in den Pflanzen, 1891.

3) Studien zur Energetik der Pflanze. Sächs. Ges. der Wissensch. 18. Bd. 1892.

4) Zur Kritik der neuesten Untersuchungen über das Saftsteigen. Sitzungsber. der Preussischen Akad. der Wissensch. zu Berlin, 44 Bd, 1892.

Entstehung und den Bestand, des negativen Druckes im saftleitenden Holze überzeugt hatte, „habe ich festgestellt, dass das Saftsteigen auch nach Ausschluss des Luftdruckes nicht nur im lebenden, sondern auch im todtten Holze noch fortdauert. STRASBURGER wendet jedoch ein, „dass ich nur mit kurzen Pflanzentheilen experimentirt und Versuche bis zur kritischen Höhe oder gar über dieselbe hinaus nicht angestellt habe“ (l. c. S. 537, 538); er selbst ermittelte die Höhe, bis zu welcher in frischen oder gebrühten Bäumen und Schlingpflanzen Eosin- und Kupfersulfat-Lösung gehoben wird. Die Resultate derartiger Versuche sind aber mehrdeutig und als Grundlage zu Schlüssen über die Ursache des Saftsteigens nicht verwerthbar. Solche, zum Zwecke der Holzimprägnirung durchgeführte Versuche mit noch grösserer Steighöhe als sie STRASBURGER erzielte, wurden übrigens, wie dieser (S. 624) selbst anführt, bereits 1844 vom Ingenieur und Chemiker J. A. SCHULTZ publicirt.

Die Bemängelung STRASBURGER's, dass ich mit zu kurzen Pflanzentheilen experimentirt habe, ist nicht berechtigt; bei Ausschluss des Luftdruckes ist für den Nachweis, dass durch Luftdrucksdifferenzen das Saftsteigen nicht bewirkt wird, die Länge des Versuchsobjectes ohne Belang. Meterlange Weidenpflanzen und frische oder gebrühte Sprosse und Zweige, welche, ohne zu vertrocknen, noch forttranspiriren, nachdem von ihnen das Quecksilber „bis zur Höhe des jeweiligen Barometerstandes“ gehoben wurde, sind in fraglicher Beziehung 10 m hohen Bäumen doch wohl mindestens gleichwerthig. Die Feuerbohne, deren gebrühter Stengel bandartig eintrocknet und im Lichte strohhalmartig gebleicht wird, während die Blätter derselben selbst bei intensiver Verdunstung so lange straff bleiben, bis sich die Gefässe des angrenzenden, intact gebliebenen Stengeltheiles mit Gummi füllen, habe ich nur deshalb erwähnt, weil sie ein sehr anschauliches Demonstrationsobject dafür ist, „dass das Saftsteigen wenigstens in kurzen Stengeln durch Capillarität bewirkt wird (A. 55). Der Bemerkung SCHWENDENER's (l. c. S. 933): „Etwas anderes war hier ja garnicht zu erwarten, als dass die Saugwirkung der transpirirenden Blätter über die saftreiche getödtete Stelle hinausreichte und auch jenseits derselben zur Geltung kam“, stimme ich vollinhaltlich zu, die Frage aber ist eben die, ob diese Saugung durch Osmose, Luftdrucksdifferenz oder Capillarität verursacht wird. Wenn nachgewiesen ist, dass beim Saftsteigen in höheren Bäumen Osmose und Luftdrucksdifferenzen ausgeschlossen sind, so unterliegt es wohl keinem Zweifel, dass auch in dem relativ kurzen Bohnenstengel das Wasser durch Capillarität in die Blätter gesaugt wird. „Der Einwand, dass das, was für eine kleine Pflanze gilt, nicht auch für eine grosse gelten muss (und umgekehrt), ist, solange {derselbe nicht durch Beweise gestützt wird, belanglos. Bei gleichartiger Organisation wird das Saftsteigen, mögen die Pflanzen

gross oder klein sein, wohl sicher ebenso durch dieselbe Kraft bewirkt, wie durch die Herzthätigkeit der Kreislauf des Blutes bei der Spitzmaus und beim Wale, beim Kolibri und beim Strauss.“ (D. S. 267.)

Auf Seite 783 revocirt, wie es scheint, STRASBURGER selbst sein Bedenken, dass ich mit zu kurzen Pflanzentheilen experimentirt habe, indem er schreibt: „Nehmen wir an, die BOEHM'schen Angaben seien in allen Punkten richtig, so wäre in der That durch dieselben erwiesen, dass transpirirende, in ihren unteren Theilen gekochte Zweige ohne Mitwirkung von Endosmose und Luftdrucksdifferenzen das nöthige Transpirationswasser zu heben vermögen.“ STRASBURGER bezweifelt jedoch die Richtigkeit meiner Angaben; „BOEHM will mit seinen Versuchsobjecten das Quecksilber stets bis zur Höhe des jeweiligen Barometerstandes gehoben haben.“ (S. 782).

Auch SCHWENDENER hält diese meine Angabe offenbar für sehr übertrieben. „Der untere Theil des Versuchsobjectes war ja luftfrei gekocht; capillare Menisken waren hier also nicht vorhanden. Im oberen lebenden Theil befanden sich dagegen voraussichtlich JAMIN'sche Ketten in den Gefässen und kürzere oder längere Wasserfäden im Libriform. Von den ersteren wissen wir, dass die Verschiebungen ihrer Glieder nur von den Spannungsdifferenzen der Luftblasen, nicht von der Capillarität abhängig sind, und was die Wasserfäden im Libriform (oder in einem Tracheidensystem) betrifft, so bleiben bekanntlich die Luftblasen während der Bewegung des Wassers in Ruhe, wodurch auch die sie begrenzenden Menisken von der Hebungsarbeit ausgeschlossen sind. Hebend wirkt also im Allgemeinen wiederum der Luftdruck, d. h. die Spannungsabnahme von unten nach oben, und bei Wasserfäden, welche direct in das transpirirende Parenchym übergehen, ausserdem die osmotische Saugung.“ (l. c. S. 936). Wie nach Eliminirung des Luftdruckes auf die wasseraufsaugenden Theile der Pflanzen und Sprosse die Spannungsabnahme von unten nach oben hebend wirken soll, ist mir unverständlich. —

STRASBURGER bemerkt ganz richtig, dass bei dem zu meinen Versuchen mit Weidenpflanzen verwendeten Manometer der Quecksilberstand in dem äusseren Schenkel des Rohres „stets um einen bestimmten Werth zu hoch ausfallen muss, um denjenigen Werth nämlich, welcher der Last einer gleich hohen Wassersäule in dem äusseren Schenkel des Rohres entspricht“ (S. 785). STRASBURGER modificirte daher bei der Wiederholung meiner Versuche das Manometerrohr so, „dass der Fehler der BOEHM'schen Versuche, die zu hohen Quecksilberstand ergeben mussten, eliminirt wurde“ (S. 786).

Ich habe aber, obwohl ich es fast für überflüssig hielt, ausdrücklich bemerkt: „Bei der in Figur 2 angedeuteten Construction steigt das Quecksilber selbstverständlich um einen der Wassersäule im inneren

Manometerschenkel entsprechenden Betrag höher als in dem daneben stehenden Barometer (A. S. [54]). —

STRASBURGER sagt ferner (S. 787): „Der höchste Quecksilberstand, der unter Ausschluss von Fehlern, bei 760 mm Barometerstand und 20° C., in diesen Versuchen, bei welchen die Spannung des Wasserdampfes mit zur Geltung kommt, zu erreichen wäre, beträgt (760—17,4 mm) 742,6 mm.“ — Bei Wiederholung meiner Versuche mit unten verschlossenen Zweigen der japanischen Quitte und des Kirsche erzielte STRASBURGER 67 cm Quecksilber bei einem Barometerstande von 754 mm und glaubt, „hiermit auch thatsächlich annähernd die Grenze erreicht zu haben, bis zu welcher, auf Grund seiner früheren Erfahrungen, die Dicotylen das Quecksilber heben durften.“ Mit einem Coniferenzweige gelang es ihm, bei einem Barometerstande von 76,2 cm das Quecksilber 70 cm hochzuheben (S. 788). „Das genügte aber vollständig zur Entscheidung der gestellten Frage. Es folgt somit in der That auch aus meinen Versuchen, dass das Wasser in den Leitungsbahnen der Pflanzen ohne Betheiligung des Luftdruckes gehoben werden kann.“ (S. 791).

Ich hätte gedacht, dass nach diesem Zugeständnisse STRASBURGER meiner Capillartheorie ohne Vorbehalt beipflichten würde. STRASBURGER aber sagt: „Dass Luftdruck und Capillarität zusammengenommen nicht ausreichen, um eine so giftige Substanz wie 5—10 pCt. Kupfersulfatlösung in einer Rothbuche 20 m hoch zu heben, darf nach den bisherigen Erfahrungen der Physik angenommen werden.“ (S. 623). „Wenn BOEHM neuerdings den ganzen Vorgang wieder auf Capillarität zurückzuführen sucht, so ist er doch den Beweis für seine Behauptung schuldig geblieben. BOEHM hat auf Capillarität vorwiegend durch Elimination geschlossen, weil ihm seine Versuche die Ueberzeugung aufdrängten, dass weder Endosmose noch Luftdruck für sich die Ursache der Wasserbewegung sein könnten“ (S. 537 und 538). „Dass die Hebung des Quecksilbers durch Capillarität bedingt sei, wie BOEHM schliesst, weil ihm dies die einzige Möglichkeit zu sein scheint, die noch übrig bleibt, hätte aber erst erwiesen werden müssen. Das war um so nothwendiger, als ja das Steigen des Wassers durch Capillarität auf dem Zuge concaver Menisken beruht, es sich aber fragen musste, wo denn diese Menisken in der Pflanze enthalten seien. Angenommen aber selbst, in den BOEHM'schen Versuchsobjecten wäre das Wasser, nach Ausschluss anderer hebender Kräfte, mit Hülfe von Menisken gestiegen, so musste es sich fragen, ob denn der Zug der letzteren ausreichen könnte, um das Wasser auch in hohe Bäume zu heben. Bekanntlich ist von Alters her diese Möglichkeit bestritten worden, und bietet die Physik auch jetzt keine Anknüpfungspunkte für solche Annahmen“. (S. 783).

STRASBURGER bezeichnet die saugende Wirkung, welche von den

Gefäßen ausgeht, ohne deren physikalisch erst zu classificirenden Natur vorzugreifen, als tracheale Saugung (S. 852). SCHWENDENER bemerkt hierzu (l. c. S. 945): „Da aber die Filtration des Saftes noch fort dauert, auch wenn die Gefäße ganz mit Wasser erfüllt sind, so steht diese Auffassung mit den Thatsachen in klarem Widerspruch. Wie soll unter solchen Umständen noch eine Saugung stattfinden?“ — Ebenso entschieden weist SCHWENDENER meine Capillartheorie zurück. „Es beruht auf einem vollständigen Verkennen der Sachlage, wenn BOEHM die von ihm beobachtete Wasserbewegung durch Capillarität zu Stande kommen lässt. Eine solche Auffassung kann nur als eine im Grundgedanken irrthümliche und folglich dem ganzen Inhalte nach verfehlt bezeichnet werden. . . . Nach meinem Urtheil, das hier mit dem STRASBURGER'schen (S. 783) übereinstimmt, geben diese Versuche über das, was die Capillarität zu leisten vermag, gar keine Auskunft“ (l. c. 923). — Nach SCHWENDENER „steht es fest, dass im Schafte hoher Bäume eine hebende Kraft von bekannter physikalischer Natur nicht vorhanden ist“ (l. c. 923). „An der Thatsache, dass die Lebensthätigkeit der Zellen irgendwie in die Saftbewegung eingreift, halte ich unbedingt fest. Ohne dieses Eingreifen ist die Hebung des Wassers auf Höhen von 150—200 Fuss und darüber einfach unmöglich, und alle Bemühungen, die vorhandenen Schranken mit unklaren physikalischen Vorstellungen zu durchbrechen, sind nicht viel mehr als ein Suchen nach dem Stein der Weisen“ (l. c. 945). „So begegnet uns immer wieder, so oft wir die Vorgänge in lebenden Organen näher verfolgen, neben der Wirkung physikalisch bekannter Factoren ein unbekanntes Etwas, die Lebensthätigkeit des Plasmas, dessen Mechanik zur Zeit noch vollständig im Dunkeln liegt“ (l. c. 946).

In einem am 17. Januar 1890 gehaltenen Vortrage sagte ich, „dass von Tannenzweigen, welche selbst ihrer ganzen Länge nach gekocht wurden, das Quecksilber stets bis zur Barometerhöhe gehoben und dass auch dann die Transpiration nicht sistirt wird“ (D., S. 270). Die Resultate weiterer Versuche über die Transpiration gebrühter Sprosse habe ich vor Kurzem in diesen Berichten (10. Bd. S. 622) mitgetheilt. Den Einwand, dass bei meinen Manometerversuchen „osmotische Saugung“ oder „die Lebensthätigkeit der Zellen irgendwie in die Saftbewegung eingegriffen haben,“ wird SCHWENDENER hoffentlich nicht weiter aufrecht erhalten oder denselben experimentell begründen.

Das Bedenken gegen meine Theorie fusst auf der Thatsache, dass in einer 0,01 mm weiten Capillare das Quecksilber nur 3 mm hoch steigt.

Seite (55) A habe ich erwähnt, „dass fast bis zur Barometerhöhe das Quecksilber auch nach dem Blattfalle selbst von frischen, in Luft abgeschnittenen Ahornzweigen gehoben wird, wenn (um die Verdunstung zu ermöglichen, resp. zu beschleunigen) das Periderm derselben entfernt und die Schnittfläche sorgfältig verschlossen wurde.“ Noch besser

eignen sich zu diesem Versuche, wegen ihrer geringeren Permeabilität für Luft, selbstverständlich gekochte oder solche Zweige, welche nach dem Kochen entrindet, getrocknet und dann mit Wasser injicirt wurden.

Getrocknete 50 *cm* lange Ahornzweige (*Acer platanoides*) sind in Folge von Quellung und dadurch bedingter Compression der Gefässe für Wasser bei einem Drucke von 80 *cm* ganz undurchlässig und bei dem Ueberdruck (der Wasserleitung) von $3\frac{1}{2}$ Atmosphären, selbst bei gleicher Vorbehandlung, in sehr verschiedenem Grade permeabel. Aus der Schnittfläche eines solchen Zweiges, welcher frisch 78,24, nach halbstündigem Kochen 87,55, entrindet 67,40 und getrocknet 35,31 *g* wog, wurden bei dem angegebenen Drucke während 15 Stunden 1835 *ccm* Wasser gepresst, und das Gewicht des Zweiges betrug nun 78,90 *g*. Mit dem unteren Ende in Wasser gestellt, begann das obere Zweigende, dessen Gefässwände doch wohl sicher benetzt waren, zu vertrocknen. Nach weiterer dreiwöchentlicher Injection wurde der Zweig, der nun 83,6 *g* wog, mittelst eines durchbohrten Korkes ca. 4 *cm* tief in den Hals einer mit Wasser gefüllten Flasche eingesetzt. Trotzdem derselbe täglich 30—40 *g* transpirirte, verminderte sich sein Gewicht während 4 Wochen nur um 2,72 *g*, und nach dem Auskochen des unteren Endes wurde das Quecksilber ohne Rücksicht auf die capillare Depression (incl. der drückenden, durch 13,5 dividirten Wassersäule) 70,3 *cm* hoch gehoben; dann wurde aus der offenen Schnittfläche ein Luftbläschen gesaugt. Die Höhe in dem daneben gestellten feuchten Barometer betrug 71,5 *cm* und der Gewichtsverlust des Zweiges während des halbstündigen Manometerversuches 0,27 *g*.

Nach STRASBURGER „haben BOEHM's Versuche selbst den allernächsten Einwand nicht beseitigt, dass die Capillaren des Holzkörpers nicht eng genug seien, um das Wasser zu den erforderlichen Höhen zu heben. Dazu kommt aber noch das neuerdings besonders betonte Hinderniss der JAMIN'schen Ketten hinzu“ (S. 637). Es ist mir nie in den Sinn gekommen, zu glauben oder gar zu behaupten, dass das Saftsteigen nur in den Gefässen erfolge. (Vergl. die schematischen Figuren: Bot. Ztg. 1881, Sp. 809 und D. S. 235). Das saftleitende Holz ist, wie der eben angeführte Versuch lehrt, ein sehr complicirtes Capillarsystem und die Capillarität ein noch dunkles Gebiet der Physik.

STRASBURGER hat bei der oben reproducirten Kritik meiner Manometerversuche nur meine, von ihm für unrichtig erklärte Angabe, dass das Quecksilber stets bis zur Höhe des jeweiligen Barometerstandes steige, nicht aber auch den folgenden, jeden Zweifel ausschliessenden Satz citirt: „Dann entsteht ein Torricellischer Raum, welcher sich, da die Pflanze ungehindert forttranspirirt, immer vergrössert und vollständig verschwindet, wenn der Apparat unter luftfreiem Wasser geöffnet wird“ [A. S. (54)]. Versuche, bei denen dies nicht der Fall war, galten mir stets als misslungen. Bei gelungenen Versuchen, welche

wegen der Unmöglichkeit, das Wasser und das untere Zweigende luftfrei zu kochen, sehr seltene Treffer sind, steigt das Quecksilber jedoch stets, auch in todten Sprossen, bis zur Höhe des jeweiligen Barometerstandes, und in dieser Thatsache liegt der directe Beweis für die Richtigkeit der Capillartheorie.

Unter mehr als 400 Versuchen, welche ich in den Ferienmonaten 1882 bis 1889 mit Weiden durchgeführt habe, hatte ich nur drei „Treffer“ zu verzeichnen. — Auf die Versuche mit Weiden habe ich deshalb so viele Mühe verwendet, weil es mir, um von vorneherein allerlei Einwänden zu begegnen, darum zu thun war, meine Theorie mittelst einer bewurzelten Pflanze zu begründen. Bei diesen Versuchen waren nur Apparate von der in Fig. 2 S. (50) A angedeuteten Construction. Zulässig zu den Versuchen mit Zweigen und Sprossen wurden rechtwinkelig gebogene Manometer mit dickwandiger, aber englumiger Steigröhre verwendet.

Bei der Zusammenstellung der Versuche ist mit peinlichster Sorgfalt darauf zu achten und vorzusorgen, dass das Manometer mit möglichst luftfreiem Wasser gefüllt und während des Versuches keine Luft in dasselbe eingesaugt wird. Zu den zahlreichen, seit dem Herbst 1889 durchgeführten Versuchen wurde nur *Thuja* verwendet. *Thuja*-Sprosse kann man jederzeit bekommen; sie transpiriren nach dem Brühen noch intensiver als im frischen Zustande, und es wird, was in erster Linie von Belang ist, aus denselben selbst beim höchsten erreichbaren Quecksilberstande im Manometer keine Luft ausgesaugt, auch wenn das untere entrindete und sorgfältigst ausgekochte Zweigende offen bleibt.

Die Versuche werden in folgender Weise zusammengestellt:

1. Um dem Einschluss von Luft zwischen Glas- und Kautschukwand vorzubeugen, wird unter ausgekochtem und bis 45° C. abgekühlten Wasser über den Tubus des weiteren, horizontalen Theiles des Manometers ein weicher, 4 cm langer Kautschukschlauch geschoben, mit der Tubusmündung nach oben gekehrt, aus dem Wasser gehoben und die Ligatur angelegt.

2. Das Manometer wird, ohne es zu entleeren, heberartig in seit mindestens 10 Stunden kochendes Wasser eingehängt und nach einer Stunde das untere Ende des nun mit letzterem gefüllten Manometers, unter Ausschluss von Luft, mittelst einer Kautschukkappe verschlossen. In der Wanne mit kochendem Wasser steht auch der Versuchsspross.

3. Das Manometer wird so gewendet, dass der Tubus nach oben gekehrt ist; in diesen wird, unter dem kochenden Wasser, das untere Sprossende eingesenkt.

4. Der Apparat wird aus dem Wasser gehoben, der Spross mit dem Kautschukschlauche verbunden und, mittelst einer Tiegelzange, unter dem kochenden Wasser, die Kappe von dem unteren Ende des

Steigrohres abgestreift. Dieses wird dann in ein theilweise mit Quecksilber gefülltes Gefäß gestellt und das Wasser über dem Quecksilber abgesaugt. — Während dem Anlegen der Ligatur entsteht in dem geschlossenen Manometer oft ein Torricellischer Raum. Versuche, bei welchem dieser nach dem Oeffnen des Steigrohres nicht vollständig verschwindet, sind als misslungen abzubrechen.

Bei misslungenen Versuchen hört das Steigen des Quecksilbers fast plötzlich auf, und in dem nun entstehenden wasserfreien Raume bleibt nach dem Neigen des Manometers stets ein Luftbläschen zurück.

Bei einem der drei gelungenen Versuche mit Weidenpflanzen stieg das Quecksilber nach Abzug der durch 13,5 dividirten Länge der saugenden Wassersäule im inneren Manometerschenkel (A. S. (55) Fig. 2) bei einem Barometerstande von 74,2 auf 76,4 *cm*! Ein Physiker erklärte diese „Beobachtung“ jedoch für eine Hallucination!

Die während den drei verflossenen Jahren durchgeführten Versuche hatten den Zweck, die eben erwähnte Beobachtung als Thatsache zu constatiren und die Resultate meiner früher gelungenen Manometerversuche leichter controllirbar zu machen.

Auch mit *Thuja* gelang von 10 Versuchen kaum einer; bei jedem gelungenen Versuche stieg aber das Quecksilber über die Höhe des trockenen Barometers, am höchsten bei einem Barometerstande von 74,5 *cm* sogar auf 90,6 *cm*! Nachdem das Quecksilber im Manometer die Höhe desselben im trockenen Barometer um ein bestimmtes Mass überschritten hatte, fiel es plötzlich bis zur Höhe im daneben aufgestellten feuchten Barometer, und im Torricellischen Raume fand sich stets ein winziges Luftbläschen, welches entweder aus dem Zweige oder aus dem Wasser ausgesaugt wurde, nachdem die Höhe des Quecksilbers im trockenen Barometer bereits überschritten war.

Die Ursache der scheinbar paradoxen Thatsache, dass das Quecksilber im luftfreien Manometer über die Höhe im trockenen Barometer gehoben wird, liegt nahe genug, und ist, wie ich erst jüngst erfuhr, bereits seit längerer Zeit bekannt¹⁾. Wenn das Quecksilber fallen soll, muss die Cohäsion des Wassers überwunden werden. Um den Betrag der hierfür nothwendigen Kraft wird das Gewicht der Quecksilbersäule, welche in Folge der Adhäsion des Wassers an dem Zweige und an den Glas- und Kautschukwänden gleichsam aufgehängt ist, vermindert.

Der Binnendruck im Wasser entspricht ca. 2700 Atmosphären²⁾. Im Vergleiche mit der in Folge der Cohäsion theoretisch möglichen Länge eines Wasserfadens wäre selbst der höchste Baum der Erde ein

1) HELMHOLTZ, Pogg. Ann. 150. Bd. S. 492, 1873.

2) G. JAEGER, Sitzungsber. d. kais. Akad. d. W. in Wien. 2. Abthlg. 101. Bd. S. 926, 1892.

fast verschwindend kurzer Zwerg. Solche, an den verdunstenden Blattzellen hängende Wasserfäden, deren untere Enden mit dem Bodenwasser in Verbindung stehen, finden sich zweifellos in den Pflanzen.

Im 10. Bande dieser Berichte habe ich mitgetheilt, dass das Gewicht von Pflanzen und Sprossen zunimmt, wenn dieselben nach 12stündiger Belichtung ebensolange verdunkelt werden. Frisch abgeschchnittene *Thuja*-Sprosse vergrössern ihr Gewicht, auch nach dem sie vor dem Abschneiden während 24 Stunden in feuchte Tücher eingeschlagen waren, um ca. 15 pCt., wenn sie in Wasser gestellt und während 12 Stunden gegen Verdunstung geschützt wurden. Diese und die weitere Thatsache, dass es für das Gelingen der beschriebenen Manometerversuche gleichgültig ist, ob der Spross wasserarm oder wasserreich ist, veranlassten mich zu folgendem Versuche.

Grössere, mindestens 300 g schwere *Thuja*-Sprosse wurden am unteren Ende 10 cm hoch entrinde und in kochendes Wasser gestellt, während die gegen Wasserdampf geschützte Krone, wenn möglich, dem directen Sonnenlichte ausgesetzt war. Nach zwei Stunden wurde, um den Wassereintritt zu erschweren, die Schnittfläche verschlossen und der Spross, nach weiterem einstündigen Kochen, unter den angegebenen Cautelen, 6 cm tief in ein hufeisenförmig gebogenes Manometer eingesetzt und, während das Steigrohr in kochend erhaltenes Wasser eingesenkt war, 4 bis 6 Stunden insolirt. Dann wurde die Sprosskrone in einem grossen Cylinder unter Wasser eingesenkt und das Wasser unter dem Steigrohre durch Quecksilber ersetzt. Dieses steigt in dem ca. 1 mm weiten Rohre ausserordentlich rasch und bei jedem gelungenen Versuche, gleichgültig, ob die Sprosskrone frisch oder gebrüht ist, über die Höhe desselben im trockenem Barometer. In einem speciellen Falle betrug die Steighöhe, bei einem Barometerstande von 751 mm, 864 mm. Der Torricellische Raum enthielt ein Luftbläschen.

Wäre die Saugung von dem negativen Drucke in den wasserfreien Räumen des saftleitenden Holzes verursacht, so könnte das Quecksilber im günstigsten Falle nur bis zur Höhe des feuchten Barometers gehoben werden. Durch die Thatsache, dass dasselbe bis und selbst über den jeweiligen Barometerstand steigt, wird doch wohl „ad oculos bewiesen“, dass die Saugung nicht durch die geringe Tension, sondern durch moleculare Anziehung in den Capillaren des saftleitenden Holzes, und dass erstere durch diese bewirkt wird. Aufzuklären, in wie weit hierbei concave Menisken im Spiele sind, ist Aufgabe der Physik.

Der bei Manometerversuchen disponible Massstab für die Grösse der Saugung, welcher nur dem Drucke einer Atmosphäre entspricht, ist den Kräften gegenüber, durch welche das Saftsteigen bewirkt wird, eine verschwindende Grösse. Wir können mit mathematischer Be-

stimmtheit behaupten, dass die capillare Saugung im saftleitenden Holze gross genug ist, um das Wasser in die Krone der höchsten Bäume zu heben. Die transpirirenden Blätter einer *Wellingtonia* würden nach dem Brühen des Schaftes so lange ausreichend mit Wasser versorgt werden, bis die Saftwege irgendwie verlegt würden, ganz in derselben Weise, wie dies bei meiner Feuerbohne der Fall ist. — Die Ansicht, dass der von den transpirirenden Blattzellen aus den Leitungsbahnen gesaugte Saft in diesen „unter einem stark negativen Drucke“ stehe, wird STRASBURGER wohl nicht weiter vertreten (S. 791).

Durch die in A und D mitgetheilten Thatsachen und die im Vorstehenden gegebene Aufklärung ist für den Physiologen die Frage nach der Ursache des Saftsteigens hoffentlich endgültig beantwortet.

Wien.

22. P. Magnus: Nachtrag zu „Mykologische Miscellen“.

Eingegangen am 20. März 1893.

Ich werde darauf aufmerksam gemacht, dass ich bei der Beschreibung der von Herrn Dr. ALBERT MEYER auf der Hohen Cordillere bei Santiago auf *Euphorbia* gesammelten *Uromyces*-Art auf S. 48 und 49 d. Jahrg. vergessen habe, den specifischen Namen, den ich dem Pilze ertheilt habe, anzugeben. Ich habe ihn *Uromyces andinus* P. Magn. genannt, wie auch in der Erklärung der Figuren 16—18 der Taf. IV auf S. 53 gedruckt steht.

23. Fr. Schmitz: Die Gattung *Lophothalia* J. Ag.

Eingegangen am 21. März 1893.

In neuester Zeit ist mehrfach¹⁾ in Algen-Verzeichnissen die allbekannte *Polysiphonia byssoides* (Good. et Woodw.) Gräv. der nordatlantischen Küsten unter dem neuen Namen *Lophothalia byssoides* (Good. et Woodw.) J. Ag. aufgeführt worden. Dadurch hat eine Gattung

1) R. J. HARVEY GIBSON, Preliminary List of the Marine Algae of the Oban District (Transact. Nat. Hist. Soc. of Glasgow 1892) p. 238. — M. FOSLIE, List of the Marine Algae of the Isle of Wight p. 7. (Sep.-Abdr. aus Det kgl. norske Vidensk. Selskabs Skrifter. Trondhjem 1892.)

Berichtigungen.

- Seite 94 lies in der Ueberschrift statt „Endodermis der Zellen“ „Endodermis der Wurzeln“.
- „ 190 lies in Anm. 4 „Spermatozoen einiger Wirbelthiere“ statt „Schmarotzer einiger Wirbelthiere“.
- „ 194 Zeile 16 von unten lies „Wenn auch den“ statt „Wenn durch die“.
- „ 194 „ 14 von unten lies „bieten doch die bekannten Thatsachen“ statt „bieten sie doch den bekannten Thatsachen“.
- „ 209 „ 13 von oben lies „von der . . . Construction zulässig. Zu . . .“ statt „von der Construction. Zulässig zu . . .“.
- ~~„ 327 „ 10 von unten im Texte lies „Schroetter“ statt „Schortter“.~~
- „ 462 „ 6 von oben lies „prägnant“ statt „drägnant“.
- „ 541 Zeile 3 von oben setze „*Synchytrium papillatum*“ statt „*Erodium cicutarium*“.
- „ 566 „ 13 von unten lies „geschlechtslose“ statt „geschlechtliche“.
- Auf Tafel II ist die auf Fig. 2 geschlossen dargestellte Schlinge der *Lathraea*-Wurzel auf ein Versehen des Lithographen zurückzuführen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Berichte der Deutschen Botanischen Gesellschaft](#)

Jahr/Year: 1893

Band/Volume: [11](#)

Autor(en)/Author(s): Boehm Josef

Artikel/Article: [Capillarität und Saftsteigen. 203-212](#)