

Ursache der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen.

Vortrag, gehalten im botanischen Discussionsabend am 17. Jänner 1890

von

Josef Boehm.

(Mit 3 Holzschnitten.)

In den Berichten der Deutschen botanischen Gesellschaft (VII. Bd., General-Versammlungs-Heft) habe ich die Resultate meiner in den verflossenen acht Jahren durchgeführten Untersuchungen über die Ursache der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen in folgendem Satze zusammengefasst: „Die Wasseraufsaugung durch die Wurzeln und das Saftsteigen werden durch Capillarität, die Wasserversorgung des Blattparenchyms wird durch den Luftdruck bewirkt“.

I. Die Wasserversorgung transpirirender Pflanzen wird nicht durch endosmotische Saugung der Wurzelzellen bewirkt.

Wenige Sätze der Pflanzenphysiologie wurden bisher weniger bezweifelt als der, dass die Wasseraufnahme transpirirender Pflanzen durch endosmotische Saugung der Wurzelzellen bewirkt werde; kein Satz in der ganzen Wissenschaft ist aber, wie sich bei einiger Ueberlegung schon a priori ergibt, unrichtiger als dieser. Die Intensität der Transpiration ist mit dem Wechsel der äusseren Verhältnisse ausserordentlich variabel, während das Gewicht der Pflanzen nur innerhalb sehr enger Grenzen schwankt. Es wird daher von den Wurzeln genau oder fast genau so viel Wasser aufgenommen, als aus den Blättern abdestet, was in Folge endosmotischer Saugung einfach unmöglich ist.

Auffällige endosmotische Effecte zeigen sich nur bei Blasen, welche für ihren diesbezüglich wirksamen Inhalt gar nicht oder doch nur in geringem Grade durchlässig sind. Es wird dies von vegetabilischen Zellen mit protoplasmatischem Inhalte wohl allgemein behauptet, ebenso unbestritten aber ist es, dass durch die Wand von Zellen, welche in kochendem Wasser getödtet wurden, die osmotisch wirksamen Inhaltsstoffe leicht nach aussen diffundiren. Tode Zellen können

endosmotisch auf die Dauer nicht turgesciren. Wäre die Wasseraufnahme durch die Wurzeln eine osmotische Function des Zellinhaltes, so müssten transpirirende Pflanzen, deren Wurzeln in Wasser gekocht wurden, alsbald welken. Der Versuch lehrt jedoch, dass solche Pflanzen bei nicht zu intensiver Transpiration, vor dem Eintritte secundärer Veränderungen, hinreichend mit Wasser versorgt werden. Auch hochprocentige Salpeterlösungen und specifische Gifte (Sublimat) äussern ihre schädliche Wirkung nach kurzer Zeit in den Blättern, wohin sie durch endosmotische Säugung nicht gelangen können.

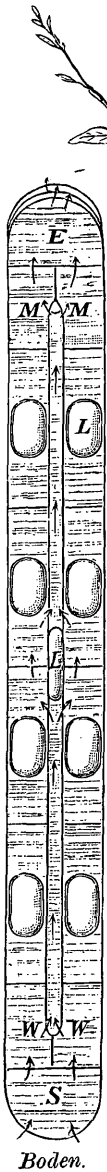
2. Das Saftsteigen und die Wasseraufnahme transpirirender Pflanzen werden nicht durch Luftdrucksdifferenzen bewirkt.

Von der Beobachtung ausgehend, dass die Zellen des saftleitenden Holzes auch zur Zeit intensiver Transpiration „Saft“ und verdünnte Luft enthalten, und auf Grundlage von Manometerversuchen wurde ich bereits vor fast 30 Jahren zu dem Schlusse geführt, dass das Saftsteigen nicht, wie damals allgemein angenommen wurde, in den Zellwänden erfolgt, sondern durch Luftdrucksdifferenzen bewirkt wird. Nach der Entdeckung des „negativen“ Luftdruckes in den Gefässen (1877, v. Höhnelt) war es mir an der Hand anderweitiger Beobachtungen alsbald zweifellos, dass die vegetabilischen Tracheen nicht als Respirationsorgane, sondern, wenigstens in erster Linie, als Saftleitungsorgane fungiren und dass sie ausser Luft von geringer Tension auch Wasser führen. Davon, dass dies wirklich so ist, überzeugt man sich am leichtesten, wenn ca. 25 cm lange Ahorn- oder Lindenzweige mit durch Quecksilber comprimierter Luft injicirt werden (Fig. 1). Schon bei einem Ueberdrucke von weniger als einer Atmosphäre erscheint auf der oberen Schnittfläche, wenn der Versuch nach dem Blattfalle gemacht wird, stets ein zuckerhaltiger Tropfen. Während des Sommers ist dies meist erst dann der Fall, wenn, successive, zuerst der ganze Zweig und dann dessen obere Hälfte u. s. w. injicirt werden.¹⁾

Durch eine objective Kritik dieser und anderer mir schon vor zwölf Jahren bekannten Thatsachen hätte ich schon damals meinen Irrthum einsehen und die wahre Ursache des Saftsteigens erkennen können. Vorgefasste Meinungen aber trüben den Blick. Ich habe mir vorgestellt, dass die Gefässe durch die Jamin'schen Ketten in übereinander stehende Saugröhren getheilt werden und dass der

¹⁾ Durch trockene Ahorn- und Lindenzweige kann bei geringem Drucke Luft gepresst werden; frische, gegen 25 cm lange Zweige hingegen sind für comprimirt Luft entweder gar nicht, oder, zur Zeit lebhafter Transpiration, und auch dann nur das relativ wasserärmere innere Holz, in geringem Grade permeabel. Es ist dies durch den grossen Reibungswiderstand der Jamin'schen Ketten (mit Wassertropfen alternirende Luftblasen) bedingt, welche in den Gefässen abgeschnittener Zweige, besonders während des Sommers, schon vorhanden sind oder erst bei der Injection mit Luft gebildet wurden.

Die Gefässenden an Schnittwunden verschliessen sich mit Thyllen oder Gummi. Thyllen- und Gummibildung in den Gefässen erfolgt, so wie beim Uebergange von Splint in Kernholz, auch bei abgeschnittenen Zweigen, wenn dieselben langsam getrocknet werden. Um sich von der Continuität der Gefässe mittelst comprimierter Luft überzeugen zu können, muss daher der abgeschnittene Zweig vor dem Trocknen entweder in kochendem Wasser oder in Alkohol getödtet werden.



Boden.

Fig. 3.

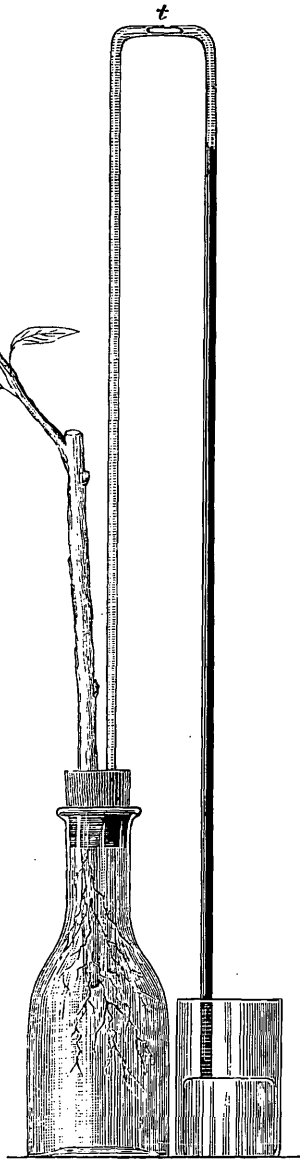


Fig. 2.

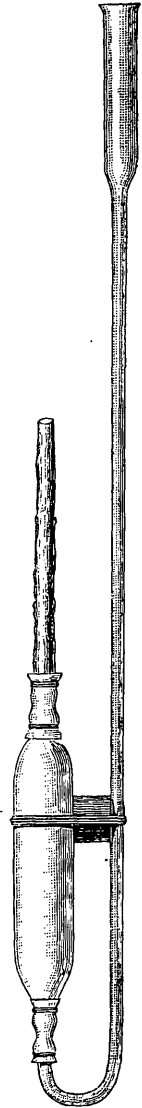


Fig. 1.

saffleitende Splint ein System von zahlreichen neben- und übereinander stehenden Pumpen sei, welche sich in verschiedenen Phasen der Saugung befinden. Würde ein solches System in beliebiger Höhe unter Quecksilber durchschnitten, so müsste dieses in die Steigröhren (Gefässe) bis zur verschiedenen Höhe eingesaugt werden, ganz so wie dies beim Durchschneiden von Zweigen unter Quecksilber der Fall ist.¹⁾ Damit aber nach dieser Vorstellung das Saftsteigen erfolgen könnte, müsste die Tension der Luftblasen in den Elementen des saftleitenden Holzes in einem gegebenen Momente nicht nur eine ganz bestimmte sein, sondern auch nach einem ganz bestimmten Rhythmus variiren, was jedoch, da das Saftsteigen bisweilen nachweisbar ausserordentlich rasch erfolgt, ganz unmöglich ist. Das Saftsteigen erfolgt, wie eben erwähnt, nur im äussersten Splinte; die Saftwege sind daher, auch wenn die ganze Stammperipherie unversehrt ist, sehr schmal.²⁾ Aber auch eine reichblättrige Krone eines Baumes, dessen Splint zum grossen Theile durchschnitten oder stellenweise auf grössere Strecken entfernt oder irgendwie getödtet wurde und vertrocknet ist, zeigt selbst bei sehr intensiver Transpiration keine Wassernoth. Bei *Robinia* füllen sich die Gefässe des letzten Jahresringes nach dem Blattfalle mit Luft von gewöhnlicher Tension und im folgenden Jahre mit Thyllen. Wird, in directem Sonnenlichte, ein Ast oder Baum bis zum vorjährigen Holze geringelt, so welken die jungen Sprossspitzen und Blätter schon nach längstens 15 Minuten. (Bei Bäumen mit breitem saftführendem Splinte stellt sich nach der gleichen Operation an der Ringwunde eine in das sonst nicht saftleitende Holz einbiegende Nothbahn her.) Aus Stecklingen gezogene Bruchweiden (*Salix fragilis*) mit üppigen Sprossen verdunsten in directem Sonnenlichte so viel Wasser, dass der Transport desselben durch den kleinen Querschnitt des Wurzelholzes fast unmöglich scheint. Ein in mehrfacher Beziehung recht instructiver Versuch ist auch folgender: Wird bei einer insulirten Sonnenrose (*Helianthus annuus*), nach Anlegung einer Schiene, der Stamm oberhalb eines der unteren Blätter bis zum Marke eingeschnitten, so welkt fast sofort das über dem Kerbschnitte stehende Blatt. Luftdruckdifferenzen, welche für eine so schnelle Wasserbewegung nothwendig wären, können weder durch Athmung und Diffusion, noch sonst wie hervorgebracht werden.³⁾

1) Einen Baum kann man unter Quecksilber natürlich nicht durchschneiden. Werden aber Adventivsprosse in beliebiger Baumhöhe möglichst nahe am Stamme unter Quecksilber durchschnitten, so wird dieses stets auch in die Gefässe des äusseren Splintes eingesaugt. Hierin liegt auch der sicherste Beweis dafür, dass das Saftsteigen nur im jüngsten Holze stattfindet.

2) Die Vorstellung über die Menge des im Splinte für die Fälle der Noth disponiblen Reservewassers ist weit übertrieben. Aus dem äusseren Holze eines abgeschnittenen Ahornastes kann, nachdem die Blätter bereits rauschdürr geworden sind, bei successiver Injection mit comprimierter Luft, für welche dasselbe impermeabel ist, noch Saft gepresst werden. — (Aus Stecklingen in Nährstofflösung gezogene) Bruchweiden, deren Wurzeln in ein feuchtes Tuch eingeschlagen wurden, erreichen, wenn der Wasserverlust in Folge der Transpiration (noch vor dem Vertrocknen der Blattspitzen) ein gewisses Mass überschritten hat, in normale Verhältnisse zurückversetzt, ihr ursprüngliches Gewicht nicht wieder.

3) Die Ergebnisse der zahlreichen Versuche, welche zu dem bemerkenswerthen Resultate geführt haben, dass die Athmungsintensität des Splintes, bei sonst gleichen Bedingungen, durch den Wassergehalt des Holzes verursacht ist, werde ich seinerzeit mittheilen.

Dass Luftdrucksdifferenzen ebenso wenig, als endosmotische Saugung bei der Wasseraufnahme und Safftleitung transpirirender Pflanzen theilhaftig sind, wird direct bewiesen durch folgenden Versuch:

Die Bruchweide (Fig. 2) würde aus einem zeitig im Frühjahre geschnittenen Stecklinge gezogen, dessen sich entwickelnde Knospen mit Ausnahme der obersten zerdrückt wurden. Nach längstens drei Monaten sind die Gefässenden an den Schnittflächen sicher und vollkommen mit Thyllen verschlossen. Wird nun die Culturflasche nur so weit mit Wasser gefüllt, dass bloss die Wurzelspitzen in Wasser tauchen, und wird mittelst der zweiten, engeren Bohrung des Kautschukstöpsels, nach Einschaltung grosser Recipienten, fast bis zur Tension des Wasserdampfes evacuirt, so wird, bei gleichbleibendem Gewichte der Pflanze, die Transpirationsintensität, verglichen mit der einer geeigneten Controlpflanze, nicht vermindert. Die Wasseraufnahme und das Saftsteigen werden auch dann nicht sistirt, wenn die Wurzeln und ein Theil des Stengels der Versuchspflanze in kochendem Wasser getödtet wurden.¹⁾ Es ist also sowohl die Wasseraufnahme transpirirender Pflanzen, als das Saftsteigen in denselben weder durch endosmotische Saugung, noch durch Luftdrucksdifferenzen verursacht.

3. Das Saftsteigen und die Wasseraufnahme transpirirender Pflanzen werden durch Capillarität bewirkt.

Wenn bei der durch die Transpiration eingeleiteten Wasserbewegung endosmotische Saugung und Luftdrucksdifferenzen ausgeschlossen sind, so kann dieselbe nur durch Capillarität bewirkt werden. Dass dies so ist, ergibt sich direct aus folgenden Versuchen:

Wird der entsprechend gestützte Stengel einer Keimpflanze von *Phaseolus multiflorus* (Feuerbohne), deren Endknospe entfernt wurde, über der Mündung eines Kolbens mit kochendem Wasser gebrüht, so schrumpft derselbe alsbald bandartig ein und verblasst nach einigen Tagen vollständig, so dass derselbe einem Strohhalme täuschend ähnlich sieht, während die Primordialblätter selbst bei intensiver Transpiration vollständig straff bleiben. Dass in einem solchen Stengel das Wasser capillar gehoben wird, steht selbstverständlich ausser Frage. Nach einiger Zeit, meist nach einer Woche, sind die Gefässe ober und unter dem strohhalmartigen Stengeltheile mit Gummi erfüllt, und die Blätter welken und vertrocknen. Schon aus dieser Thatsache könnte man, abgesehen von jeder anderen Erwägung, den berechtigten Schluss ziehen, dass das Saftsteigen überhaupt durch Capillarität bewirkt werde. Der Einwand, dass das, was für eine kleine Pflanze gilt, nicht auch für eine grosse gelten muss, ist, so lange derselbe nicht durch Beweise gestützt wird, belanglos. Bei gleichartiger Organisation wird das Saftsteigen, mögen die Pflanzen gross oder klein sein, wohl sicher ebenso durch

¹⁾ Dass bei diesem Versuche das von der ausgepumpten Luft mitgeführte Wasser von Schwefelsäure und Chlorcalcium zurückgehalten und von dem Gewichtsverluste des Apparates in Abzug gebracht werden muss, ist selbstverständlich.

dieselbe Kraft bewirkt, wie durch die Herzthätigkeit der Kreislauf des Blutes bei der Spitzmaus und beim Wale, beim Colibri und beim Strauss. Gleichwohl ist es geboten, durch Versuche direct zu beweisen, dass in einem selbst mehr als 100 *m* hohen Stamme das Wasser ebenso durch Capillarität gehoben wird, wie in dem nur einige Centimeter langen Stengel der Feuerbohne.

In dem Fig. 2 skizzirten Apparate wurde von transpirirenden Bruchweiden das Quecksilber bisweilen 64 *cm* hoch gehoben; meist wurde aber durch die Pflanze schon früher Luft eingesaugt, und es blieb unentschieden, durch welchen in Folge der Transpiration eingeleiteten Process, ob durch endosmotische Saugung, oder durch irgendwie hergestellte Luftdruckdifferenz, oder durch Capillarität diese Hubkraft aufgebracht wird. Um hierüber ins Klare zu kommen, muss zunächst die Pflanze für Luft impermeabel gemacht werden. Nach dem früher Gesagten ist dies dadurch möglich, dass die Luftwege, wenigstens im unteren Stengeltheile, mit Wasser gefüllt werden. Wenn dann Luft eingesaugt wird, bilden sich sofort die Jamin'schen Ketten, durch deren Reibungswiderstand, welcher mit dem Durchmesser der betreffenden Canäle in verkehrtem Verhältnisse steht, der weitere Lufteintritt unmöglich gemacht wird.

Die Verdrängung der Luft aus den in Rede stehenden Canälen durch Wasser gelingt nur in kochendem Wasser. Wir haben aber schon hervorgehoben, dass in gekochten Wurzeln und Stengeln die Wasserleitung zunächst, das ist vor dem Eintritte secundärer Veränderungen (Faulen der Wurzeln und Thyllenbildung in den Gefässen an der Grenze des frischen Holzes), nicht sistirt wird. Wenn von einer so behandelten Pflanze das Quecksilber ebenfalls gehoben wird, so ist damit bewiesen, dass dies durch endosmotische Saugung nicht bewirkt wird.

Der Versuch lehrt nun Folgendes:

Von einer Weidenpflanze, deren unteres Drittel sammt dem Culturegefässe circa zwei Stunden in kochendes Wasser eingesenkt wurde, wird das Quecksilber, wenn der Apparat (Flasche und Manometer) mit luftfreiem Wasser gefüllt wird,¹⁾ stets bis zur Barometerhöhe gehoben. Die Transpiration des Sprosses (welcher während des Kochens in ein nasses kaltes Tuch eingeschlagen sein muss) dauert aber ungehindert fort. Es entsteht im Manometer (häufig bei *t*) oder in der Flasche ein Torricelli'scher Raum, der sich fortwährend vergrössert und verschwindet, wenn das Manometer über das Quecksilber in luftfreies Wasser gehoben wird. Durch diesen Versuch wird also sinnfällig bewiesen, dass die durch die Transpiration eingeleitete Wasserbewegung weder durch endosmotische

¹⁾ Nach dem Kochen wird das Wasser im Kochgefässe durch Eintauchen des letzteren in kaltes Wasser bis ca. 50° C. abgekühlt und dann der Stöpsel in die Flasche und das mit kochend heissem Wasser gefüllte Manometer in die zweite Stöpselbohrung eingetrieben. Die Entleerung des Manometers während der Operation wird durch eine über die Mündung des äusseren Schenkels gestülpte Kautschukklappe verhindert. Bis zur vollständigen Abkühlung taucht das Manometer in kochendes Wasser. Vorsichtshalber wird der Stöpsel nach dem Abtrocknen am Rande des Flaschenhalses, des Stengels und Manometers verlackt und die Flasche allenfalls bis über den Stöpsel unter Wasser eingesenkt. Erst dann wird ein Theil des Wassers im Standgefässe des äusseren Manometerschenkels durch Quecksilber verdrängt.

Saugung, noch durch den Luftdruck, der ja aufgehoben wurde, sondern ausschliesslich durch Capillarität bewirkt wird, und es wird durch denselben ferner geradezu ad oculos demonstrirt, wie die luftverdünnten, respective nur mit Wasserdampf gefüllten Räume in den saftleitenden Elementen des Holzes entstehen. Der Versuch lehrt weiter, dass die Capillarattraction vegetabilischer Gefässe gleichweiten Glasröhrchen gegenüber unverhältnissmässig gross ist, und dass in den Pflanzen continuirliche, von Zellwänden durchquerte Wasserfäden existiren, deren hydrostatischer Druck durch die Reibung aufgehoben wird. Diese Wasserfäden stehen durch Vermittlung der zartwandigen und für Wasser leicht permeablen Wurzelzellen in ununterbrochener Verbindung mit dem Bodenwasser. Die Wasseraufsaugung und das Saftsteigen werden daher durch dieselbe hydraulische Kraft bedingt, und es ist nun begreiflich, warum genau oder fast genau so viel Wasser durch die Wurzeln aufgesaugt wird, als aus den Blättern abdunstet. Die zeitweise kleinen Differenzen sind durch das Auftreten und Wiederverschwinden Torricelli'scher Räume in den Saftwegen bedingt. Das Schema für die durch Capillarität bewirkte Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen (Fig. 3) ist von dem, welches ich in der Bot. Zeitg., 1881, S. 809 gegeben habe, nur wenig verschieden (*E* direct verdunstende Zelle, *MM* Mesophyll, *L* Luftblase in dem Gefässe, welches in luft- und saftführende Zellen eingebettet ist, *WW* Zellen des Wurzelparenchyms, *S* wasseraufsaugende Wurzelzelle).

Dass in Folge der Druckdifferenzen im saftleitenden Holze Wasserverschiebungen stattfinden, wurde schon angedeutet. Bei Verringerung der Reibung in den benachbarten Saftbahnen und bei verminderter Transpiration wird in die mit verdünnter Luft oder nur mit Wasserdunst gefüllten Hohlräume (deren Existenz zuerst von Scheit behauptet wurde) Wasser nachgesaugt. Dadurch ist es bedingt, dass mit der Transpirationsintensität nicht nur der Wassergehalt des Holzes, sondern in Folge der zwischen den wasserfreien Hohlräumen des saftleitenden Splintes und der Aussenluft bestehenden Druckdifferenzen auch das Volumen des Baumes variirt.

Zu den geschilderten Versuchen können statt Weidenpflanzen auch Sprossen irgend welcher Holzpflanzen, z. B. *Acer*, *Aesculus*, *Syringa*, *Tilia* etc. verwendet werden. Wenn das gekochte untere Ende bis zum oberen Lochrande des Stöpsels entrindet und die Schnittfläche sorgfältig verschlossen wird, so repräsentiren die peripherischen Zellen, in welche die Gefässe eingebettet sind, die Wurzelzellen, nur dass sie für Wasser weniger gut permeabel sind. Die Versuche mit Zweigen können auch nach dem Blattfalle gemacht werden, es muss aber dann, um die Verdunstung zu beschleunigen, die Korkrinde (das Periderm) entfernt werden.

4. Auch die Coniferen besitzen Gefässe, in welchen der Saft steigt.

Ungeachtet meiner wiederholten Hinweise darauf, dass frische Zweige von Nadelhölzern in der Längsrichtung sehr leicht für Wasser und dass trockene Zweige derselben für comprimirte Luft permeabel sind, Cylinder jedoch, welche

in tangentialer Richtung aus dem Splinte gebohrt wurden, weder Wasser noch Luft durchlassen, wird doch allgemein behauptet, dass die Coniferen gefässlos sind.

Dass bei den Laubhölzern das Saftsteigen vorzüglich in den Gefässen erfolgt und durch Capillarität bewirkt wird, ist endgiltig festgestellt; es ist daher, da nur Osmose und Luftdruck in Betracht kommen könnten, nach dem Gesagten schon a priori gar nicht zu bezweifeln, dass es sich bei den Nadelhölzern ebenso verhält.

Wären die Coniferen gefässlos, so könnte von denselben das Wasser capillar selbstverständlich nicht eingesaugt werden. Manometerversuche aber zeigen, dass von frischen Tannenzweigen, gleichgiltig, ob deren unteres Ende entrinde und verschlossen ist oder nicht, das Quecksilber fast, und von Zweigen, welche selbst ihrer ganzen Länge nach gekocht wurden, stets bis zur Barometerhöhe gehoben und dass auch dann die Transpiration nicht sistirt wird. Dieser Thatsache gegenüber wäre die fernere Behauptung, dass den Coniferen saftleitende Gefässe, das ist Tracheidenstränge, deren Glieder in offener Verbindung stehen, fehlen, einfach absurd.

5. Versorgung transpirirender Blätter mit Wasser.

Nicht minder unrichtig als die Lehre, dass von den Wurzeln transpirirender Pflanzen das Wasser endosmotisch aufgesaugt werde, ist die Behauptung, dass die safterfüllten, direct und indirect verdunstenden Zellen in gleicher Weise ihren Wasserverlust decken.

Abgesehen davon, dass die geforderten endosmotisch wirksamen Substanzen nicht nachgewiesen sind und dass auch stark ausgehungerte Pflanzen bei intensiver Transpiration nicht welken, verlaufen durch Osmose verursachte Bewegungen ausserordentlich langsam; die Grösse der endosmotischen Saugung würde mit der Transpirationsintensität auch dann nicht entfernt gleichen Schritt halten, wenn die betreffenden Zellen wirklich sehr stark endosmotisch wirksame Substanzen enthalten würden. Bei Manometerversuchen mit gekochten *Thuja*-Zweigen steigt das Quecksilber verhältnissmässig sehr rasch, sehr langsam hingegen nach Entfernung der beblätterten Spitzen. Es vertrocknet also das getödtete Parenchym nicht sofort, sondern ersetzt während längerer Zeit das verdunstete Wasser.

Die Parenchymzellen des Blattes sind Bläschen mit elastischen Wänden, welche sich bei der Verdunstung ebenso verhalten müssen wie ein Kautschukballon mit eingekittetem und in Wasser oder Quecksilber tauchendem Glasröhrchen, wenn derselbe vorübergehend etwas gequetscht wird. In die Blätter wird das Wasser in den Gefässen geleitet, und aus diesen wird dasselbe durch einfache Saugung geschöpft.

Die Primordialblätter von Keimpflanzen der Feuerbohne, welche (nach Entfernung der Endknospe) unter einer Glasglocke über Wasser gezogen wurden, erschaffen sofort, wenn die Glocke abgehoben wird. Die Zellen solcher Blätter sind nämlich sehr zartwandig, und ihr elastischer Widerstand ist daher gering.

Die Lehre über die Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen möchte ich in folgenden Sätzen zusammenfassen:

Die direct und indirect verdunstenden safterfüllten Zellen ersetzen ihren Wasserverlust aus den Gefässen durch einfache Saugung. Die Grösse der Saugung dieser Zellen steigt mit dem elastischen Widerstande ihrer Wände. Die Wasseraufsaugung durch die Wurzeln und das Saftsteigen hingegen ist eine capillare Function der Gefässe, als deren Fortsetzung bei Landpflanzen die capillaren Räume des Bodens zu betrachten sind. In diesen Capillaren bildet das Wasser continuirliche, in der Pflanze aber von Zellwänden durchquerte Fäden, deren Schwere durch die Reibung aufgehoben wird. In Folge der Reibung entstehen in den saftleitenden Elementen luftverdünnte oder nur mit Wasserdampf gefüllte Räume, in welche bei Verminderung der Reibung in den benachbarten Saftbahnen oder bei verminderter Transpiration Wasser nachgesaugt wird. Dadurch ist die Aenderung des Wassergehaltes des Holzes und des Baumvolumens bedingt. Das Saftsteigen erfolgt nur im äussersten Splinte und daher bei intensiver Transpiration ausserordentlich rasch. Beim Durchschneiden der Leitbündel unter Quecksilber wird dieses in jene Gefässe, welche im gegebenen Momente an der betreffenden Stelle oder in deren Nähe auf weitere Strecken saftfrei sind, mehr oder weniger weit eingesaugt. Bei Bäumen mit breitem saftführendem Splinte stellt sich nach der Ringelung des jüngsten Holzes an den Wundstellen eine nach Innen einbiegende Nothbahn her; bei jenen Bäumen hingegen, deren Gefässe sich schon im zweiten Jahre mit Thyllen oder mit Gummi erfüllen, vertrocknen die Blätter nach der Ringelung ebenso schnell, wie bei einem gleich grossen Nachbarzweige, welcher ganz abgeschnitten wurde.

Die saftleitenden „Gefässe“ der Coniferen sind Tracheidenstränge, deren Glieder in offener Verbindung stehen.

Endosmotische Saugung und Luftdrucksdifferenzen sind, letztere wenigstens primär, bei der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen nicht betheiligt.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Verhandlungen der Zoologisch-Botanischen Gesellschaft in Wien. Früher: Verh. des Zoologisch-Botanischen Vereins in Wien. seit 2014 "Acta ZooBot Austria"](#)

Jahr/Year: 1890

Band/Volume: [40](#)

Autor(en)/Author(s): Böhm Josef Anton

Artikel/Article: [Ursache der Wasserbewegung in transpirirenden Pflanzen. 149-158](#)