

Der Kreislauf der Säfte in Thieren und Pflanzen.

Von

JOSEF BOEHM,

Doctor der Philosophie und Medicin, o. ö. Professor der Botanik an der
Universität und an der Hochschule für Bodencultur in Wien.

Vortrag, gehalten den 12. November 1884.

Den vorjährigen Vortrag, in welchem ich die Beziehungen der Pflanzen und Thiere zu Kohlensäure und Sauerstoff auseinandergesetzt habe, schloss ich mit den Worten: „Aus Wasser, Gas und Asche wurde jedes organische Wesen.“ — Heute wollen wir nun die Rolle kennen lernen, welche das Wasser im Haushalte der organisirten Natur spielt, und wollen insbesondere die Wege und Kräfte besprechen, in und vermittelt welcher die Säfte in den Pflanzen und Thieren bewegt werden.

Der Körper sämtlicher Lebewesen baut sich aus mannigfach gestalteten Bläschen auf, deren Wände mit Wasser durchtränkt und deren flüssiger Inhalt grösstentheils Wasser ist. Die sogenannte Lebenskraft, vermittelt welcher dieser Aufbau erfolgt, ist bekanntlich nichts Anderes als ein wunderbares System von gegenseitigen Anziehungskräften der kleinsten Theilchen der Materie, welche Kräfte nur dann zur Wirkung gelangen, wenn diese Theilchen sich frei bewegen können, das heisst, wenn sie gasförmig, flüssig oder gelöst sind. Das Lösungsmittel sämtlicher Baustoffe des Pflanzen- und Thierleibes ist fast ausschliesslich Wasser. Wasser ist das Medium, in und mittelst welchem den Körpergliedern die Nährstoffe zugeführt und die

unbrauchbaren und abgenützten Bestandtheile ausgeschieden werden.

In welchen Organen erfolgt nun die Saftbewegung, und welcher Art sind die hierzu nothwendigen Betriebskräfte?

Als Organe bezeichnen wir die Glieder des Pflanzen- und Thierleibes, insoferne dieselben zur Verrichtung bestimmter Functionen dienen. Je höher die Lebewesen organisirt sind, desto specifischer sind ihre Körperglieder bestimmten Functionen angepasst. Dies gilt auch insbesondere bezüglich der Saftwege, bei deren Besprechung wir uns daher auf die Wirbelthiere und Stamppflanzen beschränken wollen.

Die Flüssigkeit, in welcher die Nährstoffe den verschiedenen Körpertheilen im thierischen Organismus zugeführt werden, ist bekanntlich das Blut, dessen rothe Farbe durch specifisch gebaute Körperchen bedingt ist. Beim erwachsenen Menschen beträgt die Blutmenge zwischen 7 und 8 Procent seines Körpergewichtes.

Jedermann weiss, dass das Blut bei den höher organisirten Thieren nicht einfach die Organe durchtränkt, sondern dass es in röhrenförmigen Gefässen eingeschlossen ist und in diesen bewegt wird. Allgemein spricht man ja von dem Kreislaufe des Blutes, den wir nun etwas genauer verfolgen wollen.

In der einfachst gedachten Form stellen die Blutgefässe eine in sich geschlossene Röhre dar, deren flüssiger Inhalt durch die Contraction des Herzens

(Sistole) in kreisende Bewegung versetzt wird. Das Herz ist nichts Anderes als eine musculöse Erweiterung des Gefässringes.

Damit das Blut bei der Sistole aus dem Herzen abfliessen kann, müssen die Gefässwände elastisch sein, und damit es in der Röhre kreise, sind mindestens zwei Klappen nothwendig, deren eine sich öffnet, während die andere geschlossen wird.

Durch das Blut werden sämtlichen Organen die Nährstoffe zugeführt. Um dies zu ermöglichen, muss sich das aus dem Herzen führende Gefäss vielfach verzweigen. Die Wände der immer enger werdenden Aeste verdünnen sich endlich, um eben für die Nährstoffe permeabel zu werden, ausserordentlich. Diese Röhren werden Capillaren genannt.

Die Nährstoffe, welche aus dem Darmkanale in die Blutgefässe eingesaugt werden, sind zweierlei Art. Die einen dienen zum Aufbaue des Körpers und zum Wiederersatz der abgenützten Bestandtheile desselben, die anderen zur Erzeugung von Arbeit und der thierischen Wärme, wozu Sauerstoff nothwendig ist. Hieraus folgt, dass das Blut mindestens zweimal durch Capillargefässe fliessen muss: einmal, um die plastischen Stoffe in den verschiedenen Körpertheilen abzusetzen, und dann, um den zum Verbrennen der Respirationsnahrungsmittel nothwendigen Sauerstoff aufnehmen zu können. Letzteres geschieht bei den genuinen Wasserthieren durch die Kiemen, bei den (uns jetzt interessirenden) Landbewohnern durch die Lungen.

Allen diesen Anforderungen entspricht in der denkbar einfachsten Weise das Blutgefässsystem der Fische. Aus dem Herzen führt ein grosses Gefäss in die Kiemen und zerfällt dort in Capillaren. Diese vereinigen sich zu einem grossen Stamm, welcher sich im Körper abermals in Capillaren auflöst. Nach deren Wiedervereinigung fliesst das Blut in das Herz zurück.

Complicirter ist das Blutgefässsystem bei den warmblütigen Thieren gebaut. Während bei den Fischen das Blut von denselben Herzmuskeln durch die Athmungsorgane und durch den Körper getrieben wird, ist diese Arbeit bei den Vögeln und Säugethieren auf zwei Herzen vertheilt, welche jedoch zu einem Organe vereinigt sind. Es besteht dieses aus zwei Kammern und zwei Vorkammern.

Bei der Sistole wird das Blut aus der linken Kammer in den Körper, aus dem rechten Ventrikel in die Lungen getrieben. Die Gefässe, in welchen dieses geschieht, verzweigen sich vielfach und heissen Arterien. Die feinsten Auszweigungen derselben vereinigen sich wieder zu weiteren Röhren, den Venen. Die grosse Körpervene mündet in den rechten, die Lungenvene in den linken Vorhof. Die Vögel und Säugethiere haben somit zwei Kreisläufe, welche jedoch nur halbe Kreisläufe sind und erst durch die Herzen zu einem ganzen Kreislauf geschlossen werden.

Um zu bewirken, dass das Blut bei der Sistole nur in die Arterien und nicht auch retour in die Venen gepresst werde, sind selbstverständlich Klappen noth-

wendig. Diese Klappen befinden sich an der Grenze zwischen Hof und Vorhof. Dieselben sind zugespitzt und werden bei der Sistole mittelst eigener Muskeln in eine Lage gebracht, bei welcher die Communication zwischen den Höfen und Vorhöfen aufgehoben und so ein Rückströmen des Blutes verhindert wird.

In Folge der Sistole werden die aus den Ventrikeln führenden Arterien mit Blut überfüllt. Um zu verhindern, dass dieses bei der nun folgenden Erschlaffung (Diastole) des Herzens nicht wieder in letzteres zurückfließe, befinden sich an der Mündung der genannten Gefäße halbmondförmige Klappen (Taschenventile), welche durch das retourströmende Blut sofort geschlossen werden.

Wenn man das Ohr direct oder mittelst eines geeigneten Hörrohres (Stethoskop) auf die Herzgegend legt, so hört man hintereinander zwei Töne, von denen der erste durch das Zuschlagen der spitzen, der zweite durch das Zuschlagen der halbmondförmigen Klappen bedingt ist. Bei Insufficienz der Klappen entsteht infolge des regurgitirenden Blutes ein Geräusch, das sicherste Indicium eines organischen Herzfehlers, welcher sich selbstverständlich auch in anderer Weise äussert, und zwar verschieden, je nachdem diese oder jene Klappen erkrankt sind.

Bei der Sistole wird das Blut aus dem Herzen in die Gefäße gepresst, welche sich infolge dessen erweitern. Man fühlt dies beim Auflegen der Fingerspitze und bezeichnet die Erscheinung als Puls. Aber

nicht bei jedem, selbst grösseren Gefässe fühlt man den Puls, speciell nicht bei jenen Gefässen, welche sehr oberflächlich liegen und aus einem eigenthümlichen Grunde blau durch die Haut scheinen. Diese Gefässe sind Venen, in welchen das Blut in das Herz zurückkehrt. Zwischen ihnen und den pulsirenden Arterien sind die Capillaren eingeschaltet. Das bei der Sistole aus dem Herzen getriebene Blut wird, wie schon erwähnt, zunächst von den sich erweiternden Arterien aufgenommen, welche sich bei der Diastole wieder zusammenziehen. Dadurch wird die durch das Herz verursachte stossweise Bewegung für die Capillaren und Venen zum grössten Theile aufgehoben. Hieraus folgt auch, dass das Oeffnen einer Vene viel weniger bedenklich ist als das einer Arterie.

Jedermann weiss, dass, wenn man die Hände abwärts senkt, die Venen bedeutend anschwellen. Es muss dann, sowie aus den unter dem Herzen liegenden Körpertheilen das Blut, gegen die Schwerkraft, in das Herz zurückfliessen, wodurch die Venen ausgedehnt werden. Die Krampfadern u. s. w. sind solche ausgedehnte Venen und finden sich nie im Oberkörper.

Blutüberfüllung (Hyperämie) eines Organes entsteht dann, wenn sich die Blutgefässe desselben erweitern. Bei der Entzündung ist die Circulation gehemmt, die Capillaren und die angrenzenden kleinen Gefässe sind ganz mit Blutkörperchen vollgestopft.

Wenn das Herz schlecht arbeitet, so werden die Capillaren nur schlecht gespeist. Hieraus erklärt sich

die Blässe der Ohnmächtigen und der Sterbenden. Wenn das Herz endlich gar nicht mehr arbeitet, so fließt das Blut aus den Arterien, infolge der Contraction ihrer Wände, in die Venen ab. Die alten Anatomen glaubten daher, dass die Arterien gar kein Blut führen, und bezeichneten sie als luftführende Gefäße.

Durch die Blutgefäße werden, wie schon gesagt, den Körpertheilen die Nährstoffe zugeführt. Die eigentliche Ernährungsflüssigkeit für die Organe ist das Blutplasma, welches durch die Wandungen der Capillaren hindurchgeht. Das unverbrauchte Plasma, beladen mit den abgenützten Theilen, wird von eigenen Gefäßen, den Lymphgefäßen aufgesaugt, welche ihren Inhalt in die Venen entleeren. Die Function der Nieren ist es nun, diese Stoffe und das überschüssige Wasser aus dem Blute abzufiltriren. Es geschieht dies in den sogenannten Malpighi'schen Knäueln. Ein solcher Knäuel besteht aus einem zusammengerollten Capillargefäß und ist in eine Kapsel mit einem Ausführungsgange eingeschlossen.

Den Capillaren der Athmungsorgane fällt, wie wir schon im vorigen Jahre ausführlicher auseinandergesetzt haben, die Aufgabe zu, das Blut mit Sauerstoff zu versorgen. Der Sauerstoff wird von den dadurch hellroth werdenden Blutkörperchen aufgenommen und auf dem Wege dieser durch den Körper zum Verbrennen bestimmter Nährstoffe verbraucht. Die dabei gebildete Kohlensäure wird von der Blutflüssigkeit absorbirt und diffundirt durch die Athmungsorgane nach Aussen. —

Der ganze Kreislauf vollendet sich in weniger als einer Minute.

Betrachten wir nun, ebenfalls in Kürze, die Wege und Ursachen der Saftbewegung in den Stammpflanzen.

Bekanntlich „bluten“, ähnlich wie die Thiere, nach einer Verletzung der Weinstock, die Birke, der Aborn. Dies geschieht aber nur im Frühjahr vor der Belaubung, und es ist dasselbe nicht durch Contraction der Saftwege, sondern durch Osmose bedingt.

Taucht man eine thierische Blase, welche mit einer concentrirten Lösung von Eiweiss, Gummi, Zucker oder einer Salzlösung gefüllt, und in deren Hals eine Glasröhre eingebunden wurde, in Wasser, so wird dieselbe nach einiger Zeit prall, und die Flüssigkeit beginnt in der Röhre zu steigen. Die Moleküle der genannten Substanzen haben nämlich das Bestreben, ihre Wasserhüllen zu vergrössern, und die Membran ist für dieselben nur schlecht oder gar nicht, für Wasser aber leicht permeabel.

In ganz gleicher Weise wird das Bluten der genannten und anderer Pflanzen veranlasst. Die Wurzeln bestehen nämlich aus capillaren Röhren, „Gefässen“, welche von Zellen umgeben sind, die sich ähnlich verhalten wie unsere Blase und einen Theil ihres flüssigen Inhaltes in die Gefässe entleeren.

Man war bis vor nicht langer Zeit der Ansicht, dass der in eben beschriebener Weise erzeugte Wurzeldruck es sei, durch welchen der Saft bis in die Blätter

gepresst werde. Dem ist aber nicht so. Es bluten viele Pflanzen überhaupt nie und nach erfolgter Belaubung keine einzige. Das Saftsteigen wird nämlich durch die Transpiration veranlasst. Unter normalen Verhältnissen verdunsten die Blätter aber viel mehr Wasser, als durch die osmotische Thätigkeit der Wurzeln aus dem Boden aufgenommen werden kann. Der Sachverhalt ist vielmehr folgender:

Die verdunstenden Blattzellen sind elastische Bläschen, welche ganz mit Flüssigkeit erfüllt sind. Wenn dieselben einen Theil ihres Wassers verloren haben, so werden sie durch den Luftdruck etwas zusammengepresst; sie werden Saugapparate und entziehen, da sie für Luft impermeabel sind, den vor der Verdunstung geschützten Schwesterzellen einen Theil ihres flüssigen Inhaltes. Letztere regressiren sich an den weiter nach Innen gelegenen Nachbarn, und so fort.

In etwas anderer Weise, jedoch nach demselben Principe werden die safterfüllten Blattzellen von dem Stamme und dieser von den Wurzeln her mit Wasser versorgt.

Die Blätter haben Rippen, welche gleichsam nur eine Fortsetzung des Stammes sind und so wie dieser aus Bast und Holz bestehen. Das Saftsteigen erfolgt nur in Letzterem.

Das Holz besteht im Wesentlichen aus lang gestreckten Zellen und Gefäßen, welche im frischen Zustande theils mit Wasser, theils mit Luft von sehr geringer Tension gefüllt sind.

Wird, wie dies zuerst von Prof. v. Höhnel geschah, eine Pflanze oder ein Zweig derselben unter Quecksilber abgeschnitten, so wird dieses bis zu bedeutender Höhe in die Gefässe eingesaugt. Dies scheint zu beweisen, dass die Gefässe nur verdünnte Luft führen. Ein frischer Zweig von selbst nur mässiger Länge ist aber auch für stark comprimirt Luft impermeabel und an seiner oberen Schnittfläche erscheint Wasser, während durch trockene Zweige schon bei viel geringerem Drucke Luft gepresst werden kann.

Es führen also die Gefässe verdünnte Luft und Saft. Beide wechseln mit einander ab und bilden eine Kette, welche infolge der Reibung bewegenden Kräften einen grossen Widerstand entgegenstellen. Dies ist die Ursache, warum frische Zweige von selbst nur mässiger Länge für comprimirt Luft impermeabel sind.

Im Gegensatze zu den Blutgefässen befindet sich also in den saftleitenden Pflanzengefässen deren flüssiger Inhalt nicht in strömender Bewegung. Wie erfolgt nun aber das Saftsteigen in denselben?

Ausser Gefässen besteht das Holz, wie schon gesagt, aus langgestreckten Zellen, welche ebenfalls Wasser und verdünnte Luft enthalten. Wird ein geeigneter Längsschnitt in Wasser gelegt, so sieht man unter dem Mikroskope, dass sich die Luftblase in den Zellen bedeutend verkleinert und Wasser eingesaugt wird.

Von den safterfüllten, infolge der Transpiration wasserbedürftig gewordenen Blattzellen wird den angrenzenden Elementen des Holztheiles der vielfach

verzweigten Rippen Wasser entzogen. Die nächste Folge davon ist, dass die Luft in denselben noch weiter verdünnt wird, als sie es bereits war. Diese Verdünnung wird nun ausgeglichen durch von der Nachbarschaft her fließendes Wasser. Hat auf diese Weise ein mit Saft erfülltes Gefäßstück einen Theil seines flüssigen Inhaltes verloren, so entzieht es ein gleiches Quantum den Nachbarzellen, vorzüglich an der oberen Grenze ihrer unteren Luftblase, denn hier sind die Reibungswiderstände am kleinsten.

Um den Saftverkehr zwischen den Zellen und Gefäßen zu erleichtern, sind die Wände derselben stellenweise stark verdünnt, mit Tüpfeln besetzt, und die Tüpfel der benachbarten Elemente münden auf einander.

Es wird also das Saftsteigen durch den Luftdruck bewirkt. Mittelst des Atmosphärendruckes kann das Wasser aber nur gegen neun Meter hoch gehoben werden, während manche Bäume eine Höhe von hundert Metern und darüber erreichen. Durch übereinander gestellte Pumpen wäre es jedoch möglich, das Wasser fast bis zur Atmosphärengrenze zu heben. Ein solches System von Saugwerken wird nun im Baumstamme thatsächlich hergestellt durch die Respiration des Holzes und durch Gasdiffusion.

Wenn ein oberflächliches, nicht zu grosses Blutgefäß geöffnet wird, so verschliesst sich dasselbe durch einen Fibrinpfropf. Im absterbenden Holze und in Aststumpfen erfolgt der Verschluss der Gefäße dadurch,

dass dieselben von der Nachbarschaft her mit Gummi oder Zellen erfüllt werden.

Mit dem aufsteigenden Wasser werden den Pflanzen die Aschenbestandtheile zugeführt. Den Kohlenstoff beziehen sie in Form von Kohlensäure aus der Luft. Die Leitung der in den Blättern assimilirten Stoffe zu den Verbrauchsstätten, also in der Regel nach abwärts, erfolgt im Baste. Entfernt man bei irgend einer unserer gewöhnlichen Holzpflanzen einen ringförmigen Rindenstreifen, so erfolgt das Dickenwachsthum nur mehr oberhalb der Ringwunde. Geschieht dies bei einem Zweige, so kommen die sonst zur Abfuhr bestimmten Säfte den Früchten zu Gute, welche infolge dessen unverhältnissmässig gross werden. Diese Operation, der sogenannte Zauberschnitt, wurde schon von den Alten ausgeführt. Durch welche Kräfte der Transport der assimilirten Stoffe zu den Verbrauchsstätten bewirkt wird, ist derzeit noch unbekannt. Es unterliegt keinem Zweifel, dass die Rolle, welche hiebei die Osmose spielt, eine sehr untergeordnete ist und weit überschätzt wird.

Die Auf- und Abwärtsbewegung der Pflanzensäfte erfolgt in gesonderten Bahnen; einen geschlossenen Kreislauf haben die Pflanzen nicht. Der ganze Process ist bei diesen viel verwickelter als bei den Thieren. Obwohl schon seit zweihundert Jahren studirt, datiren unsere diesbezüglichen Kenntnisse doch erst seit jüngster Zeit, und die Zukunft hat auch hier noch viele Räthsel zu lösen.

ZOBODAT - www.zobodat.at

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Schriften des Vereins zur Verbreitung naturwissenschaftlicher Kenntnisse Wien](#)

Jahr/Year: 1885

Band/Volume: [25](#)

Autor(en)/Author(s): Böhm Josef Anton

Artikel/Article: [Der Kreislauf der Säfte in Thieren und Pflanzen. 39-52](#)