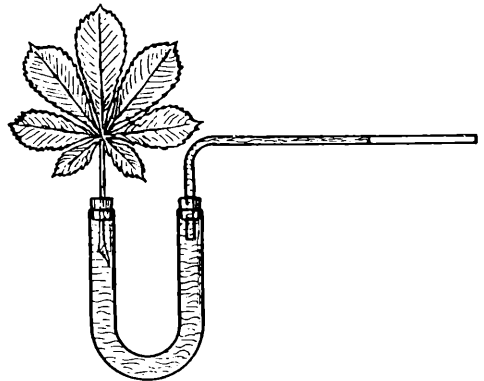


Wir haben alle in der Schule vom großen Kreislauf des Wassers gelernt: Das Wasser verdunstet an der Erdoberfläche, kondensiert in höheren Luftschichten und fällt dann als Regen wieder herab. Überraschend ist es aber vielleicht, daß in Mitteleuropa nur etwa ein Drittel des Niederschlagswassers vom Meere hergetragen wird, während fast zwei Drittel (rund 60 Prozent) die Pflanzendecke liefert! Dies allein schon beleuchtet die Rolle der Pflanze im Haushalt der Natur und ihre große Leistungsfähigkeit. Eine freistehende Buche kann täglich 200 bis 400 Liter Wasser verdunsten, ein Hektar Buchenwald über 2000 Liter pro Tag. Die Wassermenge, die eine krautige Pflanze an einem warmen Tag durchströmt, kann das Mehrfache ihres Eigengewichtes betragen! Dieses Wasser muß aus dem Boden aufgenommen, in den Sprossen geleitet und durch die Blätter als Wasserdampf wieder abgegeben werden, manchmal auch in Form flüssigen Wassers. Und darüber hinaus muß die Pflanze ihren Wasserhaushalt so regeln, daß ein bestimmter minimaler Wassergehalt möglichst nicht unterschritten wird.

Wie jede Bilanz, so setzt sich auch die Wasserbilanz der Pflanze aus Einnahmen und Ausgaben, also aus Wasseraufnahme und -abgabe, zusammen, die einander letztlich die Waage halten müssen. Zwischen Aufnahme und Abgabe findet noch die Wasserleitung statt. Diese koordiniert verlaufenden Vorgänge werfen eine große Zahl von pflanzenphysiologischen Problemen auf, die zum Teil noch Gegenstand intensiver Forschung sind.

Die Organe der Wasseraufnahme sind, wie wir ja alle wissen, die Wurzeln. Sie bilden dazu, von ihrer Oberhaut ausgehend, feine Härchen aus, durch die die Wurzeloberfläche um ein Mehrfaches vergrößert wird. Die Wasseraufnahme selbst ist ein überaus komplexer und auch heute noch nicht völlig durchschaubarer Vorgang. In der Hauptsache ist sie wohl ein rein physikalischer Vorgang. Der größte Teil der Wurzelhärchen ist wie bei den allermeisten Pflanzenzellen überhaupt von einer wäßrigen Lösung verschiedener Zucker, Säuren, Salze, manchmal auch von Farbstoffen erfüllt. Dieser sogenannte Zellsaft ist gegen das

lebende Plasma von einem feinen, nur im Elektronenmikroskop erkennbaren Häutchen abgegrenzt, das überaus merkwürdige Eigenschaften besitzt. Es vermag nämlich Wasser recht leicht hindurchzulassen, nicht aber die darin gelösten Stoffe. Kommt nun eine solche Zelle mit Wasser in Berührung, so befinden sich zu beiden Seiten des eben genannten Plasmahäutchens Flüssigkeiten von sehr verschiedener Konzentration: außen das Bodenwasser mit nur wenig darin gelösten Stoffen, im Innern der Zelle aber der wesentlich höher konzentrierte Zellsaft. Konzentrationsunterschiede suchen sich aber auszugleichen. Da die in der Zelle gelösten Stoffe nicht aus dieser heraus können, ist ein solcher Konzentrationsausgleich nur dadurch möglich, daß Wasser von außen in die Zelle einströmt. Dieser Vorgang heißt Osmose. Die Zelle wird dabei gedehnt, und zwar so lange, bis der Gegendruck der gedehnten Zellwand, die jede Pflanzenzelle umgibt, ebenso groß ist wie die Kraft, mit der das Wasser einströmt. Wenn das Gleichgewicht erreicht ist, entwickelt die Zelle Drucke von normalerweise 10 bis 40 Atmosphären, sie können aber bei Pflanzen trockener und salziger Standorte auf über 100 Atmosphären ansteigen! So lange die Zelle nicht voll gesättigt ist, übt sie also eine Saugkraft aus, und zwar



Schema eines einfachen Potometers: Das Wasser verdunstet durch die Blattoberfläche, und die Luftblase im waagrechten Glasrohr wandert nach links.

\* Nach einem am 6. Juni 1967 vom Österreichischen Rundfunk gesendeten Vortrag.

eine um so höhere, je weniger gespannt die Zellwand und je konzentrierter der Zellsaft ist. Wasserverlust, wie beim Welken, führt zum Eindicken des Zellsaftes und zur Entspannung der Zelle und damit wieder zu höheren Saugkräften.

Neben dieser osmotischen Wasseraufnahme müssen wir aber noch weitere Möglichkeiten in Betracht ziehen. Beim Kontakt verschieden konzentrierter Salzlösungen treten wie in einem elektrischen Element Spannungen auf, die zu Wasserverschiebungen führen können. Auch eine sogenannte „aktive Wasseraufnahme“ wird diskutiert, bei der die lebende Zelle Energie aufwenden muß. Man kann die Bereitstellung von Energie durch bestimmte Gifte lahmlegen, die Wasseraufnahme sinkt dann — meist nur geringfügig — ab, und es bleibt die auf rein physikalischen Gesetzmäßigkeiten beruhende osmotische Komponente allein übrig.

Die Drucke, die auf die eben skizzierte Weise in den Zellen der Wurzeln zustande kommen, vermögen das Wasser auch in die Wasserleitbahnen zu pressen und in ihnen aufwärts zu drücken. Schneidet man einer jungen, wachsenden Pflanze die oberirdischen Teile weg, so tritt bei guter Wasserversorgung aus dem Sproßstumpf Wasser aus. Man nennt diese Erscheinung das Bluten, sie geht auf den Wurzeldruck zurück. Er vermag namentlich bei krautigen Pflanzen zur Wasserversorgung der oberirdischen Organe beizutragen, manche Pflanzen sind in ihrer Wasserversorgung ganz oder weitgehend auf den Wurzeldruck angewiesen. Läßt man abgeschnittene Seerosenblätter auf dem Wasser schwimmen, so welken sie, obwohl sie reichlich Gelegenheit hätten, mit dem Blattstiel Wasser aufzunehmen. Sie sind aber offenbar dazu nicht imstande, sondern werden nur durch den Wurzeldruck damit versorgt. Und eben hat einer meiner Schüler festgestellt, daß auch bei der Wasserversorgung der Schachtelhalme der Wurzeldruck eine wichtige Rolle spielt. Er führt bei vielen Sumpf- und Wasserpflanzen dazu, daß tropfbar flüssiges Wasser an bestimmten Stellen der Blätter ausgepreßt wird, wodurch trotz der in der feuchten Atmosphäre nur geringen Verdunstung ein Wasserstrom in der Pflanze aufrechterhalten wird.

Im allgemeinen reicht aber der Wurzeldruck nicht aus, um genügend Wasser für die Pflanze bereitzustellen. keinesfalls vermag er aber das Wasser bis in die Wipfel der Bäume zu pressen. In den Baumstämmen herrscht vielmehr ein Unterdruck, das Wasser wird in den Ge-

fäßen emporgesogen. Normalerweise können wir jedoch mit einer Saugpumpe das Wasser niemals höher als zehn Meter hochsaugen. Die Pflanze nützt aber beim Saftsteigen eine Eigenschaft des Wassers aus, die lange unbeachtet blieb: die Kohäsion der Wassermoleküle untereinander. Sie verhindert in den engen Gefäßen das Abreißen der Wasserfäden. Dadurch kann das Wasser weit über zehn Meter in die Baumwipfel emporgesogen werden, und die höchsten Bäume werden bis 150 Meter hoch! Freilich wachsen mit zunehmender Höhe die Schwierigkeiten in der Wasserversorgung, was sich in einem Anstieg der Saugkräfte in den Blättern äußert.

Bäume gehen daher, ähnlich wie es auch Pflanzen trockener Standorte tun, mit dem Wasser sparsam um, d. h. sie schränken rechtzeitig, an warmen Tagen schon am frühen Vormittag, ihre Wasserabgabe oder Transpiration ein. Sie tun das mit Hilfe ihrer Spaltöffnungen, winziger Poren, die hauptsächlich an der Unterseite der Blätter sitzen, 200 bis 1200 pro Quadratmillimeter. Sie öffnen sich im Licht; wenn aber der Wassergehalt und damit der Druck in den Zellen abnimmt, kommt es wieder zu einem Verschuß, der so lange anhält, bis sich die Blätter wieder mit Wasser gesättigt haben. Dieses durch Licht und Wassergehalt, aber auch noch andere Faktoren gesteuerte Spiel der Spaltöffnungen zu erforschen, gehört mit zu den reizvollsten, aber auch zu den schwierigsten Kapiteln der Pflanzenphysiologie; von einer völlig befriedigenden Erklärung sind wir heute noch immer recht weit entfernt.

Wenn die Spalten völlig geschlossen sind, ist die Transpiration des Blattes zwar nicht völlig unterbrochen, doch stark eingeschränkt. Es gibt dann nur noch durch die spaltöffnungsreiche Oberfläche Wasserdampf ab. Diese ist mit einem fettartigen und daher weitgehend wasserundurchlässigen Häutchen, der Kutikula, überzogen. Auch diese Komponente der Wasserabgabe, die sogenannte kutikulare Transpiration, ist, wie wir schon vor längerem zeigen konnten, veränderlich, wenn auch in bedeutend engeren Grenzen. Sie ist bei wintergrünen Pflanzen im Winter sinnvollerweise geringer als im Sommer. Auch eine Wasseraufnahme durch die Blattoberfläche ist grundsätzlich möglich. Von einigen Tropenpflanzen abgesehen, die mit speziellen Einrichtungen zur oberirdischen Wasseraufnahme versehen sind, spielen aber die geringen, der Pflanze durch die Blätter zugeführten Wassermengen gewöhnlich keine Rolle. Wie gleichfalls schon vor längerer

Zeit einer meiner Schüler zeigen konnte, reichen sie immerhin aus, um bei Nadelbäumen den Wasserverlust der Blätter im Winter zu decken. Dies ist insofern von Bedeutung, als eine Wasseraufnahme aus dem gefrorenen Boden, namentlich für Flachwurzler, praktisch unmöglich ist.

Ich möchte hier nur der Vollständigkeit halber einfügen, daß verschiedene niedere Pflanzen, so vor allem die Flechten, aber auch Algen, die als Überzüge auf Baumstämmen, Felsen usw. anzutreffen sind, gänzlich auf oberirdisch zugeführtes Wasser angewiesen sind; sie müssen daher auch vollständiges Austrocknen ohne Schädigung ertragen können. Die höheren Pflanzen dagegen, vor allem praktisch alle Blütenpflanzen, sind auf die Einhaltung eines bestimmten Minimalwassergehaltes angewiesen. Dies erreichen sie durch die vorhin skizzierte Einschränkung der Transpiration durch Spaltenschluß, dann aber auch durch Verringerung der Oberfläche, also Reduktion der Blätter, wie dies z. B. bei Rutensträuchern, etwa Ginsterarten oder Kakteen, der Fall ist. Wachstumsüberzüge, Behaarung, kugelbuschartiger Wuchs vermögen in manchen Fällen gleichfalls die Wasserabgabe herabzusetzen. Die mächtigen fleischigen Stammorgane der Kakteen, die fleischigen Blätter der Agaven und Aloen, auch der Hauswurz und vieler anderer Pflanzen dienen als Speicher, aus deren Inhalt die Pflanze während der Trockenzeiten ihren Wasserbedarf deckt.

Die genaue Kenntnis des Wasserhaushaltes der Pflanze ist nicht nur Selbstzweck, nicht nur von rein wissenschaftlichem Interesse. Der Mensch ist auf die Pflanze angewiesen, sie ist die Grundlage seiner Ernährung. Die geradezu explosionsartige Vermehrung der Bevölkerung der Erde zwingt zur Ausweitung der Anbauflächen in Gebieten, die heute infolge Wassermangels Ödland sind, wo also das Wasser der den Pflanzenwuchs begrenzende Faktor ist. Da die Pflanze aber nur höchstens so viel Wasser verbrauchen kann, wie ihr zur Verfügung steht, ist die Kenntnis ihres Wasserhaushaltes von kaum zu überschätzender wirtschaftlicher und praktischer Bedeutung. Dies gilt z. B. auch für die Wiederaufforstung entwaldeter Gebiete, in denen durch die Erosion die wasserhaltende Kraft der Bodenkrume weitgehend vermindert, der Wasserfaktor also im Minimum ist. Derartige Studien werden in Österreich an der Innsbrucker Universität intensiv betrieben. Die Verhältnisse an den Trockenhängen des Alpenostrandes wurden von der Wiener Schule eingehend studiert.



Feuerlilie mit 12 Blütenblättern aus dem Bezirk Weiz

Foto Bergwächter Johann Gingl

Es ist die vornehmste Aufgabe unserer Universitätsinstitute, die Grundlagen unseres Wissens immer weiter auszubauen und zu erweitern. Wenn diese Grundlagenforschung oft wenig glücklich als zweckfreie Forschung bezeichnet wird, so darf dies jedenfalls nur so verstanden werden, daß sie primär nicht auf einen praktischen Zweck gerichtet sein muß. Gerade am Beispiel des Wasserhaushaltes der Pflanzen wird deutlich, wie die Grundlagenforschung Ausgangspunkte für lebenswichtige ökonomische Anwendungen liefern kann, dies selbst dann, wenn das augenblicklich bearbeitete Spezialproblem zunächst in keinem offenkundigen Zusammenhang mit irgendwelchen wirtschaftlichen Zwecken zu stehen scheint.

#### Fehlerberichtigung

Das Bild einer Gelben Schwertlilie in Heft 4, Seite 94, wurde irrtümlich mit „*Iris sibirica*“ unterschrieben. Es soll heißen: *Iris pseudacorus*.

Die Redaktion

# ZOBODAT - [www.zobodat.at](http://www.zobodat.at)

Zoologisch-Botanische Datenbank/Zoological-Botanical Database

Digitale Literatur/Digital Literature

Zeitschrift/Journal: [Natur und Land \(vormals Blätter für Naturkunde und Naturschutz\)](#)

Jahr/Year: 1967

Band/Volume: [1967\\_5-6](#)

Autor(en)/Author(s): Härtel Otto

Artikel/Article: [Der Wasserhaushalt der Pflanze. 121-123](#)