

Zum Einstieg die letzte Folge in wenigen Sätzen:

1. *Wurzeln stabilisieren die Pflanze. Die Primärwurzel dringt in das Substrat ein und die nach außen gerichteten Haarwurzeln verankern die neue Wurzel fest im Boden.*
2. *Eine Wurzel wächst nur an der Spitze. Die Region der Haarwurzeln befindet sich stets kurz hinter der Wurzelspitze. Da eine Wurzel immerzu wächst, verschiebt sich die Region der Haarwurzeln nach vorne.*
3. *Dies geschieht folgendermaßen: Mit Verlängerung der Wurzel bilden sich weiter vorne junge Wurzelhaare, während die hinteren, älteren eintrocknen und absterben. Eine Pflanze produziert also fortlaufend neue Haarwurzeln.*
4. *Haarwurzeln sind nach außen gestülpte und stark vergrößerte Zellen der Wurzelaußenfläche. Nur über die Haarwurzeln ist eine Pflanze in der Lage, Wasser aufzunehmen. Nur hier ist sie für die Umgebung offen.*

Abb. 1

Haarwurzel im Medium

Die Aufnahme von Wasser ist kein aktiver Transport, aber zu vergleichen mit einem entzündeten Docht einer Öllampe, der das Öl ständig zum Verbrennungsort saugt (zur Flamme). Die Flamme der Pflanze ist die Verdampfung auf den Blättern.



Die Aufnahme von Wasser und Düngesalzen in die Haarwurzeln geschieht nahezu ohne Widerstand.

Während der Rest einer Wurzel mit einer wasserundurchdringlichen Außenhaut umgeben ist, ist eine Haarwurzel nur mit einer dünnen Membran versehen, die von Wasser und darin gelösten Stoffen ungehindert passiert werden kann. In der Skizze 1 (Haarwurzel im Medium) ist der Kontakt der Haarwurzel mit den Partikeln des Mediums deutlich erkennbar, die Verzweigungen vergrößern die Oberfläche und schmiegen sich an das Substrat an. Aus der Haarwurzel strömt das Wasser durch die Nachbarzellen in Richtung Mitte. Inmitten jeden Wurzelstranges verläuft der Zentralzylinder, ein Leitungssystem mit Strömung in Richtung Stengel. Hier vereinen sich alle Wurzelströme im großen Zentralzylinders des Stengels um gemeinsam den Weg nach oben anzutreten.

Den **größten Widerstand** für das Wasser stellt die **Passage von Haarwurzel nach Zentralzylinder** durch die angrenzenden Zellen dar, denn hier werden mehrere Zellmembranen (Schleusen) durchdrungen.

Saugvermögen einer Wurzel:

Eine Wurzel saugt aus ihrer Umgebung Wasser ein. Dieser Transportvorgang ist vollkommen passiv, also ohne Aufwand von Energie. Die Wurzel hat verglichen mit dem Pflanzmedium einen Unterdruck für Wasser. Darum strömt das Wasser vom Boden in die Wurzel und nicht umgekehrt.

In ganz trockenen Zeiten (oder wenn der Pflanzenpfleger nachlässig war) kann das Pflanzsubstrat ein größeres Saugvermögen (größeren Unterdruck) als die Wurzeln erlangen und das Wasser läuft regelrecht aus den Wurzeln nach draussen. Dies ist für die meisten Pflanzen verheerend, wenn sie nicht, wie z.B. die Wüstenpflanzen, auf solche Einflüsse genetisch gerüstet sind. Die Saugkraft der Wurzel ist abhängig vom Wasserwiderstand, der beim Durchdringen der Wurzelzellen überbrückt werden muß.

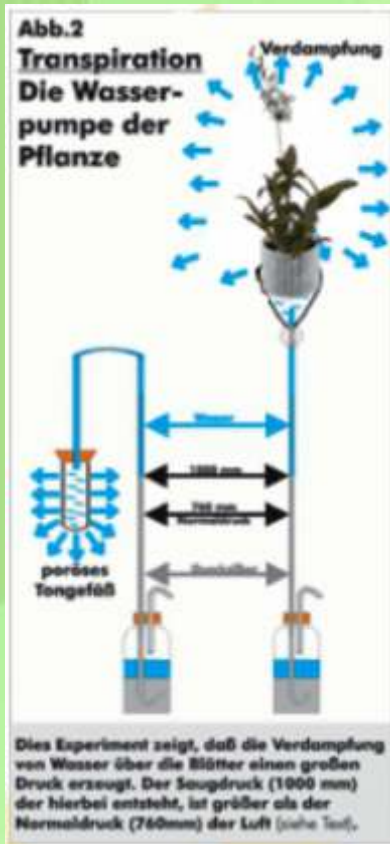
Der Wasserwiderstand ist stark abhängig von der

Wassertemperatur. Für unser menschliches Auge ist Wasser von 15 Grad Celsius genauso flüssig wie Wasser von 25 Grad Celsius. Tatsächlich aber nimmt die Zähflüssigkeit (die Viskosität) des Wassers mit sinkenden Temperaturen zu. Wir müssen berücksichtigen, daß wir gerade den Mikrokosmos studieren und uns auf Zellniveau bewegen. Im Maßstab einer Zelle ist Wasser von 10 Grad Celsius nämlich schon eine sehr zähflüssige Angelegenheit und je wärmer es wird, desto geringer der Widerstand für die Passage zum Zentralzylinder.

Die treibende Kraft für die Wasseraufnahme in den Wurzeln ist die Verdampfung des Wassers auf den Blättern (**die Transpiration**). Je mehr eine Pflanze also schwitzt, umso größer ist die Saugkraft der Wurzeln.

Die Transpiration auf den Blättern ist **abhängig vom Klima**, insbesondere von der Temperatur und von der Luftfeuchtigkeit.

1. Ist es an den Blättern warm, verdunstet viel Wasser, ist es aber kalt, so transpirieren die Blätter wenig Wasser.
2. Bei geringer Luftfeuchtigkeit wird mehr Wasser aus den Blättern verdunstet als bei einer bereits hohen Luftfeuchtigkeit.



Experiment:

Ob die Verdampfung auf den Blättern tatsächlich die treibende Kraft für die Wasseraufnahme in den Wurzeln sein kann, verdeutlicht das Experiment, das ich in Abbildung 2 skizziert habe.

Ein von allen Wurzeln befreiter Pflanzentrieb wird luftdicht in einem Kolben mit Wasser fixiert. Durch diese Anordnung (siehe Abb 2) kann nur die Verdunstung auf den Blättern die Pflanze veranlassen, Wasser aufzunehmen. Der Kolben wurde verbunden mit einem Luftdruckmesser. Das Experiment zeigte, daß die Pflanze die Quecksilbersäule in den Kapillaren höher zieht als es der Luftdruck in einem Barometer kann. Vergleichsweise muß ein poröses Tonröhrchen (mit Wasser gefüllt und tropfend) im gleichartigen Experiment wesentlich tiefer angebracht werden, um den gleichen Druck erzeugen zu können.

Praktische Erkenntnisse bis hier:

Eine Pflanze nimmt nicht aktiv Wasser auf. Die Transpiration zieht das Wasser in die Pflanze. Sowohl die Verdunstung, als auch das Saugvermögen der Wurzeln sind temperaturabhängig, und darum können wir sie direkt beeinflussen.

Je wärmer ein Raum ist, umso mehr Wasser nimmt die Pflanze aus dem Boden auf. Das Wasser sollte sie dann aber auch vorfinden.

In Räumen mit kaltem Boden, aber hoher Lufttemperatur (Lampen) können Pflanzen Wasserstreß bekommen. Die Temperatur an den Blättern läßt viel Verdunstung zu, da aber der Boden kalt ist, ist das Wasser zu zäh, um schnell genug die Wurzeln zu passieren.

Dann werden die Blätter nicht ausreichend mit Wasser versorgt. Die Folge sind schlappe oder verwelkte Blätter bei nassem Boden (und Wurzelfäule und Schimmelkrankheiten werden rasch folgen).

Abhilfe schafft in diesem Fall eine Temperierung des Substrates mit entsprechenden Wärmeelementen. So wird der Wasserwiderstand für die Wurzelpassage herabgesetzt. Ebenso falsch ist es, die Pflanzen mit eiskaltem Wasser aus der Leitung zu gießen. Bevor das Wasser sich nicht im Boden erwärmt hat, wird die Wurzel es nur mit großem Widerstand aufnehmen können und unnötig unter Streß gesetzt.

Das Pflanzenmedium darf nicht dauerhaft zu naß oder zu trocken sein.

Eine Pflanze kann nicht aktiv Wasser aufnehmen und NIEMALS mehr, als über die Blätter verdunstet wird. Wir können also nicht „auf Vorrat“ gießen.

Deshalb muß Topferde in der Lage sein, Wasser zu speichern und festzuhalten (z.B. durch Zugabe von Perlite=Wasserpuffer). Hydrosysteme lassen weniger, aber dafür öfter Wasser auf das Medium tropfen und imitieren so den Wasserpuffer.

Das Pflanzenmedium muss über genügend Festigkeit verfügen, um die Stützwurzeln optimal zu verankern. Ein zu luftig verfüllter Topf entwickelt keinen echten Kontakt mit den Haarwurzeln, wodurch die Aufnahme von Wasser erschwert wird.

Ein gut festgedrückter Topf dagegen entwickelt Kapillarkräfte, die das Gießwasser förmlich ansaugen und zur Wurzel leiten.