

## Molekulare Kletterkünstler helfen durstenden Pflanzen

### 1. Sommerzeit - Urlaubszeit: Wer versorgt meine Pflanzen?

Vor dieser Frage stehen sicher viele von Ihnen und nicht immer kann ein hilfsbereiter Nachbar diese Aufgabe übernehmen.

Ich möchte Ihnen dafür meine Methode, die ich seit vielen Jahren erfolgreich anwende, vorstellen und danach auf die molekularen Hintergründe eingehen.

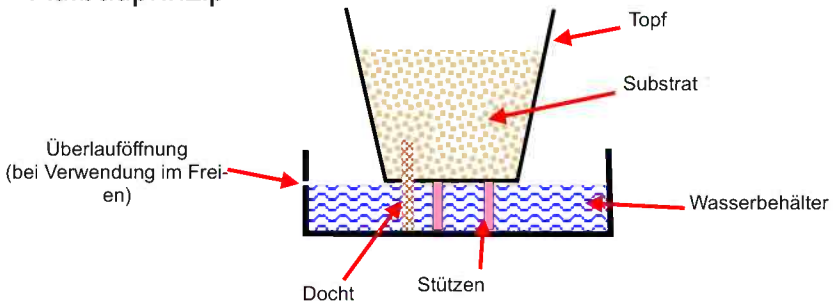
### 2. Die Saugdochtmethode

#### 2.1. Prinzip, Vorteile

- Wasserzufuhr über Saugdochte im Topfboden,
- keine speziellen Töpfe erforderlich,
- keine Pumpen oder andere elektrische Steuerungssysteme erforderlich,
- für beliebige Substrate (Erde, Pflanzgranulat),
- für Zimmer- und Balkonpflanzen aller Art, Ausnahme: Orchideen (diese kommen aber bis zu 6 Wochen ohne Wasserzufuhr aus, ggf. in Pflanzgranulat-Rinden-Mischung setzen mit höherer Speicherkapazität).
- für mehrere Wochen ausreichend, ggf. nur Nachfüllen von Wasser erforderlich (das können auch Nachbarn ohne grünen Daumen!),
- minimale Kosten,
- sowohl im Haus als auch im Freien verwendbar,
- nicht nur für Ferienzeit, auch sonst für Zimmer- und Kübelpflanzen auf Terrasse und Balkon sehr gut geeignet (gleichmäßige Bewässerung, in der Regel nur einmal wöchentlich Gießen notwendig).

www.die-reise-maus.de

#### Aufbauprinzip



## 2.2. Anleitung

### 2.2.1. Wassertank vorbereiten

- Beliebige, ausreichend große Wanne (große Kunststoffschüssel, Balkonkasten, alte Kinderbadewanne, Kunststoffschale vom ausrangierten Tiefkühler...),
- Stütze zum Unterstellen: Kunststoffschraubdeckel, Kappen von Spraydosen, ggf. Kunststoffflaschen in Ringe zerschneiden...); Höhe 2-5 cm, je nach Pflanzengröße, Wasserbedarf und Bewässerungsdauer.

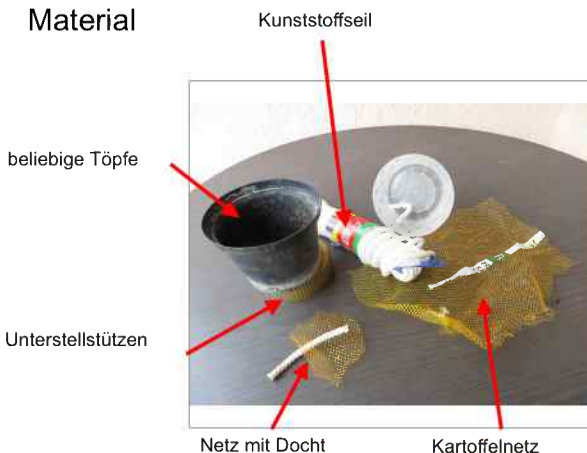
### 2.2.2. Saugdochte herstellen

- Material: geflochtenes Kunststoffseil (Baumarkt), ca. 7 mm dick (für große Kübelpflanzen auch dicker).
- Herstellung: ca. 12 cm lange Stücke zuschneiden (Länge entsprechend Stützhöhe + ca. 6 cm im Substrat); am Besten mit Lötkolben oder Lötpistole (falls vorhanden, mit spezieller Kunststoffschneidspitze), dadurch Enden verschweißt, kein Ausfransen. In den Baumärkten liegen solche Heißschneider bei den Seilen, die am Meter verkauft werden, sicher können Sie einen Verkäufer bitten, dass Sie das Seil gleich in Stücke zerschneiden dürfen.

### 2.2.3. Saugdochte einsetzen

- Bei Neubepflanzung: Docht in eine der vorhandenen Topfbodenöffnungen stecken, entsprechend Stützhöhe heraushängen lassen (ca. 5 cm).
- Besonders bei Verwendung von Pflanzgranulat oder falls Bodenöffnungen sehr groß: Einlegen eines Netzes (Kunststoffnetz von abgepackten Kartoffeln, Maschenweite ca. 3 mm): mit Schere etwa in InnenbodenØ zuschneiden, mit Schere oder Cutter kleines Loch für Docht einschneiden.
- Bei schon eingetopften Pflanzen: mit Stäbchen (z.B. chinesische Esstäbchen) durch vorhandenes Loch im Topfboden in Substrat Loch vorbohren und Docht hineinschieben (leicht drehende Bewegung).

## Material



Topf mit Netz und Docht



fertig beplanzter Topf

### 2.2.4. Töpfe einsetzen

- Töpfe so auf Stützen stellen, dass der Docht frei nach unten herabhängt,
- Wasser einfüllen, max. bis zum Boden der Töpfe.

### 2.2.5. Verwendung im Freien

- In Wanne Überlaufloch bohren (Ø 6 mm) in Höhe Oberkante der Stützen, damit ggf. Regenwasser ablaufen kann.

### 2.2.6. Einsatz im Gartenteich, Wassertank ....

- Vorteil: praktisch beliebige Unterbringungsdauer, da Wasservorrat des Teiches genutzt.
- Konstruktionsmöglichkeiten:
  - a. Eingehängter Frühbeetkasten (für empfindliche Pflanzen):
    - Zwei Pflanzschalen („Euro-Schalen“), passend in Frühbeetkasten (Doppelstegplatten-Konstruktionen, Bau-/Gartenmarkt),
    - in Boden Löcher bohren (Wasserzulauf).
    - Die Pflanzschalen auf zwei Alu-Trägerschienen (z.B. gelochte Eckschienen für Gipsler-/Plattenlegerarbeiten) montieren (mit Kabelbinder oder Kupferkabelresten, kein Eisen!), es genügt jeweils Löcher in die Schienen zu bohren für die vorhandenen Ecklöcher der Schalen.
    - An den Enden der Schienen Drahtschlaufen zum Einhängen in den Teich montieren.
    - Darauf den Frühbeetkasten montieren.
    - Dies ist ein einmaliger Aufwand, die Konstruktion kann immer wieder verwendet werden; die Frühbeetkästen sind durch Steckschienen leicht demontierbar und dadurch platzsparend bis zum nächsten Jahr aufzubewahren.
  - b. Schwimmbehälter:
    - Styropor-Kästen (z.B. Fischkühlbehälter), oder Isoporplatten und darauf gestellte Schalen (mit Bodenlöchern!), ggf. gegen Wegschwimmen bei Wind mit Draht oder Schnur sichern.
    - Pflanzen darauf (mit Stützen, wie oben) stellen,
    - mit Steinen soweit beschweren, dass in den schwimmenden Behältern eine ausreichende Wasserhöhe entsteht.

### 2.2.7. Dauerbetrieb für Zimmer- und Balkon-/Terrassenpflanzen

- Töpfe mit Docht in Übertöpfe stellen, 1-2 cm hohe Kunststoffdeckel unterlegen, zur ständigen Kontrolle des Wasservorrates können Wasserstandszeiger (Hydrokultur) eingesteckt werden.
- Für große Kübelpflanzen zwei ineinander passende Eimer (z.B. Mörteleimer vom Baumarkt), der innere auf bis 8 cm hohen Abstandsstützen stehend, je nach Pflanzenart 3-4 dickere Dochte verwenden; im äußeren Eimer Überlaufloch (überschüssiges Gieß- oder Regenwasser).
- Die Doppeleimer-Konstruktion kann auch aus optischen Gründen in ein dekorativeres Gefäß gestellt werden. Wenn Sie frostempfindliche Pflanzen ins Haus nehmen müssen, können Sie den schweren Übertopf stehen lassen und müssen nur die leichteren Kunststoffbehälter herumtragen!

## Im Freien

Frühbeetkasten



Pflanzschalen

Alu-Schiene

Schwimm-Behälter



### 3. Die molekularen Hintergründe

#### 3.1. Der Kapillareffekt

Hinter zahlreichen, fast alltäglichen Erscheinungen steckt das gleiche Prinzip: das Aufsaugen von Wasser mit einem Schwamm, die Saugfilze in Luftbefeuchtern am Heizkörper, die Saugstäbchen in „Luftverbesserern“ mit Duftölen...

In jedem Fall geschieht eigentlich etwas Erstaunliches: eine Flüssigkeit steigt entgegen der Schwerkraft nach oben. Wenn wir das auch könnten!!

Die Bezeichnung „Kapillareffekt“ leitet sich von der Erscheinung her, dass Wasser in sehr dünnen Glasröhrchen (Kapillare, von lat. *capillus* 'Haar') nach oben steigt.

#### 3.2. Molekulare Kletterkünstler

### Experiment

Da Sie wahrscheinlich keine dünnen Glasröhrchen haben, können Sie ein Saugröhrchen aus Pumpsprayflaschen (z.B. Deo) verwenden, je dünner umso besser.

- a. Füllen Sie ein Glas mit Wasser und tauchen Sie das Röhrchen langsam in das Wasser. Das Wasser dringt ein, steigt aber nicht über die Oberfläche.
- b. Ziehen das Röhrchen heraus: das eingedrungene Wasser bleibt im Röhrchen hängen.
- c. Blasen Sie das Wasser aus dem Röhrchen und wiederholen Sie das Experiment mit Alkohol (Brennspiritus) oder Benzin: Die Flüssigkeit springt regelrecht im Röhrchen nach oben, sobald seine Öffnung die Oberfläche berührt.

### 3.2.1. Was zeigt uns das Experiment?

Der Versuch liefert mehrere aufschlussreiche Beobachtungen:

- a. Im Gegensatz zu dem geschilderten „Kapillareffekt“ in Glasröhrchen steigt Wasser in den Kunststoffröhrchen (Polyethylen) nicht nach oben.
- b. Benzin oder Alkohol liefern hingegen den Aufsteigeffekt wie Wasser in Glasröhrchen.

### 3.2.2. Die molekulare Erklärung

Lesen Sie dazu die Beiträge „Flecken“, bzw. „Fette“. In beiden wird die Unterscheidung von Molekülen nach ihrer „Polarität“ (hydrophile\* und hydrophobe\* Moleküle) dargestellt. Diese Unterscheidung führt auch zu der Feststellung, dass auch unter (den doch recht „menschlichen“) Molekülen der Spruch „Gleich zu gleich gesellt sich gern“ gilt, hydrophobe Teilchen sich daher mit Ihresgleichen mischen, hydrophile Moleküle aber abstoßen.

Das PE-Material der Röhrchen ist, wie Benzin und (in Maßen) Alkohol, hydrophob, Glas und Wasser jedoch sind hydrophil.

Im Beitrag über Proteine können Sie sich über die sehr starken zwischenmolekularen Kräfte der Wasserstoffbrücken informieren. Sie sehen also wieder einmal, dass mit einigen wenigen molekularen Grunderscheinungen viele verschiedene Phänomene der Natur erklärbar werden!

Fügen wir alle diese Effekte zusammen:

- a. Wassermoleküle sind sehr starke „Dipolmoleküle“, zwischen ihnen wirken sehr starke zwischenmolekulare Kräfte (Wasserstoffbrücken). Wassermoleküle halten sich daher sehr fest zusammen: Wasser „kugelt“ sich zu Tropfen zusammen und wenn Sie bei den jetzt sommerlichen Temperaturen ins Wasser springen, müssen Sie beim Aufprall diese Kräfte überwinden, ein „Bauchplatscher“ kann recht unsanft sein!

Damit können wir erklären, weshalb das in das PE-Röhrchen eingedrungene Wasser nicht „herausfällt“: Der Zusammenhalt zwischen den Wasserteilchen ist stärker als die Schwerkraft.

- b. Die Moleküle des Glases üben auf Wassermoleküle so starke Kräfte aus, dass Wasserteilchen aus ihrem Verband herausgezogen werden und (gegen die Schwerkraft) in einer Glaskapillare nach oben wandern. Vielleicht hilft Ihnen folgender Vergleich: Stellen Sie sich eine Felswand vor mit kleinen Absatzstufen, auf denen übereinander Hilfskräfte stehen. Eine Gruppe weniger kletterfähiger Wanderer kann von ihnen nach oben gezogen werden, mit Unterstützung der Helfer kommen sie nach oben und aus der Entfernung sieht es aus, als ob sie selbst die Wand hinaufklettern würden. Die Glasmoleküle sind die Helfer, die Wassermoleküle die Wandergruppe.

Frau (oder Herr) Saubermann testet nach dem gleichen Prinzip, ob eine Glasscheibe wirklich sauber geputzt ist: auf einer tadellos gereinigten (vor allem fettfreien) Glasfläche breitet sich eine kleine Wassermenge aus, auf einer verschmutzten Glasfläche bildet es Tropfen.

In den Saugdochten unserer Bewässerung versorgen diese molekularen Kletterer die Pflanzen. Dabei sind die Zwischenräume zwischen den Fasern der Dochte so eng, dass auch die verhältnismäßig schwachen Anziehungskräfte des Kunststoffmaterials für den Sogeffekt ausreichen. Außerdem hilft das polare Erdmaterial mit, es entzieht dem Docht das Wasser.

- c. In einem PE-Röhrchen steigt das Wasser nicht nach oben, die Kräfte der unpolaren Kunststoffoberfläche sind zu schwach, um die Wassermoleküle nach oben zu ziehen.
- d. Zwischen Alkohol- und Benzinmolekülen wirken deutlich geringere Kräfte als zwischen Wassermolekülen. Daher können die Kräfte, die das PE-Material auf diese unpolaren Flüssigkeiten ausübt, zu einem kapillaren Aufsteigeffekt führen.

#### 4. Ausblick

Die geschilderten Wechselwirkungen zwischen Molekülen eines Stoffes und denen zwischen zwei unterschiedlichen Materialien sind die Ursache für eine riesengroße Zahl alltäglicher Effekte. Diese Erscheinungen waren schon lange bekannt. Sie werden sie oft mit den Begriffen „Adhäsion\*“ und „Kohäsion\*“ beschrieben, diese Begriffe wurden geprägt, bevor man Moleküle und ihre Kräfte entdeckt hatte. Adhäsion ist u.a. die Grundlage für alle Verklebungen. Wegen der großen und stetig steigenden Anwendungen von Klebstoffen in der Technik ein besonders intensiv bearbeitetes Forschungsgebiet. Denken Sie z.B. daran, dass die Frontscheibe Ihres Autos „nur“ verklebt ist und die Festigkeit moderner Klebstoffe so hoch ist, dass man die Scheibe als Element der Gesamtfestigkeit der Karosserie betrachtet: Ihre Sicherheit hängt also an zwischenmolekularen Kräften!

## Fachbegriff-Erklärungen

### Adhäsion

Aneinanderhaften zweier Stoffe oder Körper, auch und besonders aus verschiedenen Materialien (unterschiedliche Teilchen).

lat. *adhaesio* 'Anhaften' aus *haerēscere* hängen bleiben

### Dipolmoleküle

(polare Moleküle) Moleküle mit permanentem Dipolcharakter. Sie enthalten stets - mindestens eine polare Bindung. Bei Molekülen mit mehr als 2 Atomen ist - außerdem der räumliche Bau für den Dipolcharakter wesentlich.

B.: Wasser

### hydrophil

Substanz, die sich mit Wasser mischt oder zumindest Wassermoleküle an sich anlagern kann. Teilchen sind polare Moleküle oder Ionen.

gr. *hydor* ὕδωρ 'Wasser', *philein* φιλεῖν 'lieben'

B.: Zucker, Alkohol (auch bedingt hydrophob), Glas

### hydrophob

Substanz, die sich mit Wasser nicht mischen und auch keine Wassermoleküle an sich anlagern können. Teilchen sind unpolare Moleküle.

gr. *hydor* ὕδωρ 'Wasser'; *phobein* φοβεῖν 'fürchten'

z.B.: Benzin

### Kohäsion

Innerer Zusammenhalt eines Materials (gleiche Teilchen); auch übertragen verwendet, z.B. gesellschaftlicher Zusammenhalt.

lat. *adhaesio* 'Anhaften' aus *haerēscere* hängen bleiben

### Wasserstoffbrücken

Spezialfall von zwischenmolekularen (Dipol-) Kräften. Besonders starke \*Dipol-Dipol-Wechselwirkung. W. treten auf, wenn ein H-Atom durch die Bindung an ein Atom mit hohem \*EN-Wert (F, O, N) stark positiv polarisiert ist und von einem neg. polarisierten Atom (N, O) elektrostatisch angezogen wird.

B: Wasser, Sekundärstruktur\*, DNA\*-Doppelstrang

≠ van-der-Waals-Kräfte

Weitere Fachbegriffserklärungen aus der Biologie und den angrenzenden Wissenschaftsgebieten Physik und Chemie finden Sie auch in den Dateien „Biologie\_LX.pdf“ bzw. „Chemie\_LX.pdf“ (Rubrik „Lexika“)