

Technische Innovation, abgeschaut von der Natur

Text: Alex Lehmann / ps
Fotos: Alex Lehmann, pixabay



Die Schülerinnen und Schüler...

- » können technische Alltagsgeräte bedienen und ihre Funktionsweise erklären.
- » können Stoffumwandlungen einordnen und erklären.
- » können Bewegungen und Wirkungen von Kräften analysieren.



Im Frühling sind sie wieder überall zu kaufen: Tulpen in allen Farben. Wie transportieren die Pflanzen eigentlich das Wasser nach oben? Am Anfang einer technischen Errungenschaft stehen oft solche Fragen. Durch genaues Beobachten der Natur versuchen Forschende anhand von Experimenten, neue Erkenntnisse zu gewinnen und die Mechanismen der Natur für den Menschen nutzbar zu machen.

Kapillarwirkung

So merkten Menschen in vielen Kulturen bereits in vorchristlicher Zeit, dass Getränke und Lebensmittel in naturbelassenen Tonkrügen kühl bleiben und dadurch lange haltbar sind – im Bild auf der nächsten Seite eine ausgegrabene altgriechische Vorratskammer in Knossos auf Kreta. Die Grundlage für die Kühlung: Dank Kapillareffekt gelangt Flüssigkeit oder

Feuchtigkeit an die Aussenfläche der Krüge und verdunstet dort. Dieser Vorgang braucht Energie – Wärmeenergie aus der Luft, was zu einer Absenkung der Temperatur in den Krügen führt.

Heute wird die Kapillarwirkung zum Beispiel in Funktionskleidung genutzt. Der Schweiß wird in den Kapillaren der Kleidung dorthin transportiert, wo die Verdunstung stattfinden soll. Viele weitere Beispiele finden sich in der Medizin. Mit Kapillarpipetten können diagnostische Testproben wie Speichel oder Blut auf einfache Art entnommen werden.

Osmose

Auch die Osmose ist ein Naturphänomen, das in der Technik genutzt wird. 2009 zum Beispiel wurde in der Nähe von Oslo das erste Osmosekraftwerk in Betrieb genommen, allerdings 2013 bereits wieder abgeschaltet. Das Kraftwerk nutzte den Unterschied des Salzgehalts zwischen Süsswasser und Meerwasser, um daraus Energie zu gewinnen und Strom zu erzeugen. Die damaligen niedrigen Preise für Öl, Gas und Kohle verhinderten vorerst die Weiterentwicklung der Osmosetechnik.

Die Grundlage dazu: Als Osmose wird in den Naturwissenschaften der gerichtete Fluss von Teilchen durch eine halbdurchlässige Trennschicht beschrieben. Ein anschauliches Beispiel für die Wirkung der Osmose ist das Aufplatzen reifer Kirschen nach dem Benetzen mit Regenwasser. Es dringt durch die Fruchthaut ein. Durch den Wassereinstrom steigt der Druck im Inneren der Frucht und führt zum Aufreissen der Haut. Die Haut ist für Wasser durchlässig, nicht jedoch für Zuckermoleküle. Sie wirkt als halbdurchlässige (semipermeable) Membran. Wassermoleküle können diese Membran in beide Richtungen passieren, werden jedoch im Inneren der Frucht stärker festgehalten. Die Wassermoleküle müssen dort mit den anderen gelösten Molekülen und Teilchen um den Zugang zur Membran konkurrieren, sodass weniger Wassermoleküle pro Zeitspanne nach aussen dringen als umgekehrt.

Auf den folgenden Seiten sind Experimente zu Kapillareffekt und Osmose beschrieben, die sich für Klassen der Oberstufe eignen: Wie transportieren Pflanzen das Wasser nach oben? Wie gelangt das Wasser in die Wurzel einer Pflanze?



Weitere Informationen

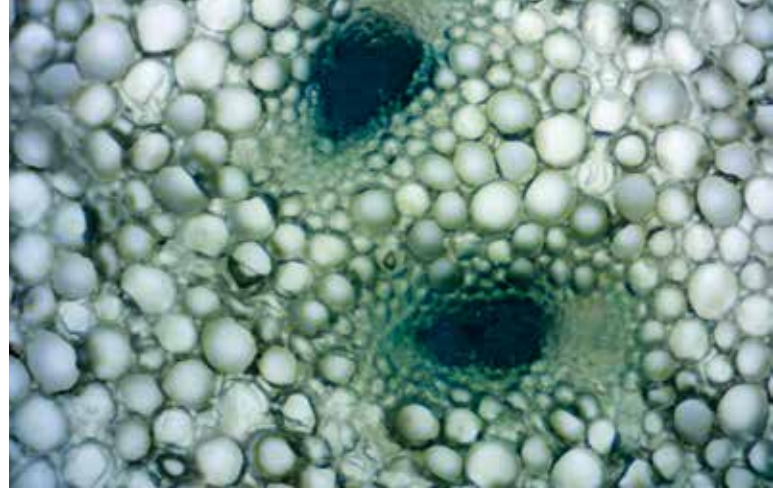
Die vorgestellten Experimente stammen aus dem Lehrmittel «Forscherfrage Biologie». Im Begleitband werden zahlreiche Erweiterungen der Experimente vorgestellt.

Der Autor

Alex Lehmann, Sekundarlehrer phil. nat. (SLA Uni Bern) und MAS Bildungsmanagement (PH Zürich), unterrichtet seit über 30 Jahren Naturwissenschaften an einer stark niveau-gemischten Sekundarstufe 1 in der Stadt Bern. Als Fach- und Allgemeindidaktiker ist er in der Weiterbildung und Beratung von Lehrpersonen und Kollegien an der PHBern und als Lehrmittelautor (Forscherfragen Biologie) tätig.

Wie transportieren Pflanzen das Wasser nach oben?

Die Schülerinnen und Schüler lernen Kapillaren als Phänomen bei zweifarbigen Tulpenblüten kennen. Um diese zu erhalten, wird der Tulpenstängel von welken, weißen Tulpen auf 5 cm Länge gespalten und je in ein Reagenzglas mit unterschiedlich gefärbtem Wasser (Lebensmittelfarben oder Tinte) eingestellt. Innerhalb von einer Stunde sind bereits erste Farbmuster bei der Blüte, später auch bei den Blättern, erkennbar.



Mit einem Japanmesser oder einer Rasierklinge wird aus einer möglichst dünnen Scheibe eines Stängels ein Auf- oder Durchsichtpräparat hergestellt. Mit digitalen Lupen, Binokularen oder Mikroskop überprüfen die Schülerinnen und Schüler den inneren Aufbau von verschiedenen Pflanzenstängeln wie Tulpen, Seerosen, Schachtelhalm, Spargel. Dunkelblau sind die Leitbündel, grün-weiß das Stützgewebe erkennbar.



Zum Highlight wird der Nachbau eines Stängels aus selbst gezogenen Glas- kapillaren. Ein Glasrohrstück von 15 cm Länge wird in der Mitte über dem Gasbrenner erhitzt, bis es sehr weich ist – die Lernenden müssen dazu Schutzbrille anziehen und ihre Haare zusammenbinden. Rasch wird es aus der Flamme genommen und wie Kaugummi in die Länge gezogen. Nach dem Abkühlen wird die Kapillare in etwa 20 cm lange Stücke gebrochen – zum Bau des Stängel- bzw. Pflanzenmodells bzw. zur experimentellen Untersuchung der Steighöhe von Wasser in Kapillaren.

Wie gelangt das Wasser in die Wurzeln von Pflanzen?



Der scheinbar wasserdicht verschlossene Dialyseschlauch nimmt an Gewicht zu – es muss also Wasser in das Wurzelmodell eindringen. Ursache dafür ist das Zuckwasser – die simulierte Zellflüssigkeit. Die Zuckerteile nehmen Raum ein. Das führt dazu, dass pro Volumeneinheit im Innern des Dialyseschlauchs weniger Wasserteilchen vorhanden sind als ausserhalb. Die kleinen Wasserteilchen fließen von viel zu wenig – oder von hoher Konzentration zu tiefer Konzentration durch den halbdurchlässigen Dialyseschlauch. Dessen Poren sind für die Zuckermoleküle zu klein, diese bleiben im Innern des Wurzelmodells. Wird das Wasser mit Tinte eingefärbt, kann der Effekt auch visuell wahrgenommen werden. Nach diesem Prinzip finden viele Stoffwechselfvorgänge im menschlichen Körper statt, zum Beispiel bei der Nährstoffaufnahme oder beim Gasaustausch.

Ein etwa 12 cm langes Stück Dialyseschlauch wird für 1 Minute in Wasser eingelegt und anschliessend an einem Ende mit einem aufgeschnittenen Gummiring verschlossen. Dann wird der Dialyseschlauch mit einem Würfelzucker und 20 ml Wasser gefüllt.



Klare Vorgaben und genaues Arbeiten lassen später eine vergleichende Auswertung zu. Zum Start des Experiments haben die Gruppen gleiche Bedingungen. So sollte das Startgewicht bei allen Gruppen möglichst genau übereinstimmen.

Nun wird der gefüllte Dialyseschlauch gewogen und dann in ein Becherglas mit Leitungswasser gelegt. Während 14 Minuten wird alle 2 Minuten erneut gewogen und die Resultate werden in einer gemeinsamen Tabelle notiert. In der anschliessenden Auswertung wird in der Tabelle nach Mustern und Regelmässigkeiten gesucht und die Erkenntnisse werden als Merksätze Osmose und Diffusion festgehalten.



	Namen:	Adrian Johanna
0	29,7g	26,9g	24,4g	30,1g	29,4	29,9
2		28,3g	25,1g	30,8g	26,7	30,9
4		29,5g	28,0g	32,7g	31,5	31,2
6		30,5g	29,7g	33,9g	28,7	33,7
8		300g	29,6g	34,2g	30,3	32,7
10		30,9g	28,0g	33,7g	29,7	33,7
						34,0