Warum saugt sich ein Handtuch voll?

Zu diesem Vortrag kannst du eine Präsentation nutzen. Beginne deinen Vortrag mit einer kleinen Demonstration: Stelle eine kleine Schale auf den Tisch vor dir, gieße Wasser hinein. Dann nimmst du ein kleines Handtuch und saugst das Wasser damit aus der Schale heraus.

Wenn man ein Handtuch zu weit über den Wannenrand hängt, sodass sein Ende ins Wasser taucht, saugt das Tuch sich voll. Dabei steigt das Wasser im Tuch nach oben, überraschenderweise entgegen der Schwerkraft.

Wenn du keine Möglichkeit hast, eine Präsentation zu erstellen oder zu zeigen, dann kannst du diesen Vortrag auch halten, indem du nur die Bilder der Folien zeigst und die Zahlen und Formeln an die Tafel schreibst.

Warum saugt sich ein Handtuch voll?

Offenbar gibt es bei dem Vorgang Kräfte, die dem Wasser helfen, die Schwerkraft zu überwinden. Um dies zu verstehen, muss zunächst folgende Frage beantwortet werden:

Wie verhält sich Wasser, wenn es mit anderen Materialien in Berührung kommt?

Wasser kann zwei Gegenstände regelrecht zusammenkleben: Liegt eine nasse CD auf einem Tisch, bekommt man sie kaum dort herunter. Für dieses Kleben sind zwei Kräfte verantwortlich:

- Die **Adhäsionskräfte** wirken zwischen dem Wasser und der CD bzw. dem Tisch. Je stärker die Adhäsionskräfte zwischen zwei Stoffen sind, desto stärker haften diese aneinander.
- Die **Kohäsionskräfte** wirken innerhalb des Wassers und halten es als Flüssigkeit zusammen.

Führe das Kleben der CD am Tisch vor, indem du einen Wassertropfen auf den Tisch fallen lässt. Lege die CD auf das Wasser, drehe sie etwas, um das Wasser zu verteilen, und bitte einen Mitschüler oder eine Mitschülerin, die CD anzuheben.

Wie lassen die Adhäsionskräfte das Wasser im Handtuch aufsteigen?

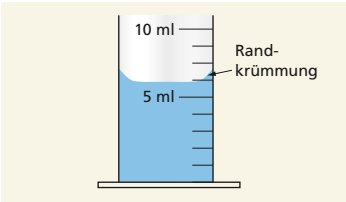
Wenn zwischen zwei Stoffen die **Adhäsionskräfte** hoch sind, haften die beiden Stoffe stark aneinander. Anschaulich gesprochen, haben die beiden Stoffe „gern" eine **gemeinsame Grenzfläche.** Wasser und die CD mögen eine gemeinsame Grenzfläche; mit bestimmten Pflanzen bspw. möchte Wasser dagegen am liebsten überhaupt keine gemeinsame Grenzfläche haben und zieht sich zu einem Tropfen zusammen, um das Blatt möglichst nicht zu berühren.

Bereite eine Folie vor, auf der du die Begriffe Adhäsionskräfte und Kohäsionskräfte zeigst und in Stichworten beschreibst.

Zeige eine Folie mit einem Foto von einem Blatt mit Wassertropfen. Wenn du selbst ein Foto machen willst, eignen sich Kohlblätter dazu, aber auch frisch geölte Holzoberflächen. Passe deinen Vortragstext entsprechend an!

Wenn zwei Stoffe gern eine gemeinsame Grenzfläche haben, möchten sie diese Grenzfläche möglichst groß machen. Das führt bspw. dazu, dass Wasser in einem Glas am Rand ein Stück nach oben steigt.

Die **Wasseroberfläche** ist nicht völlig eben, am Rand des Glases ist sie nach oben gekrümmt. Damit wird die Grenzfläche zwischen dem Wasser und dem Glas etwas größer als bei einer völlig waagerechten Wasseroberfläche.

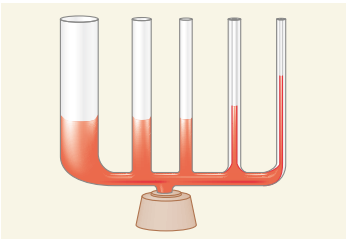


Zeige nun eine Folie mit einer Grafik oder einem Foto, worauf die Randkrümmung des Wassers am Glasrand zu sehen ist. Das Glas sollte etwa halb voll sein.

Warum steigt das Wasser im Glas aber nicht ganz nach oben wie im Handtuch?

Überlegen wir uns, wo der Unterschied zwischen dem Tuch und dem Glas liegen könnte. Im Tuch befindet sich das Wasser in den Fasern, also in sehr engen Kanälen. Dass tatsächlich der **Durchmesser der Röhren** eine Rolle spielt, sehen wir auf dem nächsten Bild. Je enger die Röhre ist, desto höher steigt das Wasser in ihr. Da das Glas eine sehr weite Röhre bildet, steigt es hier nur noch am Rand, aber nicht mehr als Ganzes nach oben.

Um dies zu verstehen, erinnern wir uns an die zweite Kraft, die ich zu Beginn genannt habe.



Zu diesem Absatz zeige eine Folie, auf der der Wasserstand in verschieden engen Röhren dargestellt ist.

Frage deinen Lehrer oder deine Lehrerin, ob an deiner Schule sogar die Möglichkeit besteht, das Experiment mit den verschiedenen Röhren vorzuführen.

Welche Auswirkungen hat die Kohäsionskraft?

Die Kohäsionskräfte halten das Wasser als Flüssigkeit zusammen und verhindern, dass seine Moleküle sich wie im Gas überall verteilen. Das bedeutet, die Kohäsionskräfte sind es, die dafür sorgen, dass Wasser eine eindeutige Oberfläche hat. Um wieder anschaulich zu sprechen, möch-

ten die **Wassermoleküle** lieber ihresgleichen als Nachbarn haben als die **Luftmoleküle** und bleiben deshalb alle zusammen. Möglichst wenige möchten an der Oberfläche liegen, denn hier kommen sie mit der Luft in Berührung. Wasser möchte also eine möglichst kleine Oberfläche haben. Deshalb zieht es sich in der Luft zu einem Tropfen zusammen, denn als Kugel hat es die kleinstmögliche Oberfläche.

Weil die Wasseroberfläche möglichst klein sein will, verhält sie sich wie eine Gummihaut. Wenn man eine Gummihaut dehnt, muss man gegen ihre Spannung anarbeiten – das weiß jeder, der schon mal einen Luftballon aufgeblasen hat. Denn die Gummihaut möchte ebenfalls so klein wie möglich bleiben. Genauso verhält es sich auch bei der Wasseroberfläche. Die Spannung, die die Wasseroberfläche klein hält, nennt man **Oberflächenspannung.** Wie groß die Oberflächenspannung des Wassers ist, merkt man daran, dass ein Bauchklatscher weh tun kann, wenn man auf das Wasser prallt. Für Wasserläufer ist die Oberflächenspannung des Wassers so groß, dass sie sogar auf dem Wasser laufen können.

Dort, wo die Beine des Wasserläufers auf dem Wasser aufliegen, ist die Oberfläche wie eine Gummihaut etwas eingedrückt.

Die **Kohäsionskräfte** bewirken also zweierlei:
- Sie halten das Wasser als Ganzes zusammen.
- Sie bewirken, dass die Wasseroberfläche unter **Spannung** steht und möglichst klein werden möchte.

Über den Kohäsions- und Adhäsionskräften dürfen wir aber auch die **Schwerkraft** nicht vergessen.

Auf der nächsten Folie zeige ein Foto von fallenden Wassertropfen. Die Kugelform der Tropfen muss man dabei erkennen können.

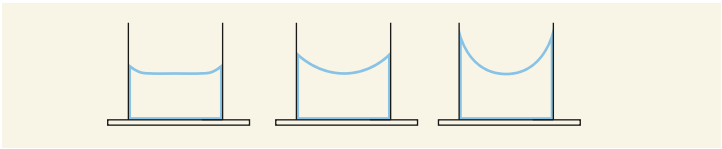
Zeige eine Folie mit einem Foto von einem Wasserläufer. Oder du demonstrierst die Oberflächenspannung, indem du eine Büroklammer vorsichtig so auf das Wasser in einer Schale legst, dass sie schwimmt. Passe dann deinen Vortragstext an.

Schreibe die Auswirkungen der Kohäsionskräfte stichwortartig auf die nächste Folie.

Welche Kräfte wirken also auf das Wasser in den Röhren?

- Adhäsionskräfte möchten die Grenzfläche zwischen dem Wasser und den Röhrenwänden möglichst groß halten.
- Kohäsionskräfte möchten die Oberfläche von Wasser zur Luft möglichst klein halten.
- Die Schwerkraft will das Wasser möglichst weit nach unten ziehen.

Bereite eine Folie vor, auf der du die drei Kräfte aufführst. Nenne ihre Wirkungen in Stichworten, denn der Text auf Folien sollte immer möglichst kurz sein.

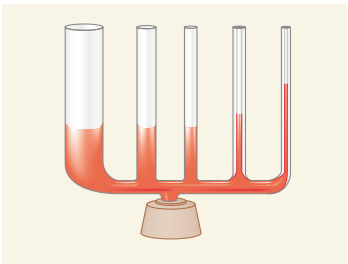


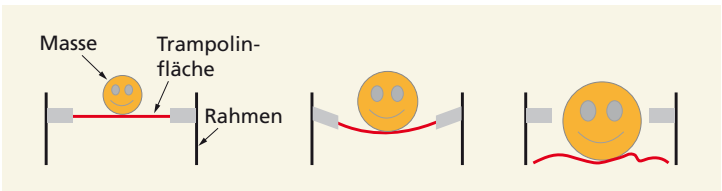
Hier zeigst du die sechste Folie, auf der die Zunahme der Oberfläche zu sehen ist.

Gäbe es nur die Adhäsionskräfte, würde das Wasser an den Glaswänden bis ganz nach oben steigen. Dabei würde aber die Oberfläche immer größer werden, wie man auf der Grafik sieht.
Dem wirkt die **Oberflächenspannung** entgegen: Um die Oberfläche klein zu halten, wird die gesamte Wassersäule mit nach oben gezogen. Deshalb steigt das Wasser in den engen Röhren als Wassersäule auf.

Wenn du ein Bild an zwei Stellen deines Vortrags zeigen möchtest, bereite von vornherein zwei identische Folien vor. Dann musst du nicht hin und her klicken und kommst nicht durcheinander.

Aber die Wassersäule steigt eben nur in den engen Röhren auf und erreicht auch nur in ganz besonders engen Röhren den oberen Rand der Röhre. Ursache ist die Schwerkraft. Um ihren Einfluss zu verstehen, stellen wir uns Asterix und Obelix auf einem Trampolin vor. Das Trampolintuch soll dehnbar, aber unzerreißbar sein. Es ist am Rahmen verankert. Asterix ist





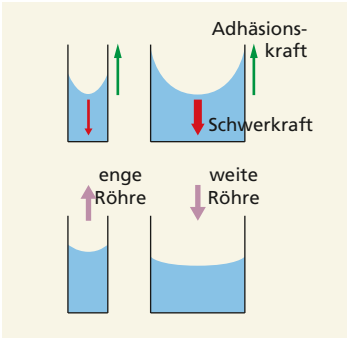
Zeige eine Folie, auf der du das Beispiel mit dem Trampolin veranschaulichst.

klein und schmächtig, sodass das Tuch sich kaum nach unten senkt. Obelix ist groß und dick und das Tuch senkt sich unter ihm weit nach unten. Es gelingt dem Trampolintuch also nur, kleine Massen zu tragen, große Massen ziehen es nach unten und dehnen es dabei. Wird die Dehnung zu stark, weil Obelix noch zwei Wildschweine mehr gegessen hat, reißt die Verankerung und Obelix und Trampolintuch fallen wegen der Schwerkraft nach unten. Das Tuch kann sich nun wieder zusammenziehen.

Stelle die Übertragung vom Trampolin auf die Wassersäulen auf einer Folie dar.

Wie überträgt man das Trampolinbeispiel auf die Wassersäulen?

- Die Rolle der **Trampolinfläche** übernimmt die Wasseroberfläche.
- Die Spannung des Trampolintuchs entspricht der **Oberflächenspannung.**
- Die Rolle der unterschiedlichen **Massen** übernimmt die **Wassersäule.**
- Die Rolle der **Verankerung** übernehmen die **Adhäsionskräfte.**



Zeige eine Folie, die das Zusammenspiel der Kräfte für enge und weite Röhren verdeutlicht.

Die Adhäsionskräfte lassen das Wasser nach oben steigen und halten am Röhrchenrand das Wasser auch gegen die Schwerkraft oben – so wie die Verankerung die Trampolinfläche gegen die Schwerkraft oben hält.
Die Schwerkraft der Wassersäule zieht nach unten – so wie die Schwerkraft von Obelix auch.
Die Oberflächenspannung will trotz dieser beiden Kräfte die Oberfläche möglichst klein halten, also möglichst waagerecht. Sie kann also entweder die Wassersäule nach oben ziehen – dann muss sie gegen die Schwerkraft arbeiten. Oder sie zieht das Wasser vom Rand des Röhrchens ebenfalls nach unten – dann muss sie die Adhäsionskräfte überwinden.
Welche Möglichkeit von diesen beiden nun eintritt, hängt vom Größenverhältnis der Kräfte ab: Bei kleiner Schwerkraft steigt die Wassersäule auf – so wie das Trampolintuch Asterix oben halten konnte. Bei großer Schwerkraft steigt die Wassersäule nicht auf, so wie unter Obelix das Trampolintuch unten blieb.
Vergleicht man enge und weite Röhren, steht bei gleichem Wasserspiegel in den weiten Röhren mehr Wasser als in den engen. Entsprechend wirkt in den weiten eine größere Schwerkraft. Deshalb steigt die Wassersäule umso höher, je enger die Röhrchen sind. In sehr weiten Röhren, zu denen schon Wassergläser gehören, bildet sich nur noch am Rand die kleine Krümmung des Wasserspiegels.

Bei der Anwendung des Beispiels auf die Wassersäule muss man aufpassen: Während der Beginn beim Trampolin „oben" ist (eine große Masse zieht nach unten und senkt das Tuch ab), ist der Beginn bei der Wassersäule „unten" (eine große Masse zieht nach unten und verhindert das Aufsteigen).

Hat dieser Effekt auch einen Namen?

Sehr dünne Röhrchen nennt man **Kapillaren.** Deshalb heißt der Effekt, der Flüssigkeiten in engen Röhrchen aufsteigen lässt, **Kapillareffekt.**

Damit haben wir die Frage, warum das Handtuch sich vollsaugt, beantwortet:

Das Handtuch saugt sich voll, weil die Poren im Stoff sehr dünne Röhrchen sind und die Adhäsionskräfte zwischen dem Wasser und dem Handtuchmaterial hoch sind.

Wo findet man den Kapillareffekt noch?

Der Kapillareffekt ist lebenswichtig für alle **Pflanzen:** Pflanzen haben ein Gefäßsystem, das von den Wurzeln bis zu den Blättern reicht. Die Gefäße sind so eng, dass der Kapillareffekt eine wichtige Rolle beim Aufstieg des Wassers von den Wurzeln bis zu den Blättern spielt.
Zudem spielt sich auch **im Boden** ein Kapillareffekt ab. Durch die engen Poren des Bodens kann Wasser vom Grundwasserspeicher aufsteigen, sodass es auch dann für Pflanzen erreichbar ist, wenn deren Wurzeln nicht bis ins Grundwasser selbst reichen.

Du kannst das Kapillarsystem der Pflanzen demonstrieren, indem du eine weiße Blume, bspw. ein Gänseblümchen, in gefärbtes Wasser stellst. Das Wasser steigt in der Blume auf und die weiße Blüte färbt sich. Das dauert ein paar Stunden. Starte dieses Experiment daher rechtzeitig vor dem Vortrag.

Urheberverzeichnis

Abbildungen:
Walther-Maria Scheid 2 (Grafiken); Dr. Wiebke Salzmann (restliche Grafiken); Lipskiy/Shutterstock.com 3 (oben); notbirth/Shutterstock.com 2 (oben); optimarc/Shutterstock.com 3 (unten);

Autorin: Dr. Wiebke Salzmann

© Duden 2021
Bibliographisches Institut GmbH
Mecklenburgische Straße 53, 14197 Berlin

ISBN des zugehörigen Buchs: 978-3-411-71047-8
www.duden.de