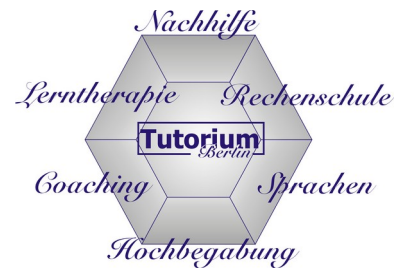




kinetischer Sand¹

weitere Experimente unter
[forschen.Tutorium-Berlin.de](https://www.forschen.Tutorium-Berlin.de)

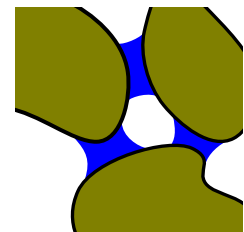


Nachhilfe-TUTORIUM ist ein Unternehmen der Gruppe
TUTORIUM Berlin Hasenmark 5 in 13585 Berlin

Kinetischer Sand ist ein Spielzeug das von Aussehen und Verhalten her an nassen Sand erinnert, dabei aber nicht an den Fingern klebt. Daher eignet er sich zum modellieren von Figuren und bringt das Gefühl von Sandkasten in die Wohnung.

Warum klebt feuchter Sand?

Bei trockenem Sand gibt es zwischen den Körnern durch ihre Form kaum Kontaktfläche. Dadurch tritt nur wenig Reibung auf wenn die Körner sich gegeneinander verschieben. Um diese Reibung zu überwinden reicht also schon sehr wenig Kraft.



Wasserbrücken
zwischen
Sandkörnern

Feuchter Sand ist eine Mischung aus Sand, Wasser und Luft. Zwischen den Sandkörnern bilden sich kleine Brücken aus Wasser, dazwischen bleiben aber noch viele Luftblasen. An der Grenze von Wasser und Luft entsteht die sogenannte Oberflächenspannung. Um diese zu überwinden ist viel Kraft nötig.

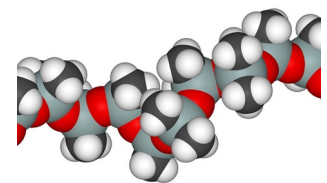
Fügt man feuchtem Sand weiter Wasser hinzu füllt sich der Raum zwischen den Sandkörnern vollständig mit Wasser. Die Oberflächen verschwinden und die Sandkörner fließen nun mit dem Wasser an einander vorbei. Hierfür ist wieder sehr wenig Kraft nötig.

Die Wasserbrücken bilden sich auch zwischen Sandkörnern und anderen Flächen (Händen). Deshalb klebt feuchter Sand auch hier.

Warum klebt kinetischer Sand nicht an den Fingern?

Kinetischer Sand besteht zu 98% aus normalen (Quarz-)Sand und 2% ungiftige Bindemittel PDMS (Polydimethylsiloxan). Dieses Bindemittel besteht aus sehr langen Molekülen die wie lange Spaghetti um die Sandkörner gewickelt sind.

Während die Moleküle des Bindemittels an einander haften und damit den so beschichteten Sand an einander kleben, ist es hydrophob, das bedeutet wasserabweisend. Deshalb können viele andere Materialien auch schlecht an ihm haften. Auch können sich dadurch keine Wasserbrücken zwischen den Sandkörnern bilden wie bei feuchtem Sand.



Teil eines
Polydimethylsiloxan
Moleküls

Die Schicht aus PDMS die den Sand umgibt ist durchsichtig und glänzt leicht, ähnlich wie Wasser. Dadurch entsteht der Eindruck von nassem Sand.

Quellen:

<https://en.wikipedia.org/wiki/Polydimethylsiloxane>

Silicone-3D-vdW : Public Domain, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=1009300>

Logo: Image by dandelion_tea from Pixabay

TUTORIUM Berlin
Nachhilfe -TUTORIUM

Inhaber u. Pädagogischer Leiter: **Holger Schackert**
Diplom-Mathematiker, Lerntherapeut,
Psychologischer Berater u. Personal Coach

Hasenmark 5 in 13585 Berlin-Spandau, Büro: Gartenhaus 1.Etage

Anmeldung, Beratung und Informationen:

Montag - Freitag: 14.30-17.00 Uhr

und / oder nach Vereinbarung unter

☎: **030 – 85018820** und 030 – 353 053 20

www.Tutorium-Berlin.de

E-Mail: info@tutorium-berlin.de

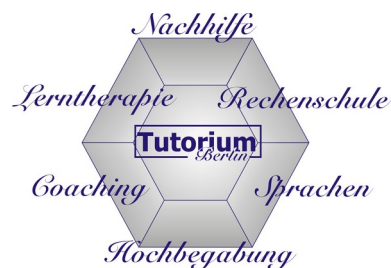
www.Nachhilfe-Tutorium.de

E-Mail: info@nachhilfe-tutorium.de



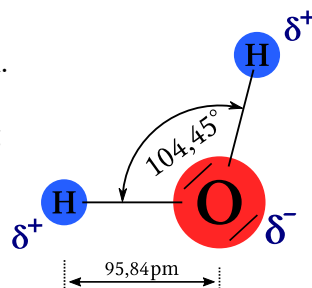
kinetischer Sand

weitere Experimente unter forschen.Tutorium-Berlin.de



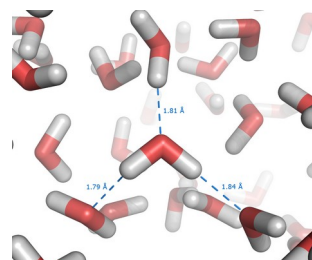
Was ist Oberflächenspannung?

Das Wassermolekül besteht aus einem Sauerstoffatom und 2 Wasserstoffatomen. Zwischen den 3 Atomen bestehen sogenannte Kovalente Bindungen, das heißt die Atome „teilen“ sich einige ihrer Elektronen. Sauerstoff ist in dieser Bindung allerdings etwas stärker, dadurch wird das Wassermolekül auf der Seite des Sauerstoffs leicht negativ (δ^-), auf der Seite des Wasserstoffs leicht positiv (δ^+) geladen. Das Wassermolekül ist also ein Dipol (Abb. 1).



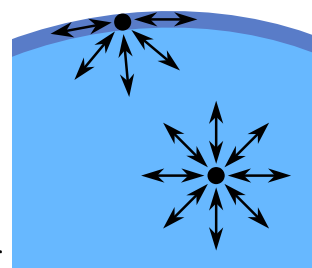
1: Dipol des Wassermolekül

In flüssigem Wasser ziehen sich daher die negative Seite eines Wassermoleküls mit einer positiven Seite eines anderen Wassermoleküls an. (zwischenmolekulare Anziehungskräfte, Abb.2).



2: zwischenmolekulare Anziehungskräfte

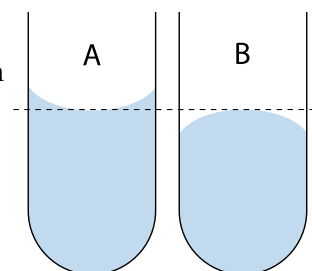
Wassermolekül im inneren der Flüssigkeit werden von allen Seiten gleich angezogen so das sich die Kräfte in der Summe aufheben. Moleküle am Rand der Flüssigkeit werden nur aus einer Richtung angezogen, dadurch bleibt in der Summe eine Kraft die zur Flüssigkeit hin zeigt (Abb.3).



3: zwischenmolekularer Kräfte in der Flüssigkeit und an der Oberfläche.

An der Stelle wo die Wasseroberfläche auf die Gefäßwand trifft wirken auf die Wassermoleküle aber auch zwischenmolekulare Kräfte zur Gefäßwand (Grenzflächenspannung). Wird das Wassermolekül von der Gefäßwand angezogen so steigt es am Rand hoch, es bildet sich ein konkaver Meniskus (Abb.4A). Wird das Wassermolekül hingegen von der Gefäßwand abgestoßen so bildet es einen konvexen Meniskus (Abb.4B).

Ein Wassermolekül, das sich aus dem Inneren der Flüssigkeit an die Oberfläche bewegt, muss Energie aufnehmen, um den fehlenden Teil der zwischenmolekulare Kräfte am Rand zu ersetzen. Bewegt sich das Wassermolekül vom Rand Richtung Flüssigkeit wird die entsprechende Energie wieder frei.



4: Konkaver Meniskus (A) und konvexer Meniskus (B)

Sind also zwei Sandkörner mit einer Wasserbrücke verbunden bildet das Wasser eine Oberfläche. Zieht man die Körner auseinander so vergrößert sich die Wasseroberfläche, mehr Wassermoleküle müssen an den Rand der Flüssigkeit. Dazu müssen sie Energie aufnehmen die man beim Auseinanderziehen der Körner aufbringen muss.

Deshalb ist es schwerer Sandkörner auseinander zu ziehen wenn Wasserbrücken zwischen den Körnern sind, der Sand klebt aneinander. Da die zwischenmolekularen Kräfte der Wasserbrücken auch zu anderen Oberflächen hin wirken klebt der Sand auch an den Fingern.

Quellen:

<https://de.wikipedia.org/w/index.php?title=Grenzfl%C3%A4chenspannung&oldid=197621590>
 Geometrie des Wassermoleküls(1): Von Paddy:derivative work: Sgbeer (talk) - Watermolecule.png, CC BY-SA 2.0 de, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=14629068>
 Hydrogen bonds in liquid(2): Von I, Splette, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=2306178>
 Wasser in Tropfen und an der Phasengrenze(3): Von User:Füsiahhderivative work: Füsiahh (talk) - WassermoleküleInTröpfchen.svg, Gemeinfrei, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=6700782>
 Meniskus(4): Von Reading_the_meniscus.png: User:Jleedevderivative work: Rehua (talk) - Diese Datei wurde von diesem Werk abgeleitet: Reading the meniscus.png, CC BY-SA 3.0, <https://commons.wikimedia.org/w/index.php?curid=18062727>