

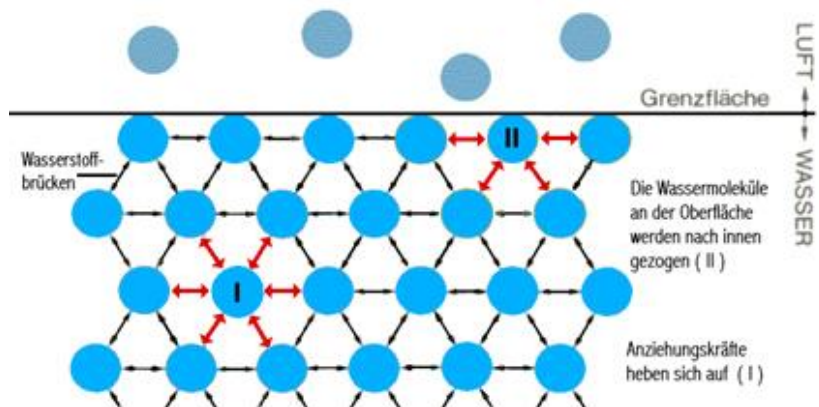
Oberflächenspannung

Die Oberflächenspannung ist ein Effekt, der dazu führt, dass sich die Oberfläche einer Flüssigkeit wie eine elastische Folie verhält und einen möglichst glatten Zustand minimaler Ausdehnung anstrebt. Das heißt, die Oberfläche einer Flüssigkeit strebt immer den energieärmsten Zustand an. Je höher die Oberflächenspannung, desto "kugelförmiger" ist ein Tropfen dieser Flüssigkeit.

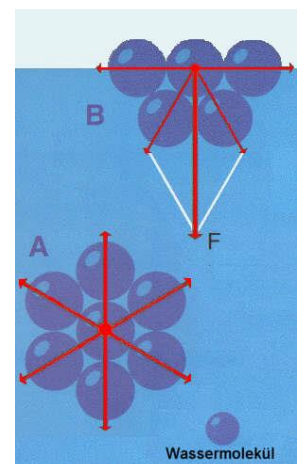
1. Bedeutung der Oberflächenspannung

Aufgrund ihres Dipolcharakters ziehen sich Wassermoleküle gegenseitig an und bilden Wasserstoffbrückenbindungen aus. Im Inneren der Flüssigkeit heben sich die Anziehungskräfte auf, da sie von allen Seiten gleichermaßen auf ein bestimmtes Molekül einwirken (I). Ein an der Oberfläche befindliches

Wassermolekül wird dagegen einseitig nach innen gezogen, da die von den Teilchen der Luft ausgeübten Anziehungskräfte im Vergleich zu den starken Wechselwirkungen zwischen den Wassermolekülen (Wasserstoffbrückenbindungen) sehr gering sind (II). Daraus resultiert die hohe Oberflächenspannung des Wassers.



Im Inneren einer Wasserportion ist jedes Molekül von vielen anderen Wassermolekülen umgeben. Die zwischen den Wassermolekülen wirkenden Anziehungskräfte (Wasserstoffbrückenbindungen) wirken gleichmäßig nach allen Seiten und heben sich daher in ihrer Wirkung gegenseitig auf (A). An der Oberfläche des Wassers, also an der Grenzfläche zwischen Wasser und Luft, ist die Situation jedoch eine andere. An der Wasseroberfläche fehlen nach oben hin die Wassermoleküle und damit auch die entsprechenden Anziehungskräfte. Nach unten hin sind jedoch Wassermoleküle vorhanden, die die an der Wasseroberfläche befindlichen Wassermoleküle anziehen (B). Deshalb wirkt auf ein Oberflächenmolekül eine Kraft (F), die ins Innere der Flüssigkeit gerichtet ist. Die Summe dieser Kräfte tritt als Oberflächenspannung in Erscheinung.

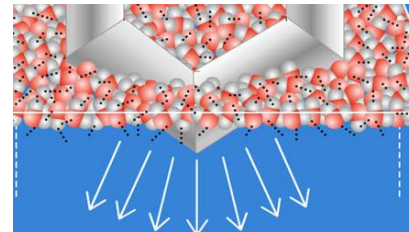
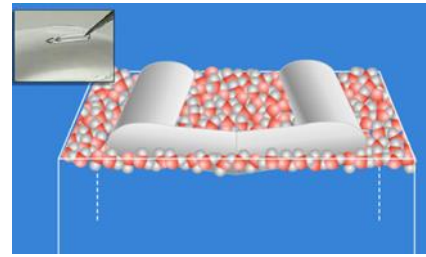


2. Folgen der Oberflächenspannung

Im Bestreben die Oberflächenenergie zu verringern, also die offenen Bindungen auf der gesamten Oberfläche abzusättigen, wird die Oberfläche von Flüssigkeiten verringert. Für ein Wassermolekül ist es energetisch günstiger, sich im Innern einer Wasserportion zu befinden, da sich hier die Anziehungskräfte gegenseitig aufheben. Eine Wasserportion wird daher immer eine möglichst kleine Oberfläche ausbilden, damit möglichst wenige Wassermoleküle an der Oberfläche liegen müssen.

Die Größe der Oberflächenspannung hängt im Wesentlichen von der Stärke der Anziehungskräfte zwischen den Flüssigkeitsmolekülen ab. Wasser hat infolge der hohen Polarität der Wassermoleküle und der dadurch bedingten starken Wasserstoffbrückenbindungen eine sehr große Oberflächenspannung. Dadurch wirkt die Oberfläche zwischen Wasser und Luft wie eine gespannte, elastische Haut.

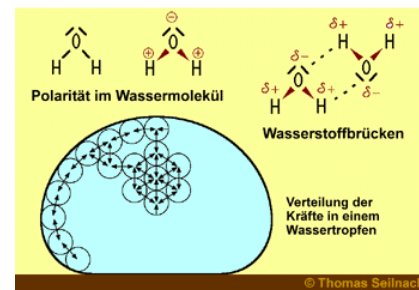
Wird die Haut durchbrochen, verändert sich die Oberflächenspannung und die Kräfte wirken in die Flüssigkeit.



Tropfen

Wirken keine weiteren Kräfte, so ist dies die Kugelform. Unter der Einwirkung zusätzlicher Kräfte (Schwerkraft, Wechselwirkung mit der Unterlage) entsteht die typische Tropfenform.

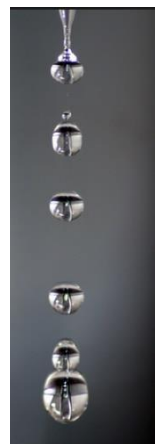
Da bei jedem Volumen eine Kugel die geringste Oberfläche hat, versuchen Flüssigkeiten, auf die keine weiteren Kräfte wirken (wie etwa in der Schwerelosigkeit, wie sie auch während eines freien Falles vorhanden ist), die Kugelform anzunehmen.



Im allgemeinen Sprachgebrauch bezeichnet **Tropfenform** eine zwei- oder dreidimensionale Form die auf der einen Seite

rund ist und auf der anderen Seite spitz zuläuft. Entgegen der allgemeinen Annahme hat ein Tropfen zu keinem Zeitpunkt „Tropfenform“. Wenn sich ein Tropfen zu bilden beginnt entsteht wie erwartet eine Einschnürung. Doch anstatt sich einfach weiter zu verjüngen, so dass eine „Tropfenform“ entstehen würde, zieht sie sich in die Länge. Es entsteht ein fadenförmiges Gebilde, an dessen Ende ein fast kugelförmiger Tropfen hängt. Dort wo der „Faden“ auf den Tropfen trifft bildet sich erneut eine Einschnürung. Wenn die Viskosität (Zähflüssigkeit) der Flüssigkeit hoch genug ist (höher als die von Wasser), zieht sich auch diese Einschnürung wieder in die Länge. Je höher die Viskosität desto häufiger wiederholt sich dieser Prozess. Irgendwann wird dies jedoch instabil und der Tropfen löst sich vom Faden. Aus dem Faden bilden sich teilweise weitere, kleinere Tropfen.

Das Ablösen eines Tropfens kann ohne weitere technische Hilfsmittel gut an einer Lavalampe beobachtet werden.



Oberflächenspannung wird durch Tenside herabgesetzt

Physikalische Begründung für die Verminderung der Oberflächenspannung durch Tenside

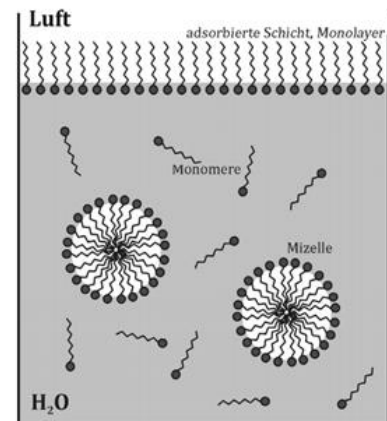
- **Ursache:**

Amphipatischer Charakter der Oberflächenaktiven Substanz.

Die Moleküle (z.B. Seifenmoleküle) sind an der Oberfläche der Lösung unter energetischen Aspekten besonders günstig angeordnet:

*der hydrophile Teil taucht in die Oberfläche ein und kann dort mit den Wassermolekülen interagieren,
der hydrophobe Teil, der Kohlenwasserstoffschwanz, kann sich in Richtung der Gasphase ausrichten.*

Die Tensid-Moleküle akkumulieren sich an der Wasseroberfläche.



Für diese Moleküle ist keine resultierende Kraft in Richtung des Inneren der Lösung gerichtet.

⇒ Verminderung der Oberflächenspannung

Die energetisch ungünstige Anordnung von Wassermolekülen an der Oberfläche wird durch die energetisch günstigere, gerichtete Anordnung von Tensid-Molekülen an der Oberfläche der Lösung ersetzt.

Script Tenside