

Oberflächenspannung

MESSUNG DER OBERFLÄCHENSPANNUNG NACH DER ABREISSMETHODE.

- Erzeugung einer Flüssigkeitslamelle zwischen einer ringförmigen Schneide und der Flüssigkeitsoberfläche durch langsames Hochziehen der Schneide aus der Flüssigkeit.
- Messung der Zugkraft kurz vor dem Abreißen der Flüssigkeitslamelle.
- Bestimmung der Oberflächenspannung aus der gemessenen Zugkraft.

UE1080400

04/16 JS

ALLGEMEINE GRUNDLAGEN

Die Oberflächenspannung einer Flüssigkeit ist eine Eigenschaft der Grenzfläche zwischen der Flüssigkeit und der angrenzenden Luft. Sie resultiert aus der Tatsache, dass auf jedes Flüssigkeitsmolekül an der Oberfläche die Kräfte seiner Nachbarmoleküle nur von einer Seite wirken können, während auf ein Molekül in der Flüssigkeit Kräfte von allen Seiten wirken (siehe Fig. 1). Daher wirkt auf das Molekül an der Oberfläche insgesamt eine Kraft senkrecht zur Oberfläche ins Innere der Flüssigkeit. Um zur Vergrößerung der Oberfläche weitere Moleküle an die Oberfläche zu bringen, muss somit Energie zugeführt werden.

Den Quotienten

$$(1) \quad \sigma = \frac{\Delta E}{\Delta A}$$

aus der bei konstanter Temperatur zugeführten Energie ΔE und der Änderung ΔA der Oberfläche bezeichnet man als Oberflächenspannung oder auch Oberflächenenergiedichte.

Zur Veranschaulichung dieser Definition kann man z.B. eine ringförmige Schneide betrachten, die zunächst vollständig in die Flüssigkeit eintaucht. Zieht man die Schneide langsam aus der Flüssigkeit, so wird an der Unterkante eine Flüssigkeitslamelle hochgezogen (siehe Fig. 2). Deren Oberfläche auf der Außen- und der Innenseite der Schneide ändert sich insgesamt um

$$(2) \quad \Delta A = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot \Delta x,$$

R : Radius des Rings

wenn die Schneide um die weitere Strecke Δx hochgezogen wird. Hierfür muss eine Kraft

$$(3) \quad F_0 = \frac{\Delta E}{\Delta x}$$

aufgebracht werden. Wird die Kraft F_0 beim Hochziehen überschritten, reißt die Flüssigkeitslamelle ab.

Im Experiment hängt ein Metallring mit einer scharfen Unterkante waagrecht an einem Präzisionskraftmesser. Der Metallring wird zunächst vollständig in die untersuchte Flüssig-

keit, z.B. Wasser, eingetaucht und anschließend langsam nach oben aus der Flüssigkeit heraus gezogen. Die Flüssigkeitslamelle reißt ab, wenn die Zugkraft F den Grenzwert F_0 überschreitet.

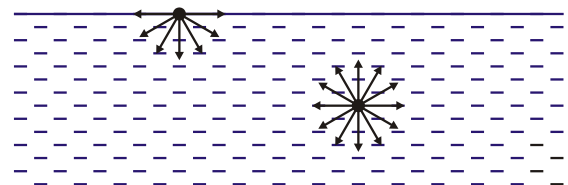


Fig. 1: Wechselwirkungskräfte auf ein Flüssigkeitsmolekül an der Oberfläche und ein Molekül im Inneren einer Flüssigkeit durch die jeweiligen Nachbarmoleküle

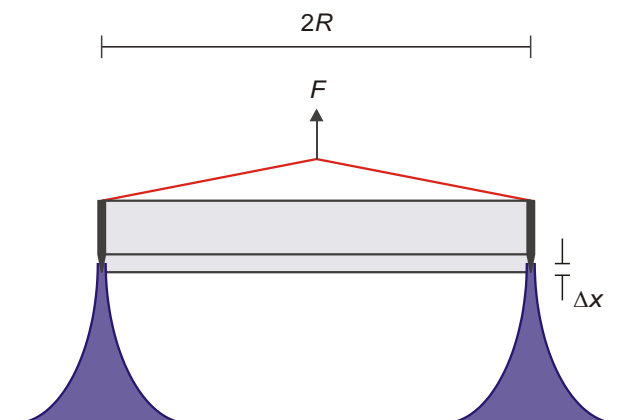


Fig. 2: Schematische Darstellung

GERÄTELISTE

1 Ring für Oberflächenspannung	1000797 (U8412160)
1 Präzisions-Kraftmesser 0,1 N	1003102 (U20030)
1 Becherglas, aus	1002872 (U14210)
1 Laborboy II	1002941 (U15020)
1 Stativfuß, 3-Bein, 150 mm	1002835 (U13270)
1 Stativstange, 470 mm	1002934 (U15002)
1 Muffe mit Haken	1002828 (U13252)
1 Messschieber, 150 mm	1002601 (U10071)

AUFBAU

- Becherglas mit destilliertem Wasser füllen und auf Laborboy stellen.
- Kraftmesser an der an der Stativstange befestigten Muffe mit Haken aufhängen.



Fig. 3: Messaufbau

DURCHFÜHRUNG

- Laborboy auf maximale Höhe stellen.
- Durchmesser des Rings messen und Ring am Kraftmesser aufhängen.
- Muffe mit Haken, samt Kraftmesser und Ring herunterlassen, bis der Ring vollständig ins Wasser eintaucht.
- Kraft auf den Kraftmesser ablesen und notieren.
- Laborboy mit Becherglas langsam absenken, bis die Flüssigkeitslamelle abreißt.
- Im Moment des Abrisses die Kraft auf den Kraftmesser ablesen und notieren.
- Differenz der Kräfte berechnen.
- Messung mehrfach wiederholen und die Reproduzierbarkeit überprüfen.

MESSBEISPIEL

$d = 60 \text{ cm}$

Kraft bei eintauchendem Ring: $F_1 = 0,033 \text{ N}$

Kraft im Moment des Abrisses: $F_2 = 0,065 \text{ N}$

Differenz: $F_0 = F_2 - F_1 = 0,032 \text{ N}$

AUSWERTUNG

Aus (1), (2) und (3) folgt

$$F_0 = \frac{\Delta E}{\Delta x} = 4 \cdot \pi \cdot R \cdot \sigma$$

Also rechnet man

$$\sigma = \frac{F_0}{4 \cdot \pi \cdot R} = 85 \frac{\text{mN}}{\text{m}}$$