

# Physikpraktikum I - Gruppe V

## Oberflächenspannung

KENN Michael, 8725258

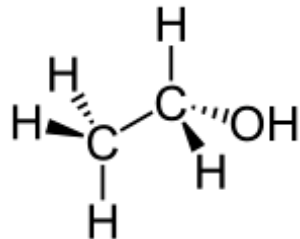
2. Dezember 2009

### Zusammenfassung

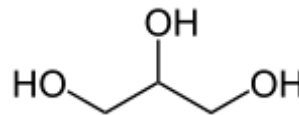
Im Rahmen des Physikpraktikums I WS09/10 wurde experimentell die Oberflächenspannung von Wasser, Ethanol und Glycerin bei 24 C° mit ca. 71, 21 bzw. 61 mN/m bestimmt.

## 1 Einleitung und Zielsetzung

Ziel dieses Experimentes war es mit Hilfe eines Tensiometers und der Ringmethode nach Du Noüy die Oberflächenspannung von Wasser, Ethanol und Glycerin zu bestimmen. Verwendet wurde dabei das neue Schultensiometer mit einem Ringradius von  $R = 0.9545$  cm und einer Ringdicke  $r = R/51.6$  cm.



Ethanol



Glycerin

## 2 Physikalische Grundlagen und Messmethoden

Vergrößert man die Oberfläche einer Flüssigkeit so muss man eine Arbeit verrichten. Die Kraft, gegen welche die Arbeit verrichtet wird, besteht aufgrund

Zimmertemperatur	$T$	$= 24.2 \pm 0.1 \text{ C}^\circ$
Dichte Wasser	$\rho_{\text{Wasser}}$	$= 0.998 \pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$
Dichte Ethanol	$\rho_{\text{Ethanol}}$	$= 1.260 \pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$
Dichte Glycerin	$\rho_{\text{Glycerin}}$	$= 0.790 \pm 0.0005 \text{ g/cm}^3$
Ringradius	$R$	$= 0.9545 \text{ cm}$
Ringdicke	$r$	$= R/51.6 \text{ cm} = 0.0185 \text{ cm}$

Tabelle 1: Parameter

der Bindung zwischen den Flüssigkeitsmolekülen. Die Oberflächenspannung  $\sigma$  ist definiert als die Arbeit, die zur Vergrößerung der Oberfläche verrichtet werden muss, geteilt durch die Fläche, die dabei zusätzlich entsteht. Diese ist gleich der am Rand angreifenden Kraft dividiert durch die Länge des Randes.

$$\begin{aligned} \sigma &= \frac{\text{Arbeit zur Vergrößerung der Oberfläche}}{\text{Oberflächenzuwachs}} = \\ &= \frac{\text{am Rand angreifende Kraft}}{\text{Randlänge}} \end{aligned}$$

In unserem Fall ist der Rand ein Platin-Iridium Messring und der Oberflächenzuwachs entsteht durch Heben des Ringes. Im Idealfall ist dieser Oberflächenzuwachs normal auf die ursprüngliche Oberfläche. In Tabelle 1 sind die Parameter des Versuchs zusammengefasst.

### 3 Experimenteller Aufbau

Das verwendete Tensiometer hat zwei Stellknöpfe und ist manuell zu bedienen. Ein Stellknopf regelt die horizontale Ausrichtung des Messringes während der andere Stellknopf den Messring langsam anhebt. Zunächst wird der Platin-Iridium Messring durch Glühen gereint, ca. 5mm in die Flüssigkeit eingetaucht und mit dem ersten Stellknopf horizontal ausgerichtet. Im weiteren wird mit Hilfe des zweiten Stellknopfs der Ring langsam angehoben, wobei ständig mit dem ersten Stellknopf die horizontale Lage des Ringes nachjustiert wird. Sobald der Ring von der Oberfläche der Flüssigkeit abreißt kann am Tensiometer die entsprechende Oberflächenspannung der Flüssigkeit in  $\text{mN/m}^2$  abgelesen werden.

Substanz	Oberflächenspannung $\sigma$ [mN/m <sup>2</sup> ]			Temperatur
	1.Versuch	2.Versuch	3.Versuch	
Wasser	71	71	71	24.1 C°
Ethanol	23	23	23	24.2 C°
Glycerin	61	61	61	24.3 C°

Tabelle 2: Versuchsserie

	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$\sigma^*$ [mN/m <sup>2</sup> ]	$F$	$\sigma$ [mN/m <sup>2</sup> ]
Wasser	0.998	71	0.998	71
Ethanol	1.260	23	0.902	21
Glycerin	0.790	61	1.002	61

Tabelle 3: Korrekturfaktoren  $F(\rho, \sigma^*)$

## 4 Messvorgang

Der Messvorgang wurde für alle 3 Flüssigkeiten von jeweils 3 verschiedenen Testpersonen durchgeführt. Die Genauigkeit des Tensiometers ist 1 mN/m<sup>2</sup>. Tabelle (2) zeigt, dass das Ergebnis für alle 3 Flüssigkeiten unabhängig von der Testperson ausgefallen ist.

## 5 Auswertung

Ein Nachteil der hier gewählten Ringmethode liegt darin, dass das gemessene Ergebnis  $\sigma^*$  noch mit einem Korrekturfaktor  $F$  multipliziert werden muß um die tatsächliche Oberflächenspannung  $\sigma$  zu erhalten.

$$\sigma = \sigma^* \cdot F(\rho, \sigma^*)$$

Der Korrekturfaktor  $F$  hängt sowohl von der Dichte  $\rho$  der Flüssigkeit als auch vom gemessenen Wert  $\sigma^*$  ab. Eine für das verwendete Tensiometer gültige Tabelle wurde zur Verfügung gestellt. Durch (lineare) Interpolation ergeben sich damit die Korrekturfaktoren in Tabelle (3) und daraus die auf die Messgenauigkeit des Tensiometers, nämlich ganze Zahlen, gerundeten Werte für  $\sigma$ .

Substanz	experimentelles $\sigma$ bei 24 C°	Literaturwert $\sigma$ für 20 C°
Wasser	71	72
Ethanol	21	22
Glycerin	61	62

Tabelle 4: experimentelles Ergebnis vs. Literaturwerte für  $\sigma$  in mN/m<sup>2</sup>

## 6 Messgenauigkeit

In den 3 Versuchsreihen wurden durchwegs die gleichen Werte gemessen, womit der statistische Fehler wegfällt. Da der Korrekturfaktor jeweils nicht viel verschieden von 1 ist können die Ergebnisse auf alle Fälle mit einer Sicherheit von  $\pm 1$  mN/m<sup>2</sup>, nämlich der Auflösung des Tensiometers, angenommen werden.

Ungenauigkeiten in den Resultaten können neben dem Auflösungsvermögen des Tensiometers auch noch auf den äußeren Gegebenheiten oder systematischen Fehlern beruhen. Gewöhnlich wird die Oberflächenspannung  $\sigma$  einer Flüssigkeit bei 20 C° angegeben. Wir haben jedoch bei 24 C° getestet. Vergleichswerte zeigen, dass zwischen 20 C° und 24 C° die Oberflächenspannung um ca. 1% abnimmt. Die auf verschiedenen Internetseiten ([2],[3]) recherchierten Referenzwerte unterscheiden sich zwar ab der ersten Dezimalstelle, sind aber auf ganze Zahlen gerundet stets gleich. Tabelle (4) zeigt eine Gegenüberstellung der im Experiment bestimmten und der in der Literatur recherchierten Werte. Das entspricht voll und ganz der Erwartung. Größere systematische Fehler können somit ausgeschlossen werden.

## 7 Schlussfolgerungen

Im Rahmen des Auflösungsvermögens des Tensiometers war die Oberflächenspannung der 3 Flüssigkeiten zufriedenstellend bestimmbar.

## Literatur

[1] Praktikum zur Einführung in die Physik I WS 2009/10:

[https://elearning.mat.univie.ac.at/physikwiki/index.php/LV005:LV-Uebersicht/WS09\\_10](https://elearning.mat.univie.ac.at/physikwiki/index.php/LV005:LV-Uebersicht/WS09_10)

- [2] Oberflächenspannung in Wikipedia:  
[http://en.wikipedia.org/wiki/Surface\\_tension](http://en.wikipedia.org/wiki/Surface_tension)
- [3] Landolt-Börnstein, *Substance and Property Index*:  
<http://www.springer.com/laboe>

Updated 8. Dezember 2009