

Versuch 103

## Mohr- Westphaal'sche Waage

### Aufgaben

1. Bestimmung der Abhängigkeit des Auftriebs von der Konzentration
2. Bestimmung der Dichte eines Körpers mit Hilfe der Schwebemethode

### Grundlagen

#### Dichte, Auftrieb, Konzentration

Mit den Worten „Heureka, ich hab's gefunden!“ soll damals bei den alten Griechen Archimedes aus der Wanne gesprungen sein, da seine Entdeckung ihn angeblich davor bewahrte, vom König um eine Kopflänge gekürzt zu werden. Dabei war seine Entdeckung so einfach wie genial: Das von einem Körper verdrängte Volumen einer Flüssigkeit ist gleich dem Volumen des Körpers selbst. Damit war es möglich, ohne große Rechnungen das Volumen selbst von unregelmäßigen Körpern (außer von porösen) zu bestimmen.

Ferner brachte es ihn auf den Gedanken, dass das Ganze etwas mit dem Auftrieb zu tun haben könnte. Seine Gesetzmäßigkeit (in unserer heutigen, mathematischen) Formulierung:

$$F_{\text{Auftrieb}} = -F_{\text{Gew, verdrängtes Medium}}$$

Dies ist bis heute als das Archimedische Prinzip in den Lehrbüchern der Physik zu finden. Wenn man die Dichte  $\rho$  eines Stoffes als dessen Verhältnis von Masse zu Volumen definiert, gelten damit folgende „Gesetzmäßigkeiten“ bezüglich eines Körpers  $P$  in einer Flüssigkeit  $Fl$ :

Sinken:

$$\rho_P > \rho_{Fl}$$

Schweben:

$$\rho_P = \rho_{Fl}$$

Steigen:

$$\rho_P < \rho_{Fl}$$

Wenn man nun noch die Konzentration einer Lösung mit ins Spiel bringt, hat man über diese ein gutes Mittel, die Dichte der Flüssigkeit definiert zu manipulieren. Daraus folgt, dass man bei  $\rho_P \approx \rho_{Fl}$  die Dichte des Körpers im Schwebefall sehr exakt kennt.

#### Aufbau der Mohr- Westphal'schen Waage

Die Mohr- Westphal'sche Waage (MWW) besteht aus einem Hebel, welcher von zehn Kerben in gleiche Abstände unterteilt wird. Ein definiertes Gegengewicht sorgt für die nötige Gegenkraft. An den Hebel hängt man ein Probekörper mit dem Volumen  $5 \text{ cm}^3$  und freut sich, weil jetzt die Reitergewichte von  $0,005\text{g}$ ,  $0,05\text{g}$  und  $0,5\text{g}$  in den jeweiligen Kerben genau die jew. Ziffer ihrer Zehnerpotenz der Dichte des Stoffes, in dem der Senkkörper herumschwimmt, anzeigt.

(Das kann man sich natürlich auch mathematisch herleiten, ist aber auch so schon trivial genug...)

### Durchführung

#### Versuchsobjekte

MWW, Reiter, Waage, Bechergläser, Bernsteinstückchen, destilliertes Wasser, Kochsalz, Glasstäbchen zum rühren, Plastespätel zum Salz-ins-Wasser-schubsen, Handtuch für Säubern von Gläsern und Tisch

#### erwartete Ergebnisse

- Linearer Anstieg der Abhängigkeit
- $\rho_{H_2O}(\vartheta = 25^\circ\text{C}) = 0,997047 \frac{\text{g}}{\text{cm}^3}$

#### mögliche systematische Fehler

- Auftrieb in Luft

#### Versuchsablauf

- Justieren und Kalibrieren der MWW
- Messen des reinen Wassers und der Lösungen
- Schweberversuch mit anschließender Dichtemessung

**Versuchsprotokolle**

**Fehlerquellen**

$$\Delta m, \Delta \rho$$

**Messwerte**

Ermittlung der Abhängigkeit zwischen Dichte und Konzentration:

	m [g]	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]
Wasser	195,9	0,997
Lösung 1	10,2	1,035
Lösung 2	20	1,057
Lösung 3	31	1,102

Die Raumtemperatur betrug 25°C.

Dichtemessung des Schweberversuchs:

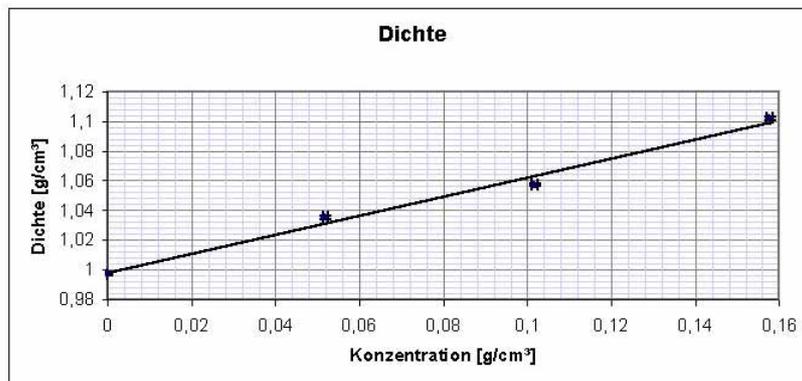
$$\rho_1 = 1,098 \frac{g}{cm^3}, \rho_2 = 1,099 \frac{g}{cm^3}$$

**Auswertung**

$$c = \frac{m}{V} = \frac{m_{NaCl}}{m_{H_2O}} = \rho_{H_2O} \frac{m_{NaCl}}{m_{H_2O}}$$

	m [g]	$\rho_{H_2O}$ c [g/cm <sup>3</sup> ]	$\Delta c$	$\rho$ [g/cm <sup>3</sup> ]	$\Delta \rho$
Wasser	195,9	0	0	0,997	0,001
Lösung 1	10,2	0,052	0,001	1,035	0,001
Lösung 2	20	0,102	0,001	1,057	0,001
Lösung 3	31	0,158	0,001	1,102	0,001

**Ergebnisse**



Der zu bestimmende Körper hat eine Dichte von

$$\rho_1 = 1,0985 \pm 0,001 \frac{g}{cm^3}$$

**Diskussion**

Richtig toller Versuch! Die Dichte wässriger Lösungen ist scheinbar proportional zur Konzentration und Bernsteine können mit der Schwebemethode bestimmt werden. Im übrigen stimmt der gemessene Wert das Wasser super mit dem Tabellenwert überein und mehr muss man hier nicht diskutieren.

Jena, 24.06.2002