

**Übung 6**  
(Mathematische Hilfsmittel des Chemikers)

**1. Aufgabe**

Zur Bestimmung eines ohmschen Widerstandes  $R$  wurden in einem Schaltkreis die Spannung  $U$  und die dazugehörige Stromstärke  $I$  gemessen.

$U/V$	91	188	310	408	499
$I/A$	0.2	0.4	0.6	0.8	1.0

Die Größtfehler betragen bei dieser Messung:  $\Delta U = 10V$  und  $\Delta I = 0.03A$ .

Bestimmen Sie den Widerstand  $R$  und seinen Größtfehler durch eine geeignete graphische Auftragung.

**2. Aufgabe**

Wasser steigt in einer Glaskapillare vom Radius  $r$  bis zu einer bestimmten Höhe  $h$  empor. Diese Steighöhe kann in einem geeigneten Experiment zur Bestimmung der Oberflächenspannung  $\sigma$  benutzt werden. Näherungsweise gilt folgender Zusammenhang zwischen der Steighöhe  $h$  und dem Radius der Kapillare  $r$

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g} \cdot \frac{1}{r}$$

wobei  $\rho$  die Dichte der Flüssigkeit darstellt (Erdbeschleunigung  $g = 9.81 \text{ m/s}^2$ ).

Experimentell wurden bei  $25^\circ\text{C}$  ( $\rho = 0.9971 \text{ g/cm}^3$ ) folgende Steighöhen bestimmt

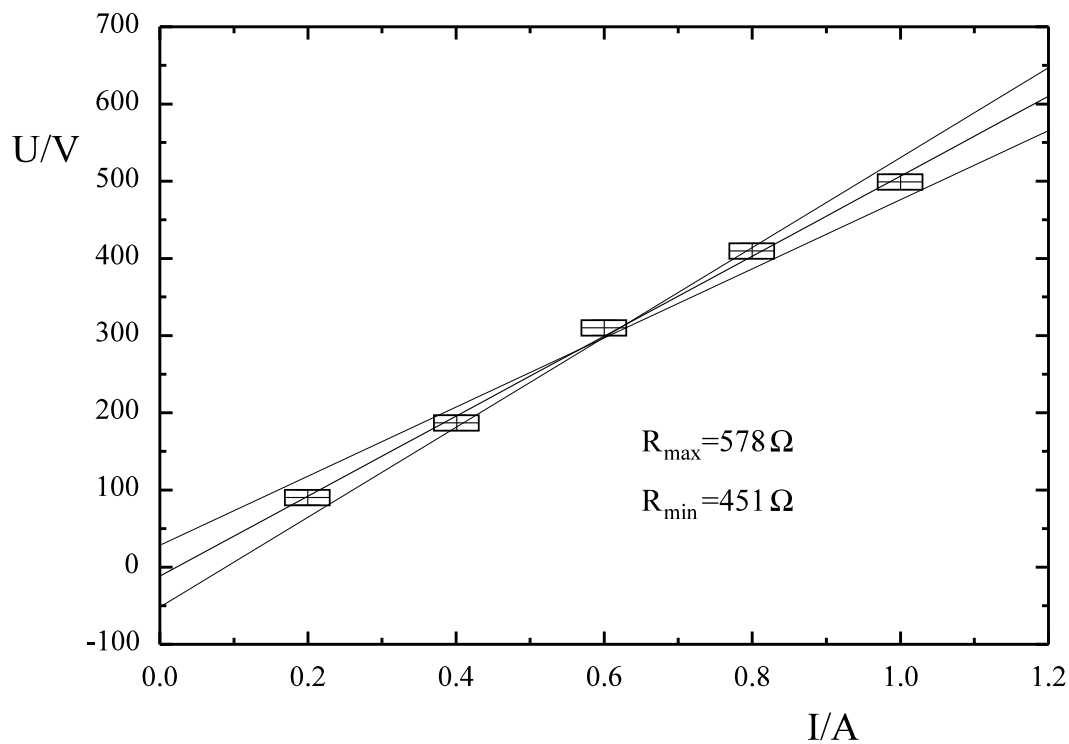
$r / \text{mm}$	$0.100 \pm 0.003$	$0.200 \pm 0.005$	$0.300 \pm 0.005$	$0.400 \pm 0.005$
$h / \text{cm}$	$14.7 \pm 0.3$	$7.5 \pm 0.3$	$4.8 \pm 0.2$	$3.7 \pm 0.2$

- Man stelle die Meßwerte mit ihren Fehlern als lineare Funktion  $h = f(1/r)$  dar (legen Sie dazu ein geeignete Wertetabelle an).
- Bestimmen Sie aus dieser Auftrugung die Oberflächenspannung  $\sigma$  und ihren Größtfehler als Ergebnis einer vermittelnden Beobachtung.

1. Aufgabe

Ohmsches Gesetz:  $R = \frac{U}{I} \Rightarrow U = R \cdot I$

Auftragung der Spannung  $U$  gegen die Stromstärke  $I$  liefert als Steigung den Ohmschen Widerstand  $R$ . Die Extremgeraden durch die Fehlerrechtecke liefern den maximalen und minimalen Wert.  
 $\Rightarrow R_{max} = 578\Omega, R_{min} = 451\Omega \Rightarrow R = (515 \pm 64)\Omega$



## 2. Aufgabe

Steighöhe  $h$  in einer Kapillare:

$$h = \frac{2\sigma}{\rho g} \cdot \frac{1}{r} \quad (1)$$

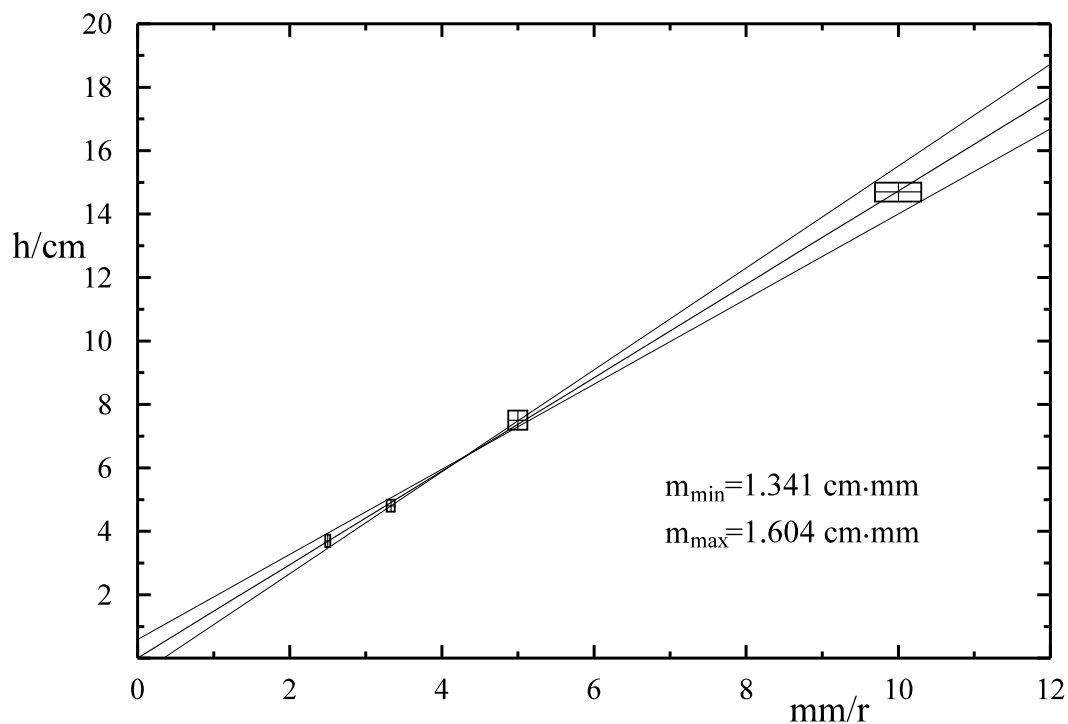
Bei einer Auftragung von  $h$  gegen  $\frac{1}{r}$  werden die Fehler in  $\frac{1}{r}$  benötigt:

$$\Delta\left(\frac{1}{r}\right) = \left| \left( \frac{\partial 1/r}{\partial r} \right) \right| \Delta r = \left| -\frac{1}{r^2} \right| \Delta r \quad (2)$$

Damit ergeben sich die folgenden Werte:

$\frac{r}{\text{mm}}$	0.100	0.200	0.300	0.400	$\frac{\Delta r}{\text{mm}}$	0.003	0.005	0.005	0.005
$\frac{h}{\text{cm}}$	14.7	7.5	4.8	3.7	$\frac{\Delta h}{\text{cm}}$	0.3	0.3	0.2	0.2
$\frac{1/r}{\text{mm}^{-1}}$	10.0	5.0	3.3	2.5	$\frac{\Delta 1/r}{\text{mm}^{-1}}$	0.3	0.125	0.056	0.031

Die grafische Auftragung



liefert die Steigungen  $m_{\max} = 1.604 \text{ cm}\cdot\text{mm}$  und  $m_{\min} = 1.341 \text{ cm}\cdot\text{mm}$ . Daraus berechnet sich der Mittelwert  $\bar{m}$  als  $1.473 \text{ cm}\cdot\text{mm}$  mit einem Größtfehler von  $0.132 \text{ cm}\cdot\text{mm}$ . Nach Gleichung 1 ergibt sich dann die Oberflächenspannung und der Größtfehler als

$$\sigma = \frac{\bar{m}\rho g}{2} = 72.02 \cdot 10^{-3} \text{ J m}^{-2}, \quad \Delta\sigma = \left| \left( \frac{\partial\sigma}{\partial\bar{m}} \right) \right| \Delta\bar{m} = \frac{\rho g}{2} \Delta\bar{m} = 6.4 \cdot 10^{-3} \text{ J m}^{-2}$$