

# Viskosität von Wasser nach Ubbelohde

Mit einem Viskosimeter nach Ubbelohde kann die Viskosität einer Flüssigkeit nach der empirischen Gleichung  $v = \frac{\pi g h R^4 t}{8 V l} - \frac{1.1 V}{8 \pi l t} = K t - K' t^{-1}$  aus der Ausströmzeit eines Flüssigkeitsvolumens durch eine Kapillare berechnet werden, wobei  $K, K'$  reine Gerätekonstanten sind.

Wir erhielten das Volumen als Mittel aus mehreren Messungen, wobei das Vertrauensintervall angesichts der Ablesunsicherheit vernachlässigbar ist. Relativ schwierig gestaltete sich auch die Vermessung der Glasteile. Bei der Ausströmzeit ergibt sich die Unsicherheit aus dem Vertrauensintervall der Messungen.

$$V = (10.05 \pm 1) ml$$

$$h = (10.5 \pm 0.4) cm$$

$$l = (8.8 \pm 0.4) cm$$

$$t = (81 \pm 2) s$$

Daraus erhält man die Werte für die Gerätekonstanten und die kinematische Viskosität von Wasser bei  $22.3^\circ C$  zu

$$K = (1.7 \pm 0.4) \cdot 10^{-8} \frac{m^2}{s^2}$$

$$K' = (5.0 \pm 0.8) \cdot 10^{-8} m^2$$

$$v = (1.3 \pm 0.4) \cdot 10^{-6} \frac{m^2}{s}$$

Die Messunsicherheit ergibt dabei folgendermaßen:

$$u_K = K \left( 4 \left| \frac{u_R}{R} \right| + \left| \frac{u_h}{h} \right| + \left| \frac{u_l}{l} \right| + \left| \frac{u_V}{V} \right| \right) = 23\% K = 3.6 \cdot 10^{-9} \frac{m^2}{s^2}$$

$$u_{K'} = K' \left( \left| \frac{u_V}{V} \right| + \left| \frac{u_l}{l} \right| \right) = 15\% K' = 7.5 \cdot 10^{-7} m^2$$

$$u_v = \left| \frac{\partial v}{\partial K} u_K \right| + \left| \frac{\partial v}{\partial K'} u_{K'} \right| + \left| \frac{\partial v}{\partial t} u_t \right| = 4 \cdot 10^{-7} \frac{m^2}{s}$$

Nach *Kuchling, Taschenbuch der Physik* beträgt der Tabellenwert von  $v_{Tab} = 1.004 \frac{mm^2}{s}$ . Damit ist der Messwert im Rahmen der Messungengenauigkeit korrekt. Die Abweichung beträgt 30%.

Ohne die Hagenbachsche Korrektur ergäbe sich ein Wert, der um etwa 3 % höher liegt als der gemessene. Dies ist in diesem Bereich im Vergleich zur Messunsicherheit generell vernachlässigbar, würde aber dazu führen, dass die Abweichung das Unsicherheitsintervall (knapp) überschreiten würde.

Im folgenden Diagramm ist die Abhängigkeit von  $v$  von der Fallzeit mit und ohne Korrektur nach Hagenbach, sowie der gemessene Wert aufgetragen.

