

# W1 Thermische Ausdehnung

## Physikalische Grundlagen

Körper ändern ihr Volumen infolge von Temperaturänderungen. Eine Erhöhung der Temperatur  $\vartheta$  bewirkt im Festkörper eine Vergrößerung der Schwingungsamplitude der Atome im Kristallgitter und in einer Flüssigkeit eine größere thermische Bewegung der Moleküle und damit ebenfalls eine Vergrößerung des Volumens (Ausnahme z.B. Wasser zwischen  $0^{\circ}\text{C}$  und  $4^{\circ}\text{C}$ ). Bei stabförmigen Körpern interessiert insbesondere die Ausdehnung in Längsrichtung. Kann sich der Körper ungehindert ausdehnen, so ändert sich die Anfangslänge  $l_0$  bei einer nicht zu großen Temperaturänderung  $\Delta\vartheta$  um

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta\vartheta \quad (1)$$

mit dem stoffabhängigen linearen Ausdehnungskoeffizienten  $\alpha$ .

Betrachtet man die durch die thermische Ausdehnung verursachte Volumenänderung von festen, flüssigen oder gasförmigen Körpern (bei konstantem Druck), so kann dieses Verhalten analog zu (1) mit dem kubischen Ausdehnungskoeffizienten  $\beta$  beschrieben werden.

$$\Delta V = \beta V_0 \Delta\vartheta \quad (2)$$

Für isotrope Körper darf praktisch

$$\beta = 3\alpha \quad (3)$$

gesetzt werden.

Betrachtet man die Volumenänderung von Flüssigkeiten in Gefäßen mit konstanter Querschnittsfläche  $A$ , ist die Volumenänderung der Höhenänderung  $\Delta h$  der Flüssigkeitssäule proportional.

Bei genauen Messungen kann die Volumenausdehnung des Gefäßes (Volumenausdehnungskoeffizient  $\beta_G$ ) nicht mehr vernachlässigt werden, so dass

$$\Delta V = A \Delta h = V_0 (\beta - \beta_G) \Delta\vartheta \quad (4)$$

gilt.

## Versuchsvorbereitung

- Temperaturbegriff, Verhalten von Körpern bei Temperaturänderungen
- Lenard-Jones-Potential
- Wie groß ist der Volumenausdehnungskoeffizient von Gasen?
- Anomalie des Wassers
- grafische Ermittlung des Ausdehnungskoeffizienten
- Begründen Sie (3) und schätzen Sie den relativen Fehler ab, welcher durch die Verwendung dieser Beziehung zur Volumenberechnung entsteht.

## Aufgaben

- Bestimmen Sie durch Messungen der temperaturabhängigen Längenänderung von Stäben deren linearen Ausdehnungskoeffizienten.

Stellen Sie ihre Messwerte grafisch dar.

Führen Sie eine lineare Regression einschließlich Fehlerrechnung durch.

- Bestimmen Sie den Volumenausdehnungskoeffizienten in Abhängigkeit der Temperatur von verschiedenen Flüssigkeiten. Berücksichtigen Sie die Volumenausdehnung des benutzten Gefäßes. Stellen Sie ihre Messwerte grafisch dar.
- Führen Sie eine Fehlerschätzung für den linearen und den kubischen Ausdehnungskoeffizienten durch!