

**Alu-Rohr (0041)**

# Längenausdehnung

Die relative Längenausdehnung ist die effektive Längenänderung  $\Delta l$  pro ursprüngliche Länge  $l_0$ .

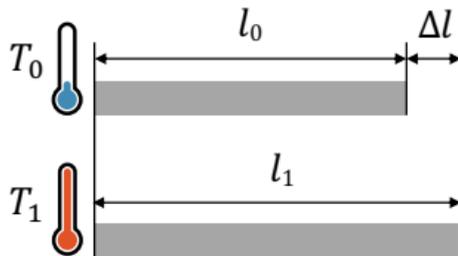
Sie entspricht dem **Längenausdehnungskoeffizienten**  $\alpha$  (Materialgrösse) mal die Temperaturänderung  $\Delta T = (T_1 - T_0)$ .

## Beispiel:

Eine Stahlbrücke ist am kältesten Tag 30 m lang.  
Um wie viel verlängert sie sich bei  $\Delta T = 60 \text{ K}$  ?  
( $\alpha_{\text{Stahl}} = 11.7 \cdot 10^{-6} \text{ K}^{-1}$ )

$$\Delta l = \alpha l_0 \Delta T = 11.7 \cdot 10^{-6} \frac{1}{\text{K}} \cdot 30 \text{ m} \cdot 60 \text{ K} = 21 \text{ mm}$$

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \cdot \Delta T$$



**Aufgabe:** Um die Wärmeausdehnung von Aluminium zu untersuchen, wird ein Aluminiumrohr links eingespannt und rechts aufgelegt, so dass es sich nach rechts ungehindert ausdehnen kann. Nun wird das Rohr mit einem Bunsenbrenner gleichmässig erwärmt. Wir messen die Temperatur des Rohrs und seine Länge und erhalten die folgenden Messwerte:

|                              |        |                      |                      |                      |                      |
|------------------------------|--------|----------------------|----------------------|----------------------|----------------------|
| $\Delta T$ (K)               | -      | 40                   | 60                   | 80                   | 100                  |
| $T$ ( $^{\circ}\text{C}$ )   | 20     | 60                   | 80                   | 100                  | 120                  |
| $l$ (mm)                     | 500.00 | 500.45               | 500.70               | 500.90               | 501.18               |
| $\Delta l$ (mm)              | -      | 0.45                 | 0.70                 | 0.90                 | 1.18                 |
| $\alpha$ ( $\text{K}^{-1}$ ) | -      | $2.25 \cdot 10^{-5}$ | $2.33 \cdot 10^{-5}$ | $2.25 \cdot 10^{-5}$ | $2.36 \cdot 10^{-5}$ |

$$\frac{\Delta l}{l_0} = \alpha \Delta T$$

$$\alpha = \frac{\Delta l}{l_0 \Delta T}$$

- Bestimme aus den Messungen den Mittelwert des Längenausdehnungskoeffizienten  $\alpha$  von Aluminium.
- Welche Verlängerung  $\Delta l$  müssen wir für eine Erwärmung um  $\Delta T = 200^{\circ}\text{C}$  erwarten?
- Um wie viele  $\text{mm}^3$  würde das Volumen eines Aluminiumwürfels mit Seitenkante 10 cm zunehmen, wenn es ebenfalls um  $\Delta T = 200^{\circ}\text{C}$  erwärmt würde?
- Wie kann der Längenausdehnungskoeffizient in einem  $(\frac{\Delta l}{l}) - \Delta T$ -Diagramm abgelesen werden?

$$a) \quad \bar{\alpha} = \left( \frac{2.25 + 2.33 + 2.25 + 2.36}{4} \right) \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}$$

$$= \underline{2.30 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1}} \quad (\text{Lit.-wert } 2.31 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1})$$

$$b) \quad \frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \cdot \Delta T \quad | \cdot L_0 \quad \Delta L = L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T = 500 \text{ mm} \cdot 2.30 \cdot 10^{-5} \text{ K}^{-1} \cdot 200 \text{ K}$$

$$\Delta L = \underline{2.3 \text{ mm}}$$

$$c) \quad V_0 = L_0^3 = (100 \text{ mm})^3 = 10^6 \text{ mm}^3 \quad \left| \quad L_0 + \Delta L = L_0 + \overbrace{(L_0 \cdot \alpha \cdot \Delta T)}^{\Delta L} \right.$$

$$V = V_0 + \Delta V = L^3 = (L_0 + \Delta L)^3 \quad \left| \quad = L_0 (1 + \alpha \Delta T) \right.$$

$$V = (100.46 \text{ mm})^3 = 1'013'864 \text{ mm}^3 \quad \left| \quad = 100 \text{ mm} \cdot (1 + 2.3 \cdot 10^{-5} \cdot 200) \right.$$

$$\Rightarrow \Delta V = V - V_0 = \underline{13'864 \text{ mm}^3} \quad \left| \quad = 100.46 \text{ mm} \right.$$



$$\frac{\Delta L}{L_0} = \alpha \cdot \Delta T$$

$$\frac{y}{x} = m \cdot x$$

$\Rightarrow \alpha = \text{Steigung einer Lin.-Funktion}$