

## Wärmeleitfähigkeit und CLTE

### 1. Wärmedämmung und U-Wert

Die thermischen Dämmeigenschaften werden allgemein durch den "U-Wert" beschrieben. Der U-Wert steht in direktem Zusammenhang mit der Wärmeleitfähigkeit ( $\lambda$ ) des Materials und der Dicke des Bauteils ( $t$ ). Je niedriger der U-Wert, desto schlechter die Wärmeleitungs- und desto besser die Isolationseigenschaften.

$$U = \frac{\lambda}{t}$$

Eine Erhöhung der Dicke oder die Verwendung eines Materials mit geringerer Wärmeleitfähigkeit reduzieren den U-Wert und verbessern die Dämmeigenschaften des Produktes. Dank seiner sehr niedrigen Wärmeleitfähigkeit ist ARPRO ein Material der Wahl bei Anwendungen mit hohen Anforderungen an die thermischen Isolationseigenschaften.

Die Wärmeleitfähigkeit ist über die Wärmemenge definiert, welche pro Zeiteinheit und Fläche durch die Dicke einer Probe übertragen wird. Sie stellt einen Temperaturgradient von 1°C (oder Kelvin) pro Längeneinheit dar und wird üblicherweise in Milliwatt pro Meter-Kelvin ( $\text{mW}\cdot\text{m}^{-1}\cdot\text{K}^{-1}$ ) angegeben. ISO 8301 beschreibt die Methode zur Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit.

#### Prüfverfahren: ISO 8301

Die getestete Probe mit den Abmessungen 300 x 300 x 20mm wird zwischen zwei Heizplatten gelegt. Beide Platten werden auf zwei unterschiedlichen festen Temperaturen gehalten, so dass sich durch die Dicke der Probe ein Temperaturgradient von 20°C ergibt. Dank eines Wärmestrommessers, der den tatsächlichen Wärmestrom durch die Probe misst, wird die Wärmeleitfähigkeit bei der mittleren Temperatur zwischen beiden Platten (hier 10°C) durch die folgende Formel erhalten:

$$\lambda = - \frac{Q \cdot t}{\Delta T}$$

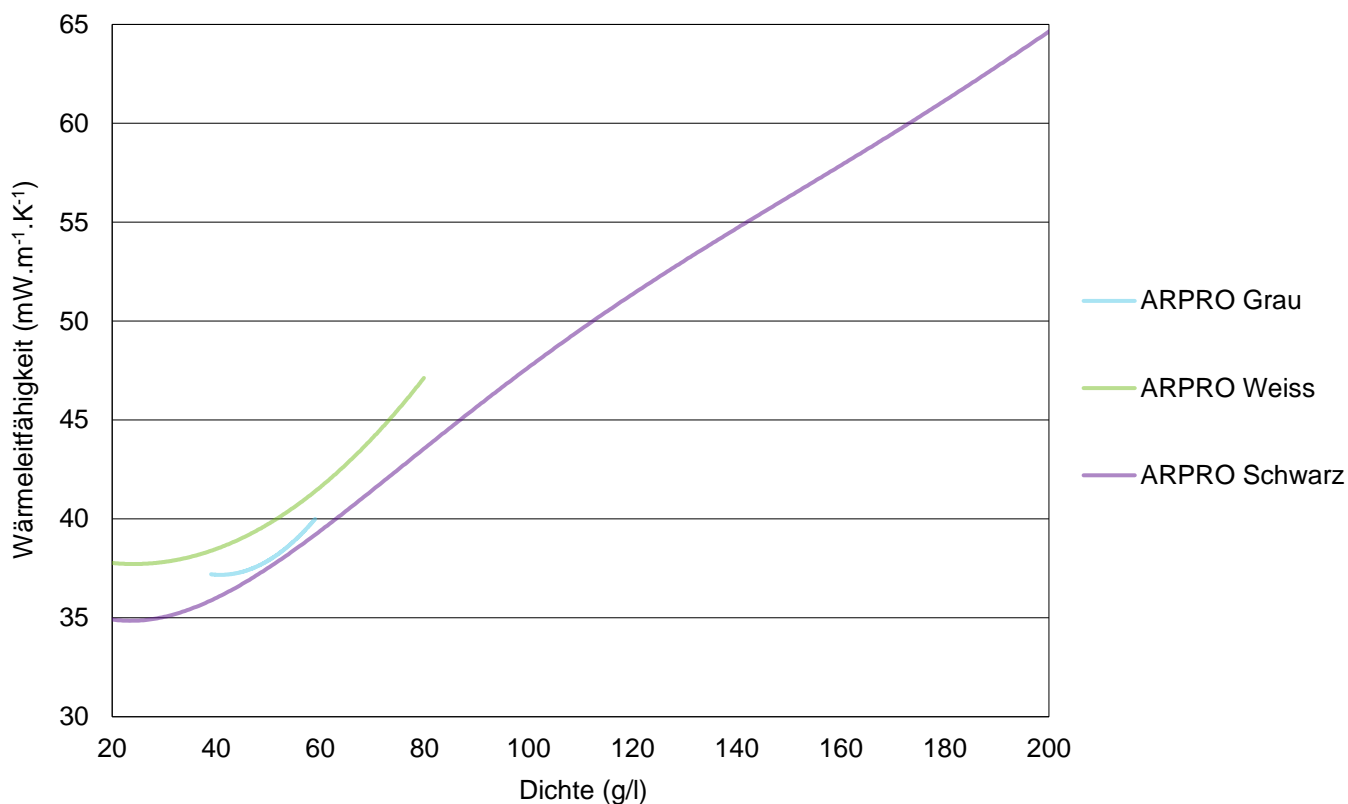
Wo:

- Q: Wärmestrom durch die Probe
- t: Probendicke
- $\Delta T$ : Temperaturdifferenz zwischen den Heizplatten

**Prüfdichten:** ARPRO Schwarz mit 20g/l und 200g/l, ARPRO Weiß mit 20g/l und 80g/l und ARPRO Grau mit 40g/l und 60g/l

**Hinweis:** Bestimmte Additive können die Wärmedämmung beeinflussen. Zum Beispiel kann ein Teil der Strahlung durch Rußpigment reflektiert werden, deshalb isoliert ARPRO Grau besser als ARPRO Weiß.

Wärmeleitfähigkeit - ISO 8301



Eigenschaft	Einheiten	Test	Dichte (g/l)												
			20	30	40	50	60	80	100	120	140	160	180	200	
λ - Wärmeleitfähigkeit															
• Schwarz	mW·m <sup>-1</sup> ·K <sup>-1</sup>	ISO 8301	35	35	36	37	39	44	47	51	54	58	61	65	
• Grau		10°C	-	37	37	38	40	-	-	-	-	-	-	-	
• Weiß			38	38	38	40	42	47	-	-	-	-	-	-	

## 2. Abnehmende Formstabilität durch Beanspruchung

Der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient (Coefficient of Linear Thermal Expansion, CLTE) beschreibt die Neigung eines Materials, sich aufgrund von Temperaturveränderungen (Wärme oder Kälte) auszudehnen (oder zu schrumpfen).

**Prüfverfahren:** Ein Prüfkörper, auf dem in Längsrichtung Messmarken in Abständen von 25mm angebracht wurden, wird in einem Temperaturprüfraum für 24 Stunden einer bestimmten Anfangstemperatur ausgesetzt. Unmittelbar nach der Entnahme des Prüfkörpers aus dem Temperaturprüfraum werden dann die Abstände zwischen den Markierungen gemessen. Anschließend wird der Prüfkörper für weitere 24 Stunden einer bestimmten Endtemperatur ausgesetzt. Auch an diese Temperaturbehandlung schließt sich eine sofortige Messung der Markierungsabstände an.

Der lineare Wärmeausdehnungskoeffizient K (Coefficient of Linear Thermal Expansion, CLTE) ergibt sich aus der folgenden Gleichung:

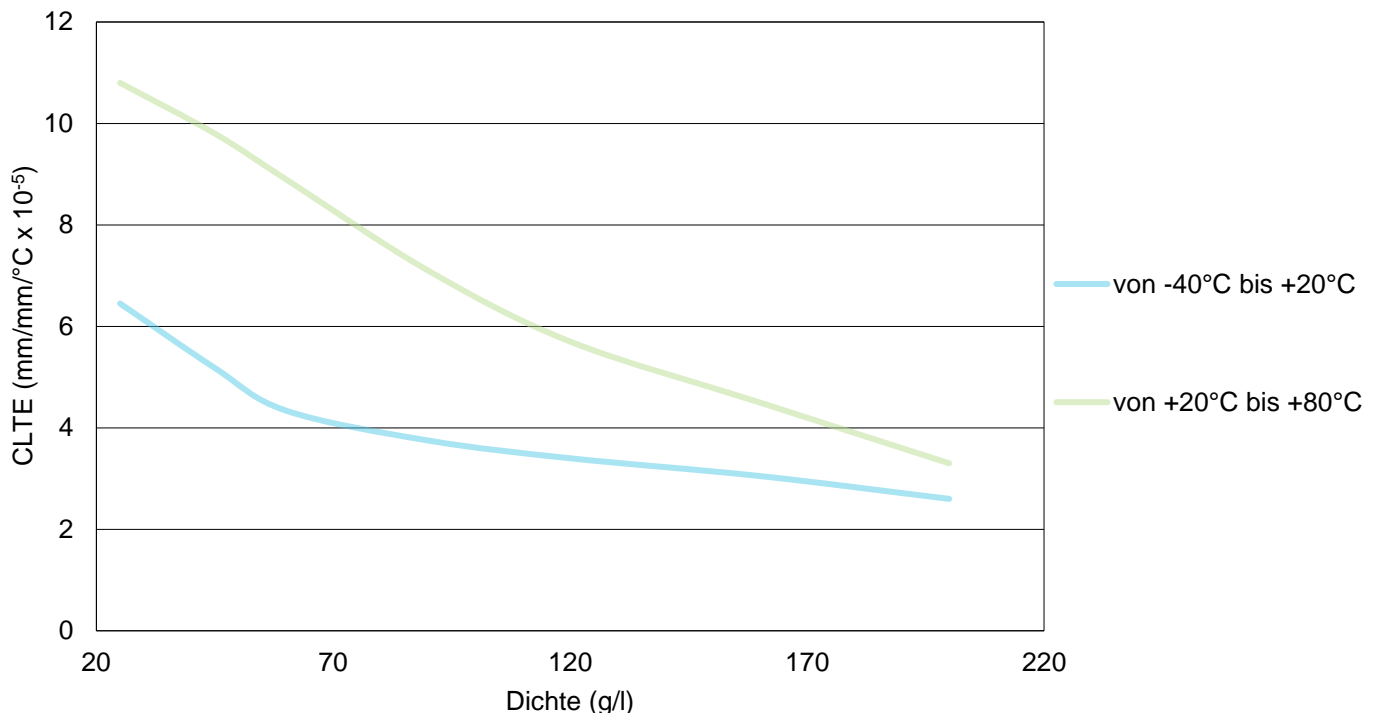
$$K = \frac{L_1 - L_0}{\Delta T \cdot L_0}$$

Wobei:

- $L_1$ : Probenlänge bei Endtemperatur
- $L_0$ : Probenlänge bei Anfangstemperatur
- $\Delta T$ : Endtemperatur - Anfangstemperatur

**Prüfdichten:** ARPRO Schwarz von 20g/l bis 200g/l

Linearer Wärmeausdehnungskoeffizient (CLTE)



**Hinweis:** Die Endergebnisse können je nach Formteilgeometrie leicht variieren.

**Verwendung des Prüfergebnisses:** Der CLTE von ARPRO mit 160g/l im Bereich von +20°C bis +80°C beträgt  $4.5 \cdot 10^{-5} \text{ mm/mm/}^\circ\text{C}$ . Das heißt, dass ein ARPRO Formteil mit einer Dichte von 160g/l und einer ursprünglichen Länge von 100 mm nach einer 24-stündigen Konditionierung bei +80°C die folgende Endlänge aufweist:

$$L_1 = L_0 + K \cdot \Delta T \cdot L_0 = 100 + 4.5 \cdot 10^{-5} \cdot 60 \cdot 100 = 100.27 \text{ mm}$$

Version 02