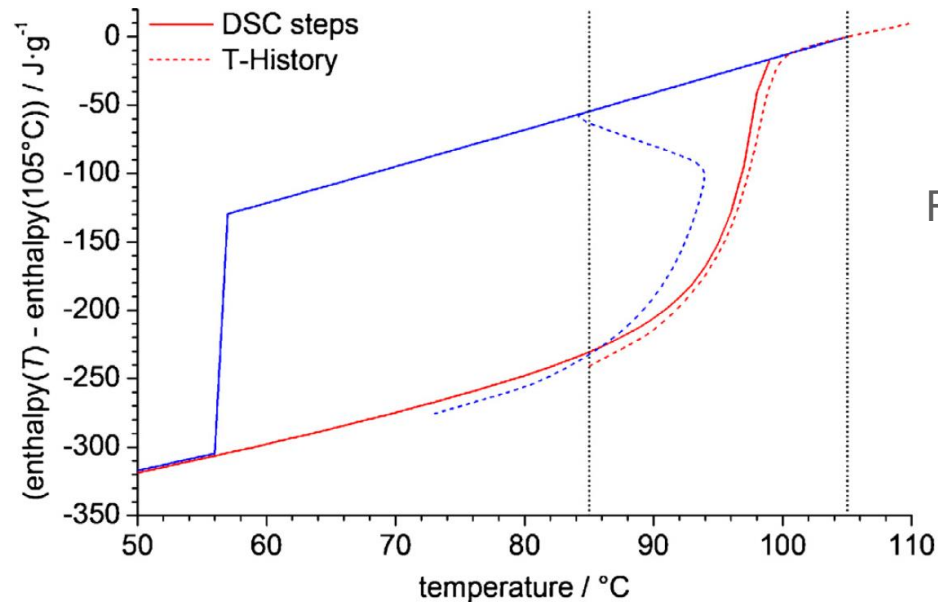


Kalorische Messungen mit der T-History Methode

Stephan Vidi

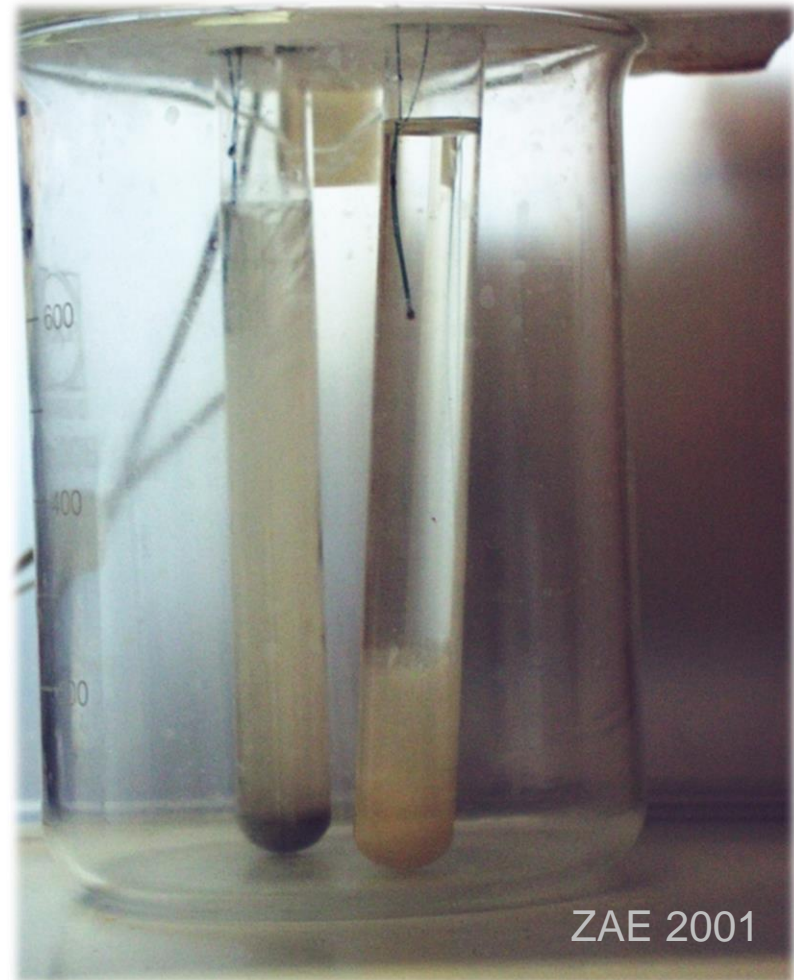
Motivation

- Phasenwechselmaterialien (PCM) zeigen größenabhängiges Verhalten.
- Typische DSC Proben zu klein
- Kalorische Messungen an „größeren“ Proben interessant
- Möglichst nahe am Anwendungsfall



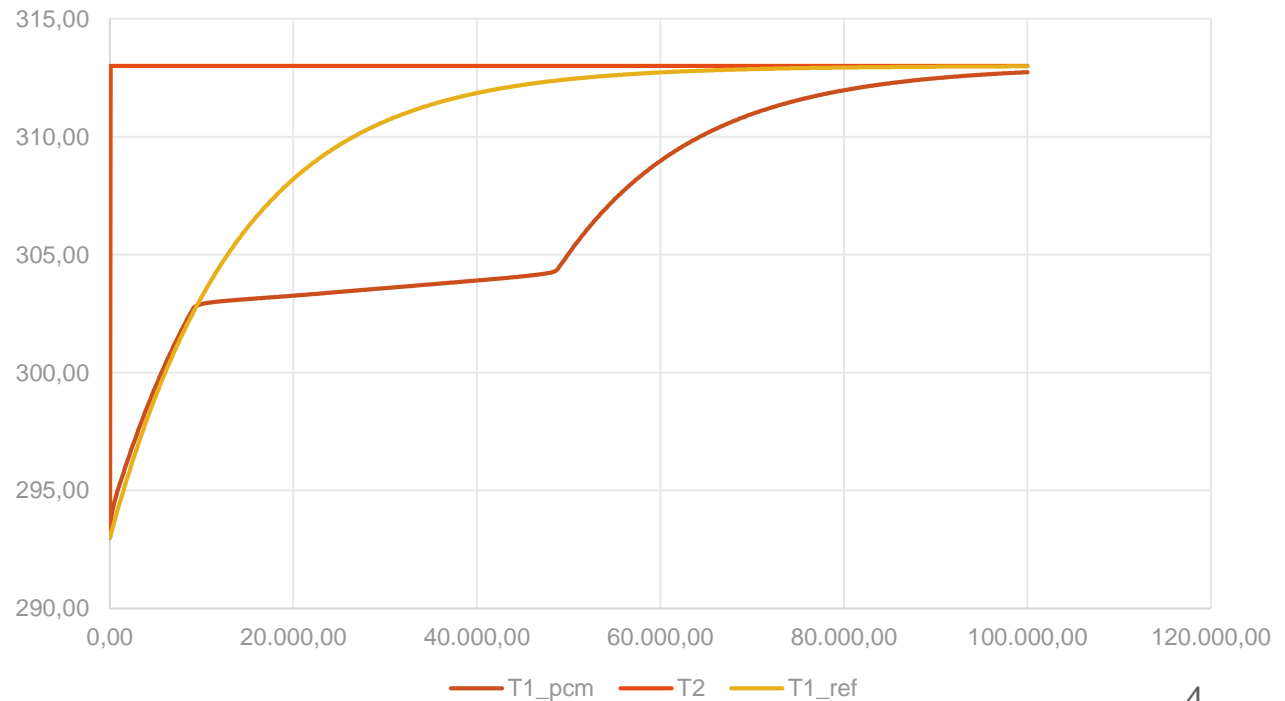
Motivation

- Einfacher Aufbau, schnell selbst gebaut.
- Yinping et al. 1999



Messung

- Reaktion auf Temperatursprung
- Messung von $T(t)$, Bestimmung von $H(T)$, $c_p(T)$
- Zwei Schritte
 1. Kalibration des Systems mit bekannter Referenz
 2. Messung einer Probe mit kalibriertem System



Messung

- Einfachster Aufbau: Zwei Probenhalter in klimatisierter Kammer

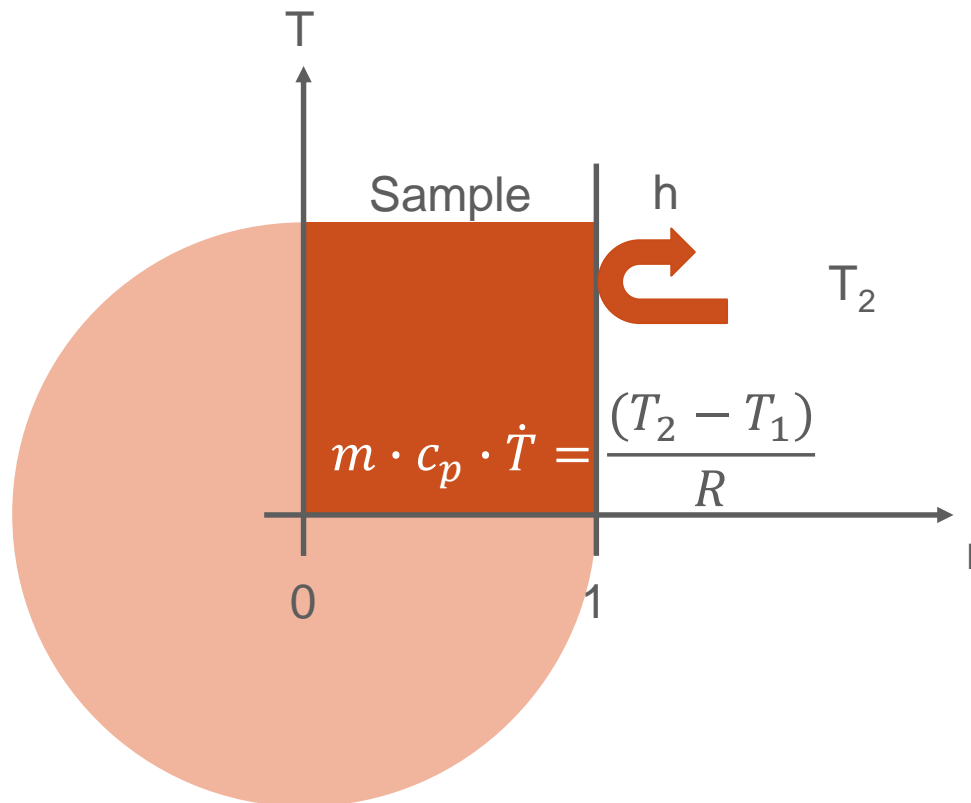


Messung - Basic

Messung: $T_2(t)$, $T_1(t)$, \dot{T} von Probe und Referenz

Bekannt: m^r , c_p^r , m^s

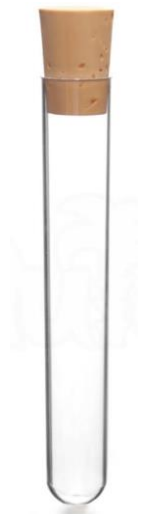
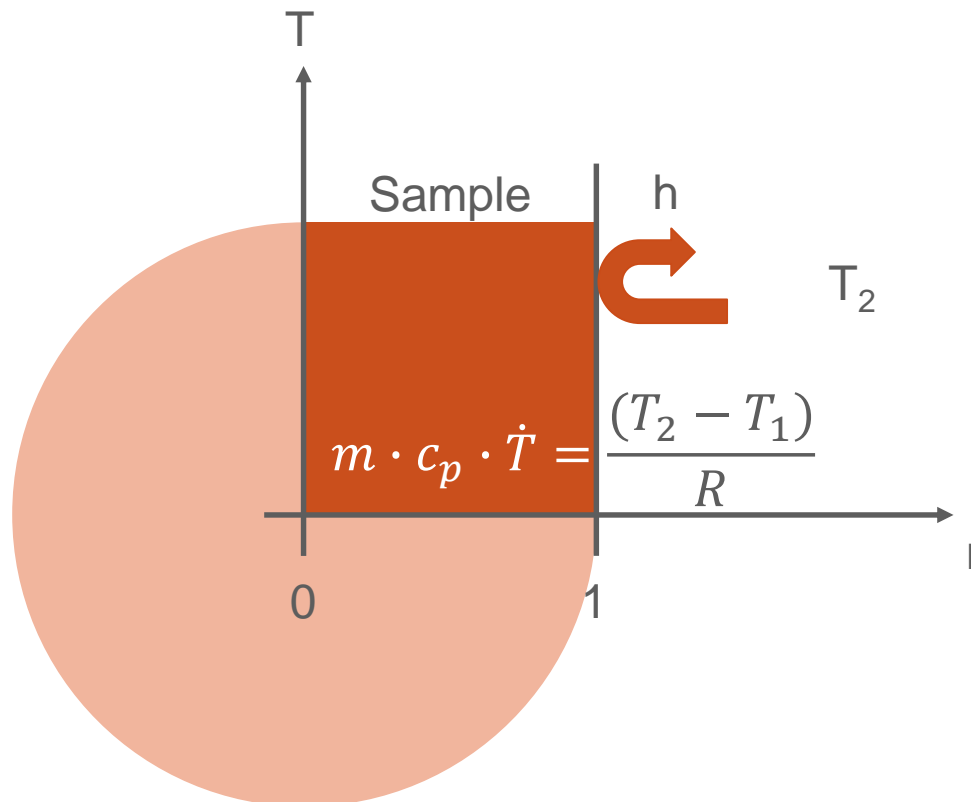
Gesucht: R , c_p^s



Messung - Annahmen

Annahmen:

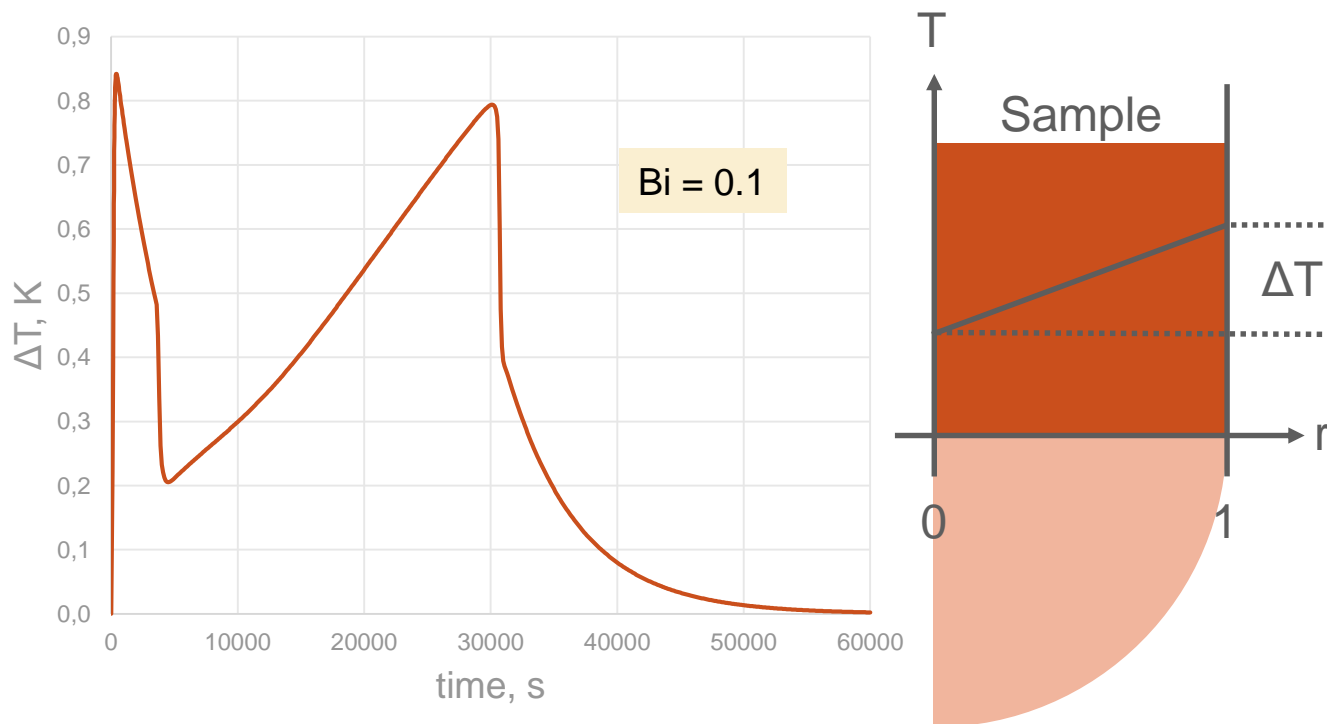
- Lumped capacitance; kein Temperaturgradient in Probe
 - Bedingung: $Bi < 0.1$
- Thermischer Widerstand des Systems: $R(\text{Probe}) = R(\text{Referenz})$



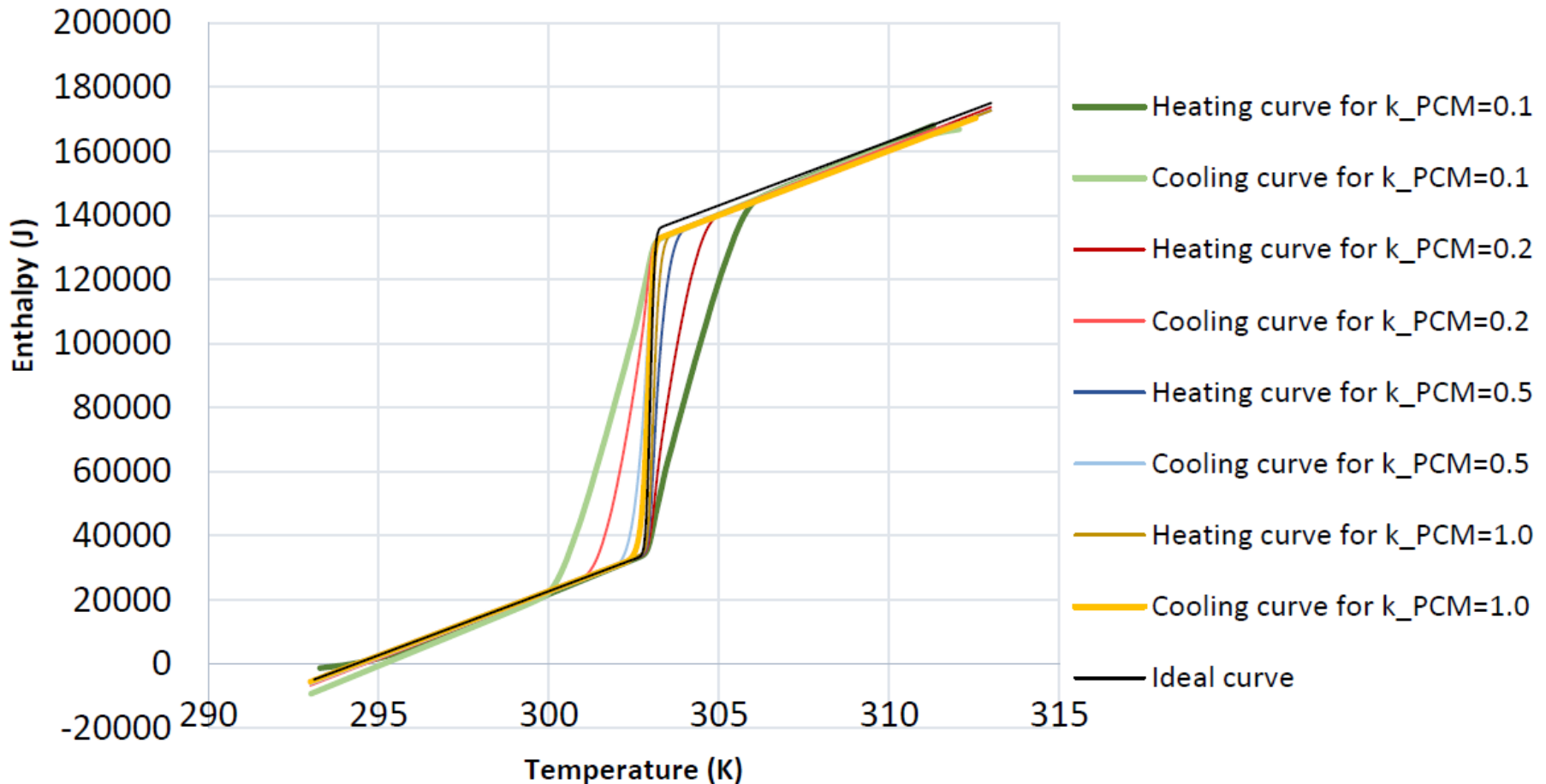
Messung – Lumped Capacitance

Probleme:

- Lumped capacitance **nicht gegeben**. [Mazo et. al]
 - Hysterese



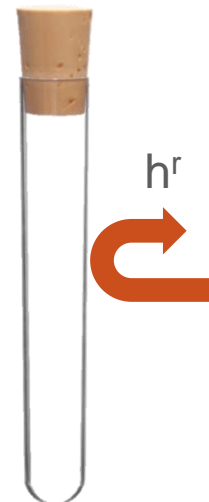
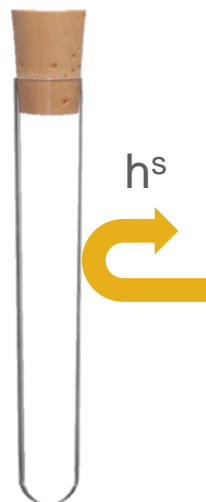
Variation – λ PCM



Messung – $R^s \neq R^r$

Probleme:

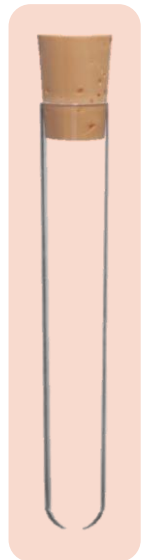
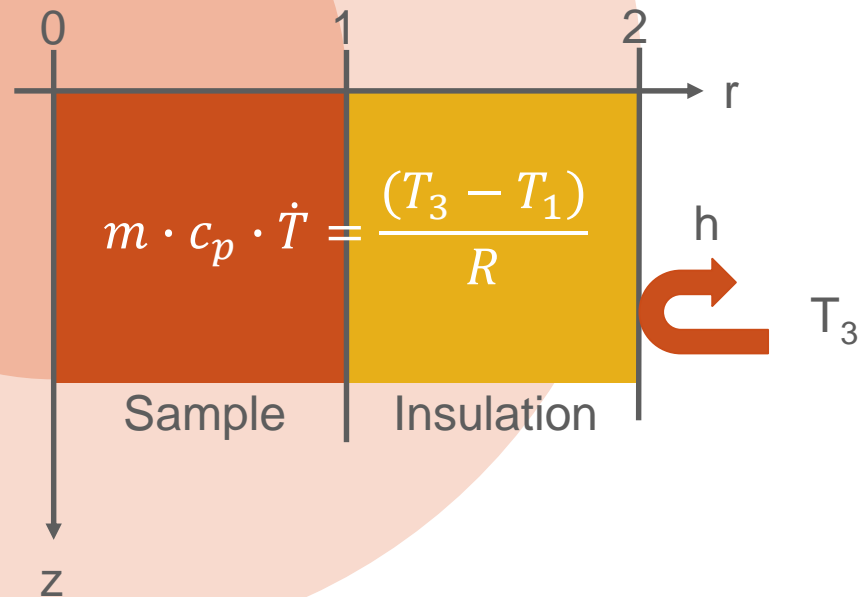
- Lumped capacitance **nicht gegeben.**
- Thermischer Widerstand des Systems: $R(\text{Probe}) \neq R(\text{Referenz})$
[Badenhorst et. al]



Messung - Gedämmt

Vorteile:

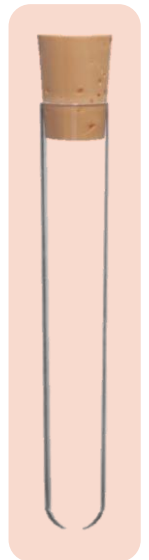
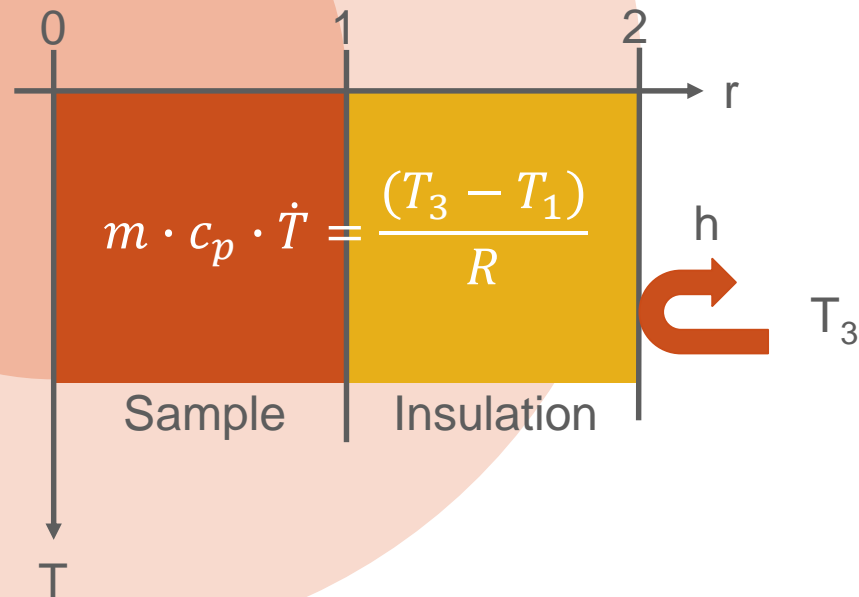
- Näher an lumped capacitance
- Therm. Widerstand der Systeme ähnlich (Probe ↔ Referenz)



Messung - Gedämmt

Nachteile:

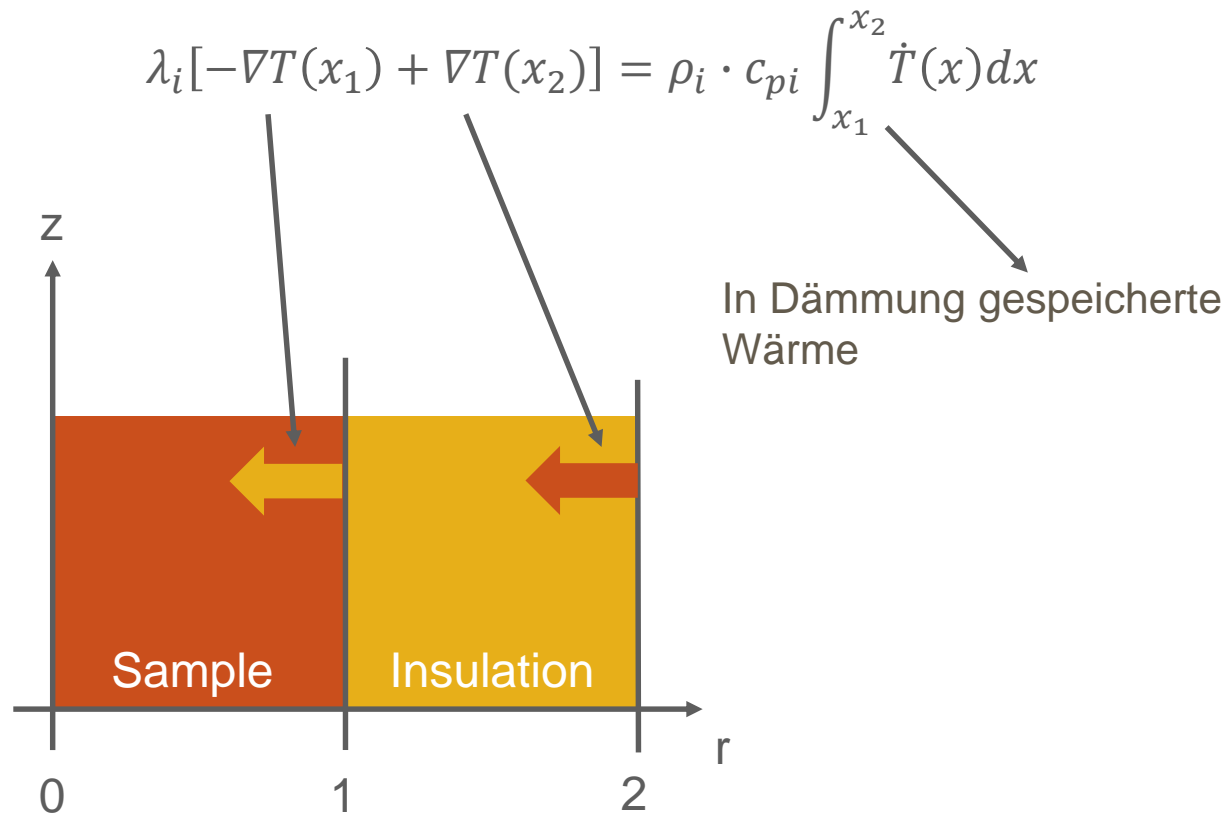
- Thermische Masse der Dämmung



Thermische Masse Dämmung

Wärmeleitungsgleichung: $\lambda \cdot \Delta T = \rho \cdot c_p \cdot \dot{T}$

Annahme kein therm. Übergangswiderstand

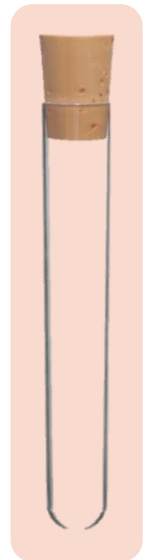
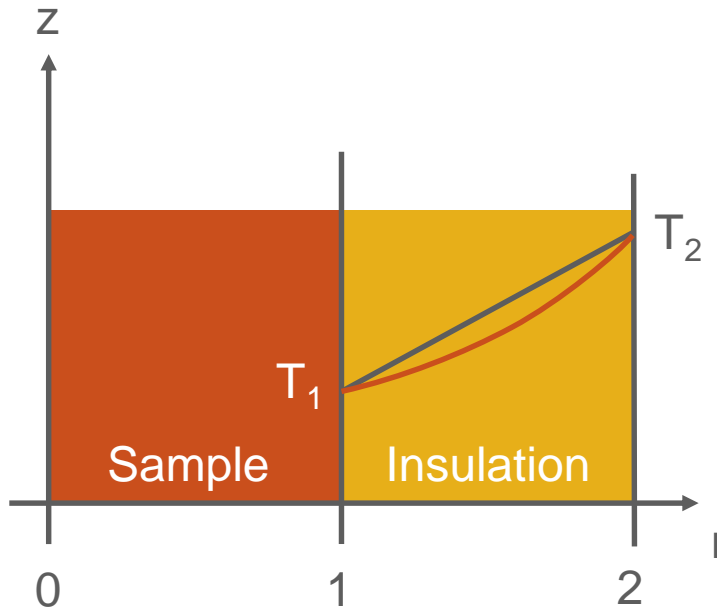


Thermische Masse Dämmung

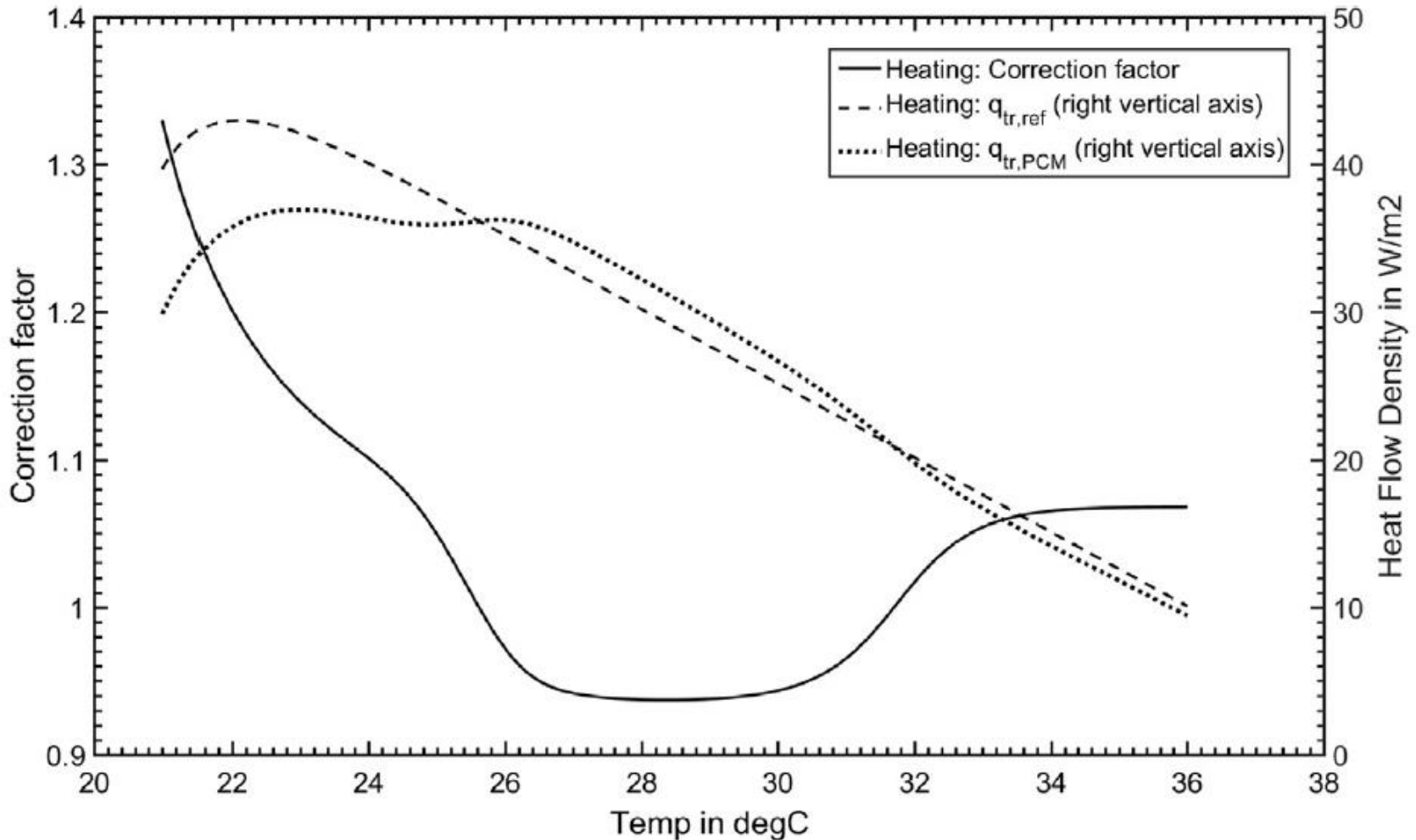
Wenn therm. Masse Dämmung vernachlässigbar: $\rho_i \cdot c_{pi} \int_{x_1}^{x_2} \dot{T}(x) dx = 0$

$$\rightarrow \lambda_i \cdot \nabla T(x_1) = \lambda_i \cdot \nabla T(x_2)$$

Verwendung des T Gradienten über Dämmung $\rho_s \cdot c_{ps} \cdot \int_{x_0}^{x_1} \dot{T}(x) dx = \lambda_i \cdot \frac{(T_2 - T_1)}{d}$

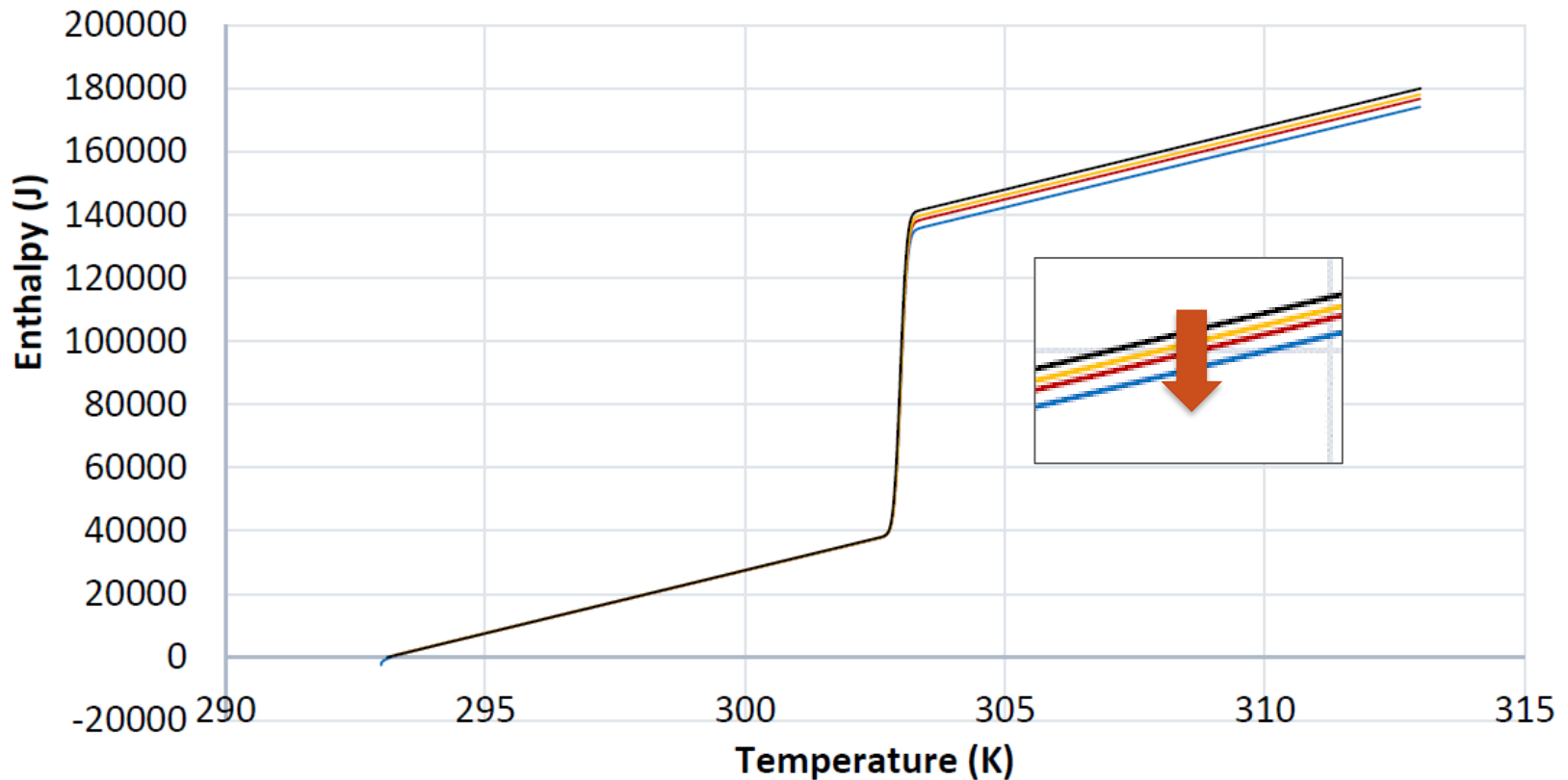


Variation – Dichte Dämmung



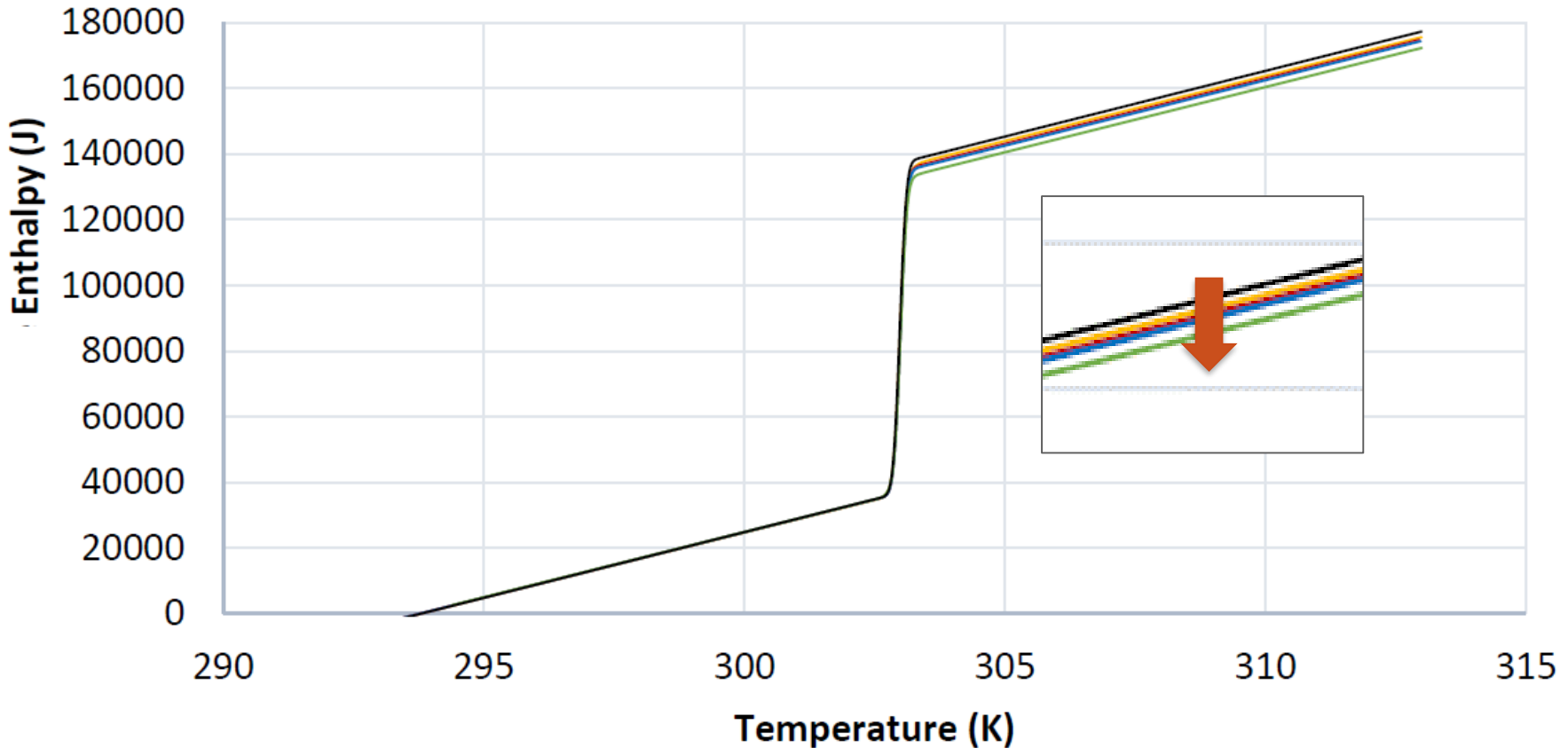
[Tan et. al]

Variation – Dichte Dämmung



- Insulation density=150
- Insulation density=50
- Insulation density=5
- Ideal heating curve

Variation – Dicke Dämmung

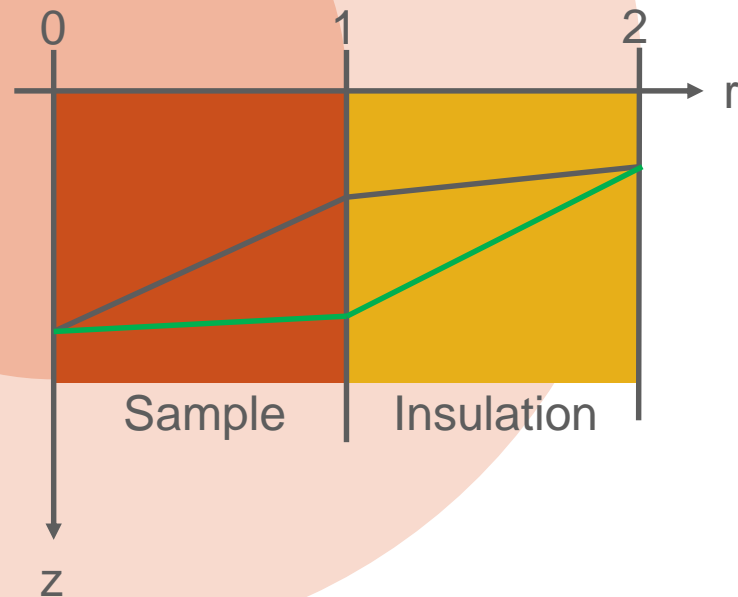


— 1 mm — 5 mm — 10 mm — 50 mm — Ideal heating curve

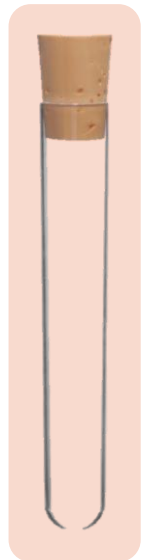
Messung - Gedämmt

Auch mit Dämmung Hysterese möglichst klein halten

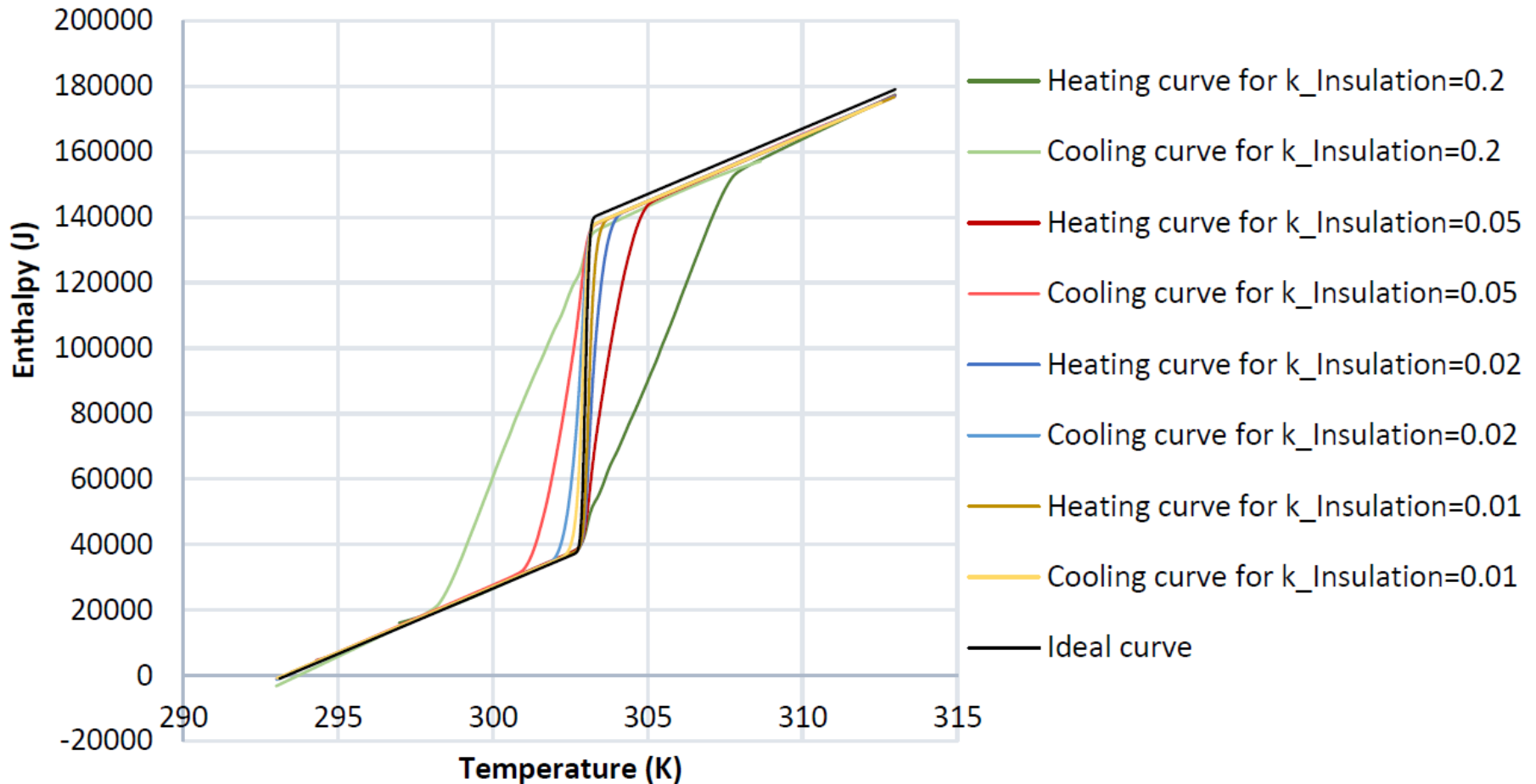
- Gute Dämmung



T_3



Variation – λ Dämmung



Zusammenfassung



- Vergleichbare thermische Widerstände
- Gute Dämmung
- Geringe thermische Masse der Dämmung