

VERSUCH 204

Wärmeleitung von Metallen

Annika Bennemann
annika.bennemann@tu-dortmund.de

Paulin Vehling
paulin.vehling@tu-dortmund.de

Durchführung: 26.11.2021

Abgabe: 04.12.2021

TU Dortmund – Fakultät Physik

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
1.1	Allgemein	3
2	Durchführung	3
3	Durchführung	3
3.1	Aufbau	3
3.2	Statische Mode	4
3.3	Dynamische Mode	4
4	Auswertung	5
4.1	statische Messung	5
5	Diskussion	13
5.1	statische Messung	13
5.2	dynamische Messung	13

1 Theorie

Ziel dieses Versuches ist die Wärmeleitung von Aluminium, Messing und Edelstahl zu untersuchen.

1.1 Allgemein

Existiert eine Temperaturungleichgewicht, entsteht ein Wärmetransport entlang des Temperaturgefälles. Dies kann entweder durch Konvektion, Wärmeleitung oder Wärmestrahlung passieren. In diesem Versuch beschränkt man sich auf die Wärmeleitung.

In festen Körpern erfolgt der Wärmetransport über Phononen und frei bewegliche Elektronen, wobei der Gitterbeitrag vernachlässigbar ist [V204]. Die Wärmemenge lässt sich bestimmen durch:

$$dQ = -\kappa A \frac{\partial T}{\partial x} dt \quad (1)$$

wobei κ die Wärmeleitfähigkeit ist, welche in ?? beschrieben ist. Mit der Wärmestromdichte Gleichung 2

$$j_\omega = -\kappa \frac{\partial T}{\partial x} \quad (2)$$

und der Kontinuitätsgleichung kann eine eindimensionale Wärmeleitungsgleichung Gleichung 3 gebildet werden.

$$\frac{\partial T}{\partial t} = \frac{\kappa}{\rho c} \frac{\partial^2 T}{\partial x^2} \quad (3)$$

Diese gibt an den räumlichen- und zeitlichen Verlauf der Temperaturverteilung an und $\frac{\kappa}{\rho c}$ ist die Temperaturleitfähigkeit σ_t von dem Material.

2 Durchführung

3 Durchführung

3.1 Aufbau

Der Versuchsaufbau besteht aus einer Grundplatte mit vier rechteckigen Stäben, die an einer Seite von einem Peltier-Element simultan geheizt oder gekühlt werden. Die Stäbe sind aus drei verschiedenen Materialien: Aluminium, Edelstahl und zweimal Messing, mit verschiedenen Durchmessern. Zusätzlich sind an jedem Stab zwei Thermoelemente, welche die Temperatur an verschiedenen Stellen der Stäbe messen Abbildung 1. Die Thermoelemente sind verbunden mit einem GLX Datenlogger Abbildung 2, welcher die Temperaturen aufnimmt und eine Tabelle überführt. Zuletzt gibt es auch eine Spannungsquelle, welche bei der statischen Mode eine Betriebsspannung von 5V auf das Heizelement überträgt. Bei der dynamischen Mode wird sie auf 8V eingestellt. Bei beidem wird der Strom auf Maximal gestellt.

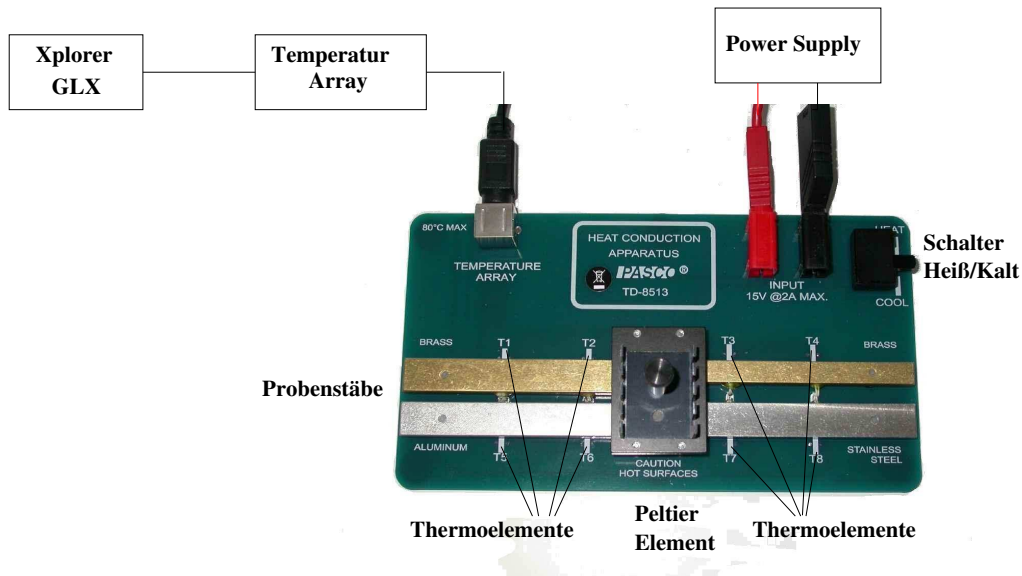


Abbildung 1: Grundplatte mit Aluminium, Edelstahl und zweimal Messing[V204]

3.2 Statische Mode

An allen acht Thermoelementen wird der Temperaturverlauf in Abhängigkeit des der Zeit gemessen. Dafür wird die Abtastrate beim GLX auf $\Delta t_{GLX} = 5s$ Sekunden gestellt. Es wird solange gemessen bis das Thermoelement T7 45° anzeigt. Während des Heizvorgangs werden über die Stäbe eine Isolierung gezogen, damit der Wärmeaustausch mit der Umgebung verringert wird. Nach der Messung müssen die Stäbe wieder gekühlt werden, sodass deren Temperatur maximal 30 betragen.

3.3 Dynamische Mode

Ein andere Name für dieses Methode ist die Angström-Messverfahren. Dabei werden die Probenstäbe periodisch geheizt. Die Abtastrate wird vorher auf $\Delta t_{GLX} = 2s$ geändert. Die erste Messung ist über eine Periode von 80s, wobei die ersten 40s geheizt und die letzten 40s gekühlt werden. Während gekühlt wird muss das Peltier-Element auf "COOL" gestellt werden und die Wärmeisolatoren müssen abgenommen werden. Diese Messung geht über 10 Perioden.

Die zweite Messung wird analog durchgeführt. Die Periode beträgt jedoch nun 200s und die Messung endet, wenn eines der Thermoelement 80° erreicht.



Abbildung 2: Xplore GLX[V204]

4 Auswertung

4.1 statische Messung

T1 Messing dick fern T2 Messing dick nah T3 Messing dünn nah T4 Messing dünn fern
 T5 Aluminium fern T6 Aluminium nah T7 Edelstahl nah T8 Edelstahl fern
 Tabelle

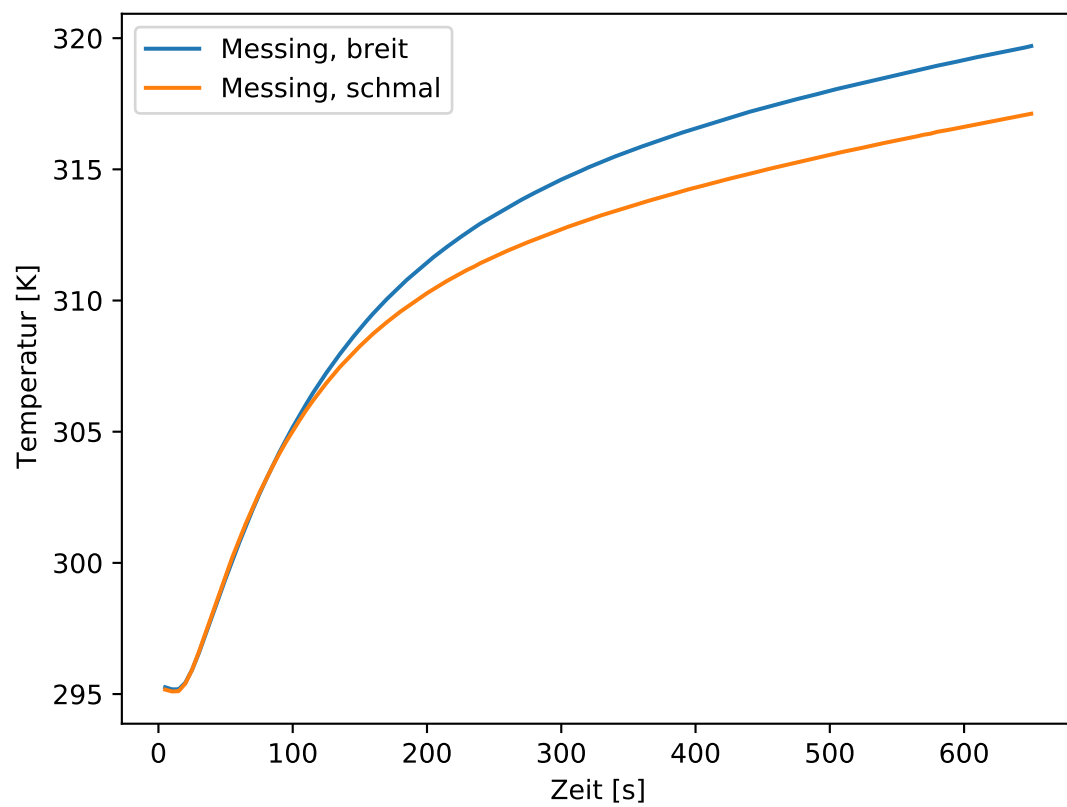


Abbildung 3: Temperaturverlauf der Messingstäbe (fern)

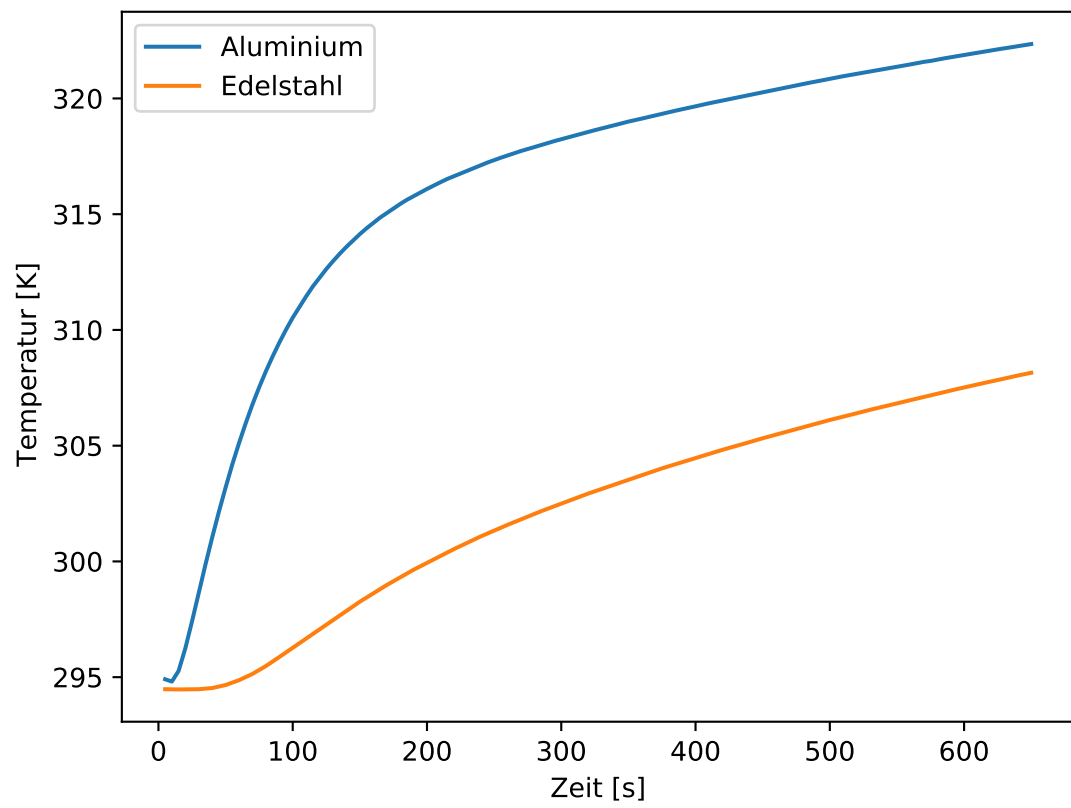


Abbildung 4: Temperaturverlauf des Aluminium- und Edelstahlstabs (fern)

Tabelle 1: Temperaturen der Stäbe nach 650s

Material	Temperatur [K]
Messing, breit	319,70
Messing, schmal	317,12
Aluminium	322,35
Edelstahl	308,15

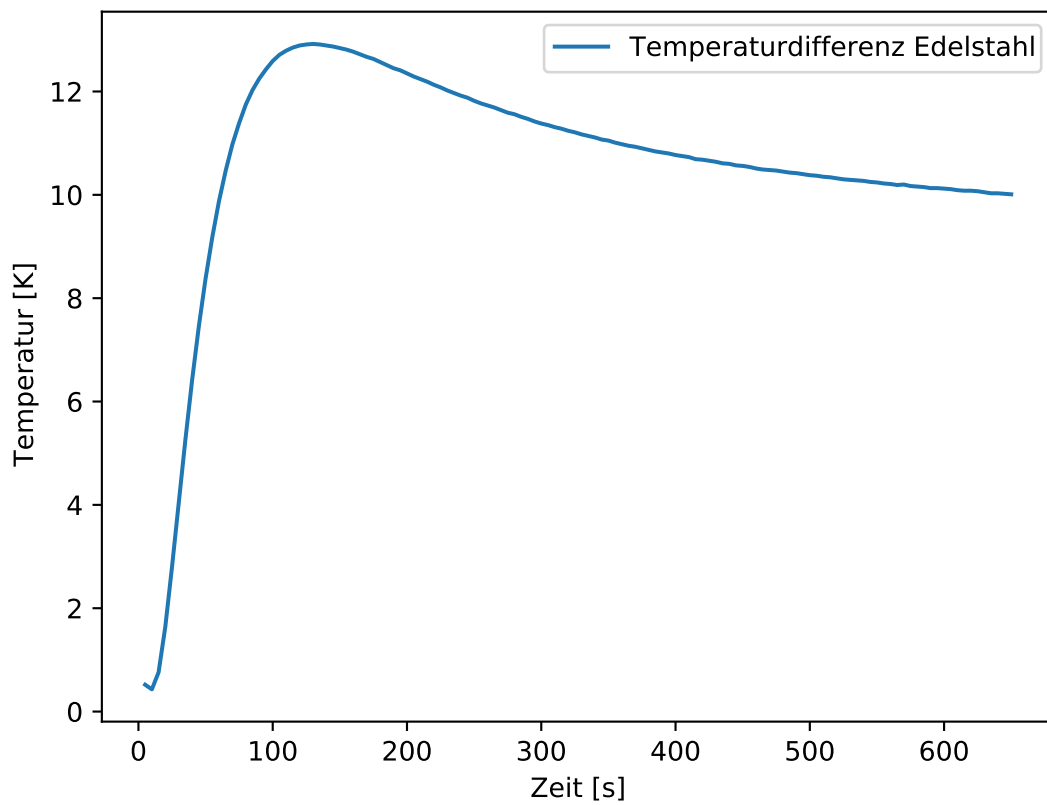


Abbildung 5: Verlauf der Temperaturdifferenz am Edelstahlstab

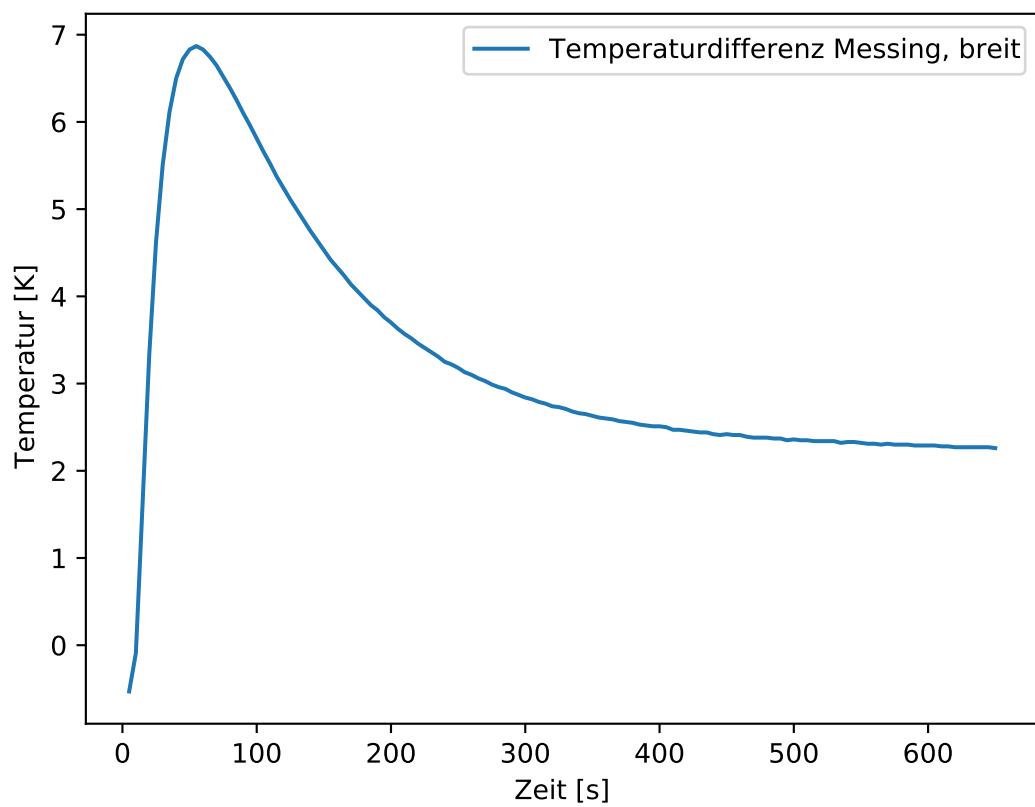


Abbildung 6: Verlauf der Temperaturdifferenz am breiten Messingstab

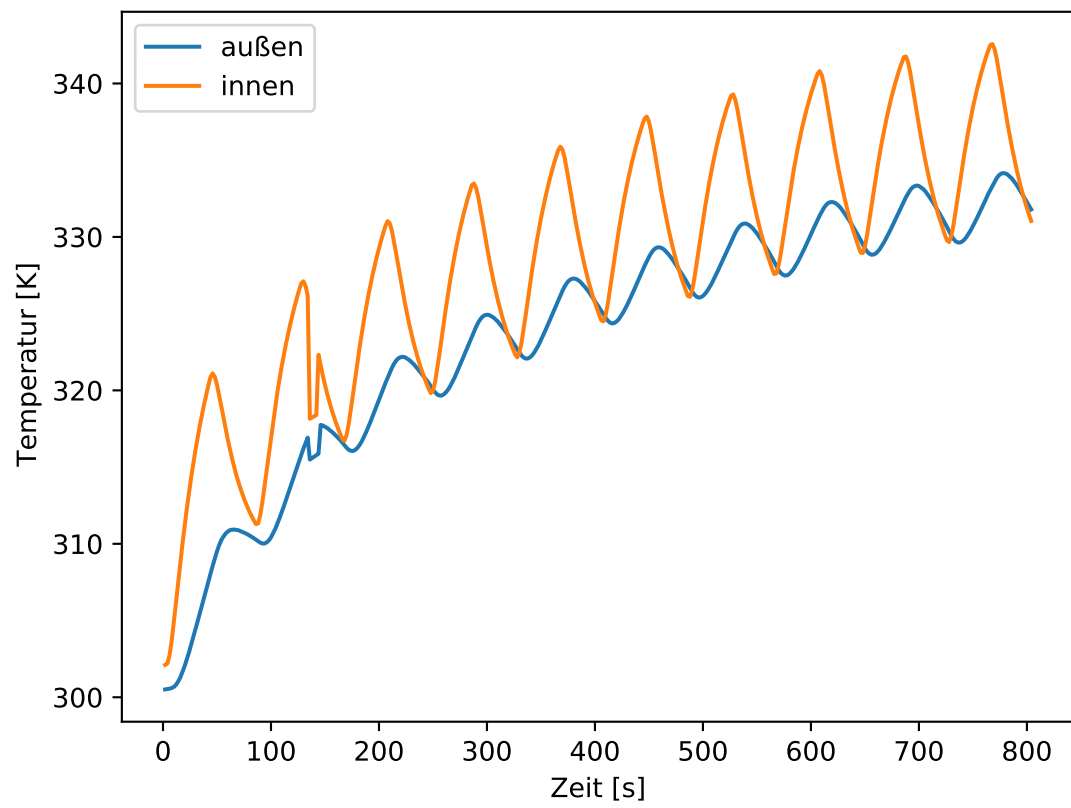


Abbildung 7: Temperaturverlauf des breiten Messingstabs

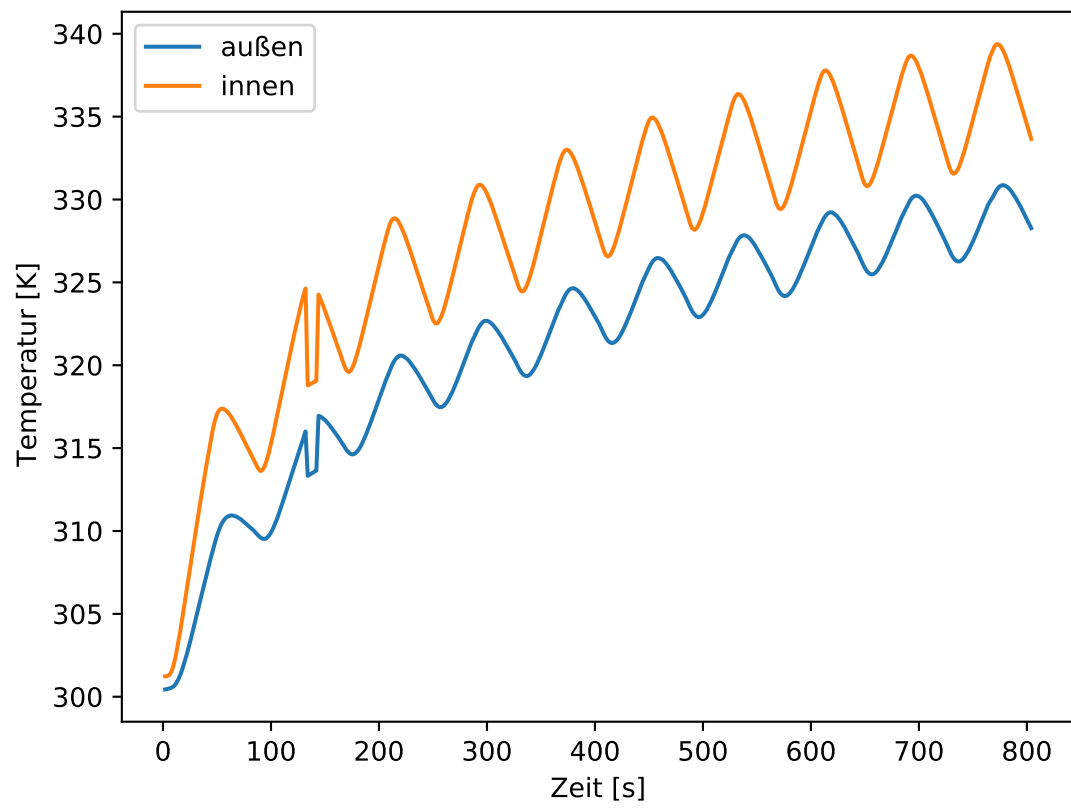


Abbildung 8: Temperaturverlauf des Aluminiumstabs

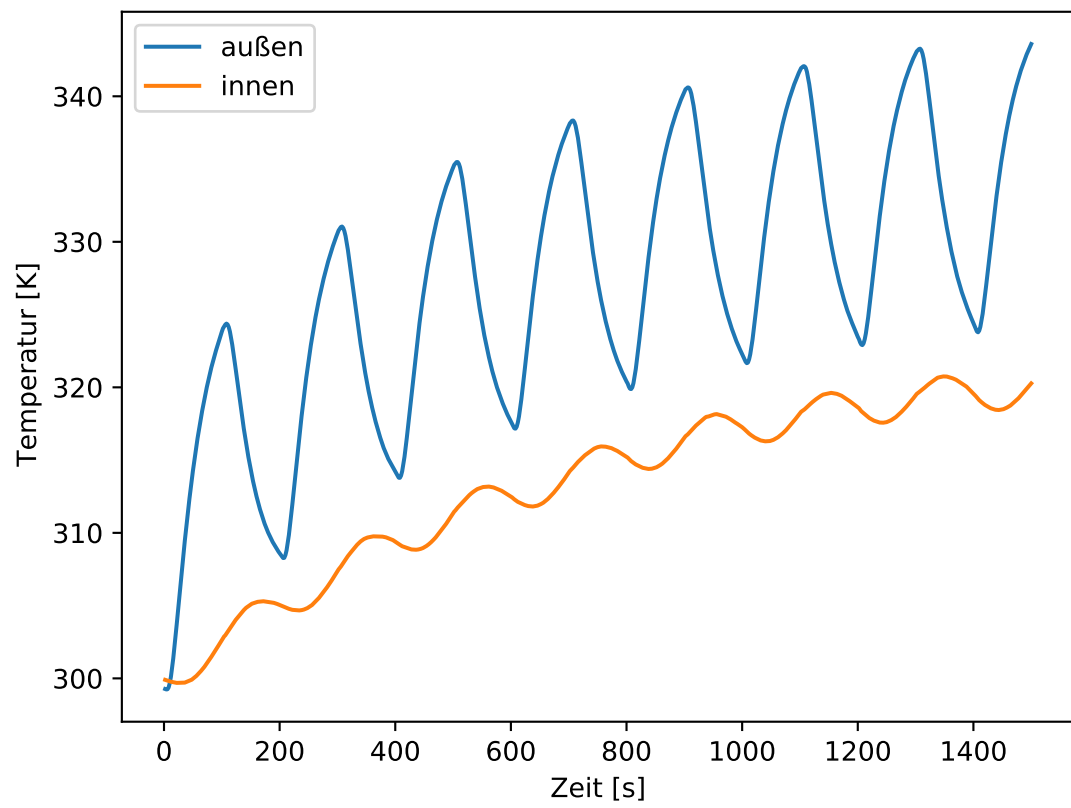


Abbildung 9: Temperaturverlauf des Edelstahlstabs

5 Diskussion

5.1 statische Messung

Temperaturverläufe ferne Thermoelemente vergleichen Gemeinsamkeiten, Unterschiede

Beste Wärmeleitung Temperatur nach 650s

Wärmeströme vergleichen mit Literatur

Temperaturdifferenzen vergleichen

5.2 dynamische Messung