

**VERSUCH NUMMER**

**TITEL**

AUTOR A

authorA@udo.edu

AUTOR B

authorB@udo.edu

Durchführung: DATUM

Abgabe: DATUM

TU Dortmund – Fakultät Physik

## **Inhaltsverzeichnis**

|          |                                |          |
|----------|--------------------------------|----------|
| <b>1</b> | <b>Theorie</b>                 | <b>3</b> |
| <b>2</b> | <b>Aufbau und Durchführung</b> | <b>4</b> |
| 2.1      | Aufbau . . . . .               | 4        |
| 2.2      | Statische Methode . . . . .    | 4        |
| <b>3</b> | <b>Auswertung</b>              | <b>4</b> |
| <b>4</b> | <b>Diskussion</b>              | <b>4</b> |

# 1 Theorie

Temperaturunterschiede in einem Körper können durch Konvektion, Wärmestrahlung oder Wärmeleitung ausgeglichen werden. Mit dem letzteren Fall, den Wärmeleitungen, wird sich in diesem Versuch beschäftigt. Herrscht ein Temperaturunterschied in einem langen Stab, so fließt eine Wärmemenge  $dQ$  vom wärmeren um kälteren Ende. Für die Wärmemenge gilt:

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

mit  $A$  als Querschnittsfläche und  $\kappa$  als materialspezifische Wärmekapazität. Mit Hilfe der Kontinuitätsgleichung und der Stromdichte, für die gilt:

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

ergibt sich für die eindimensionale Wärmeleitungsgleichung:

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

Diese beschreibt den räumlichen und zeitlichen Verlauf der Temperaturverteilung mit  $\sigma_T = \frac{\kappa}{\rho c}$  als Temperaturleitfähigkeit. Diese ist ein Maß für die Schnelligkeit des Temperatureausgleiches. Wird der Stab periodisch erwärmt und abgekühlt so breitet sich in diesem eine Temperaturwelle der Form:

$$T(x, t) = T_{\max} e^{\left[-\sqrt{\frac{\omega \rho c}{2\kappa}} x\right]} \cos\left(\omega t - \sqrt{\frac{\omega \rho c}{2\kappa}} x\right) \quad (4)$$

aus. Die Phasengeschwindigkeit der Welle lautet:

$$v = \sqrt{\frac{2\omega\kappa}{\rho c}}. \quad (5)$$

Mit dem Amplitudenverhältnis  $A_{\text{nah}}$  und  $A_{\text{fern}}$  an den Stellen  $x_{\text{nah}}$  und  $x_{\text{fern}}$  lässt sich die Dämpfung bestimmen. Weiterhin lassen sich die Beziehungen:

$$\omega = \frac{2\pi}{T^*} \quad T^* \text{ bezeichnet die Periodendauer} \quad (6)$$

$$\phi = \frac{2\pi \Delta t}{T^*} \quad \phi \text{ bezeichnet die Phase} \quad (7)$$

ausnutzen, um die Wärmeleitfähigkeit zu bestimmen:

$$\kappa = \frac{\rho c (\Delta x)^2}{2 \Delta t \ln\left(\frac{A_{\text{nah}}}{A_{\text{fern}}}\right)}. \quad (8)$$

Hierbei sind  $\Delta x$  die beiden Messstellen (nah und fern) und  $\Delta t$  die Phasendifferenz der Temperaturwelle zwischen den Messstellen.

## 2 Aufbau und Durchführung

### 2.1 Aufbau

Die Wärmeleitfähigkeit lässt sich mit dem Aufbau nach Abbildung ?? bestimmen. Auf einer Platte befinden sich vier unterschiedlich große, rechteckige Probestäbe, zwei davon sind aus Edelstahl und jeweils einer aus Messing und Aluminium. Diese werden von einem Peltierelement simultan geheizt oder gekühlt. Mit Thermoelementen werden Temperaturen an acht Messstellen gemessen und mittels Datenlogger "Xplorer GLX" gespeichert.

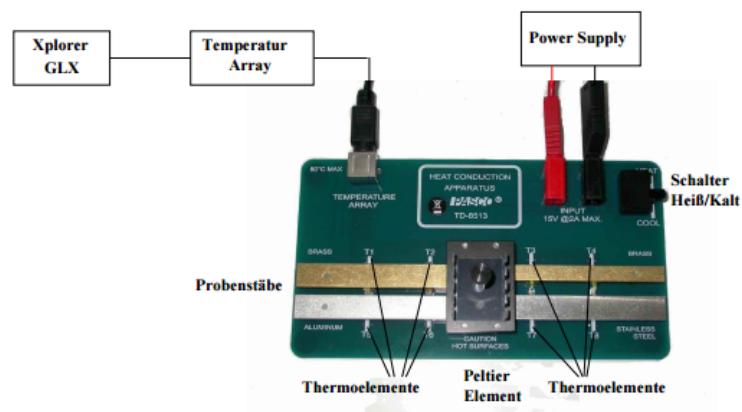


Abbildung 1: Versuchsaufbau.

### 2.2 Statische Methode

Zu Beginn wird die Abtastrate des GLX auf 5s gestellt. Bei maximaler Strom werden 8V Betriebsspannung für das Peltierelement eingestellt. Die Apparatur wird mit Isolierung aufgeheizt. Die Messung wird solange durchgeführt, bis an Thermoelement  $T_7$  eine Temperatur von  $45^\circ\text{C}$  erreicht wird. Anschließend wird die Apparatur gekühlt.

### 2.3 Dynamische Methode

In dieser Messung wird die Abtastrate auf 2s und die Betriebsspannung auf 10,5V gesetzt. Alle 40s werden die Stäbe aufgeheizt bzw. gekühlt. Für 10 Perioden werden die Temperaturen erfasst. Anschließend werden die Stäbe runtergekühlt. Dieser Vorgang wird für eine Periode von 200s wiederholt. Dementsprechend wird wieder 100s geheizt und 100s gekühlt.

**3 Auswertung**

**4 Diskussion**