

PW7

November 21, 2025

Anna Lechner, Paula Erhard

1 PW7 - Wärme und Wärmetransport

1.1 Wärmetransport

1.1.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Für zwei Betriebsbedingungen der Glühlampe wird die Spannung der Photozelle bei verschiedenen Abständen gemessen. Da der Photostrom proportional zur Beleuchtungsstärke ist, folgt auch die Spannung $U \propto E$. Die Messwerte werden als Spannung U gegen $(1/r^2)$ geplottet, da die Beleuchtungsstärke mit dem Abstandsgesetz skaliert. Aus den Steigungen der beiden Ausgleichsgeraden erhält man das Verhältnis der Lichtstärken. Mit den gemessenen Leistungen der beiden Heizspannungen werden schließlich die Strahlungstemperaturen bestimmt.

1.1.2 Wichtige Formeln

Beleuchtungsstärke:

$$E = \frac{CI}{r^2}$$

Verhältnis der Lichtstärken:

$$\frac{I_1}{I_2} = \frac{a_1}{a_2}$$

Stefan-Boltzmann-Beziehung:

$$\frac{P_1}{P_2} = \frac{T_1^4}{T_2^4}$$

Temperaturbestimmung:

$$\ln\left(\frac{I_1}{I_2}\right) = \frac{1}{T_1} \left[\left(\frac{P_1}{P_2}\right)^{1/4} - 1 \right] \left(\frac{ch}{k\lambda}\right)$$

1.1.3 Verwendete Geräte und Unsicherheiten

Spannungsquelle TTi EL-155R:

- Spannung: Auflösung: 10 mV; Unsicherheit: (0,3 % + 3 Digit)
- Stromstärke: Auflösung: 1 mA; Unsicherheit: (0,5 % + 3 Digit)

Voltmeter UNI-T UT61B:

- Spannung: Messbereich 40 mV; Auflösung: 0,01 mV; Unsicherheit: (0.8 % + 3 Digit)

1.1.4 Ergebnisse

<pandas.io.formats.style.Styler at 0x7894c7b81010>

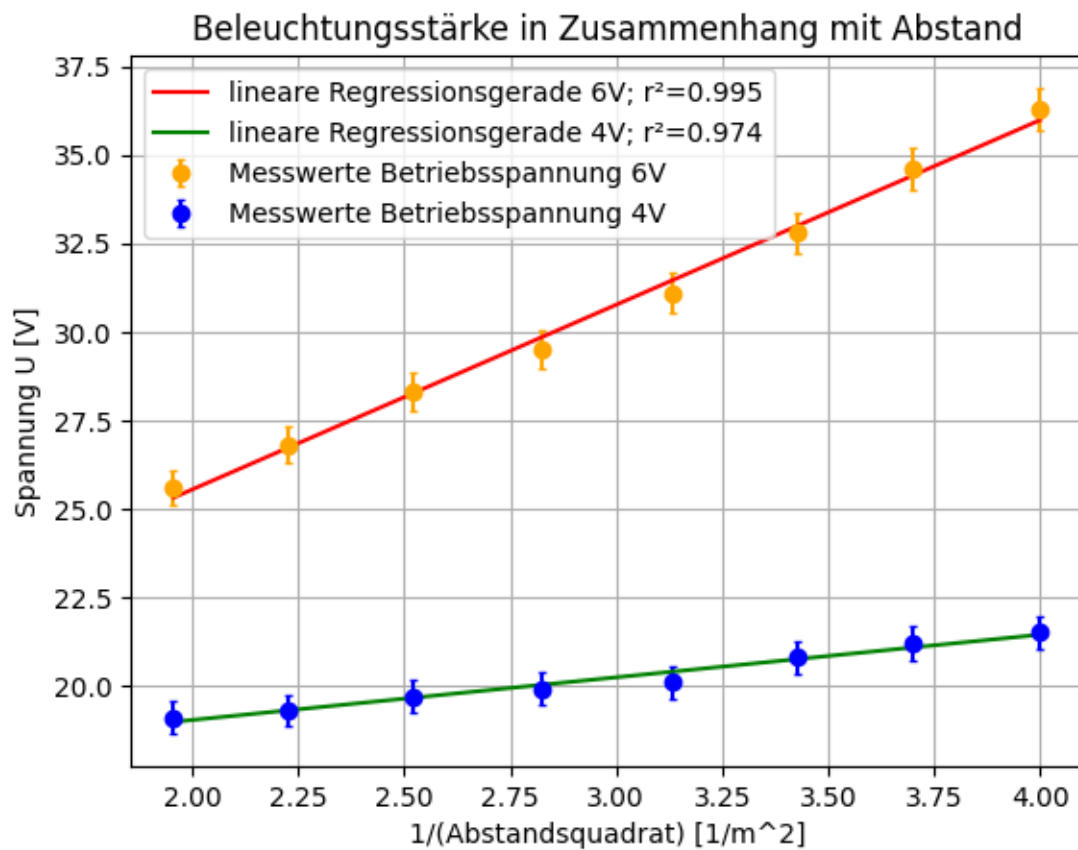
Verhältnis der Stromstärken: 4.33 ± 0.32

$$P_1 = 26.94 \pm 0.38 W$$

$$P_2 = 14.16 \pm 0.24 W$$

$$T_1 = 2952.31 \pm 110.32 K$$

$$T_2 = 2513.83 \pm 79.98 K$$



Die Steigung der 1. linearen Regressionsgeraden ist: $a_1 = 5.22$

Die Steigung der 2. linearen Regressionsgeraden ist: $a_2 = 1.21$

1.1.5 Diskussion

Die Beleuchtungsstärke ist bei einer Betriebsspannung von 6V mehr als 4 mal so hoch wie bei 4V. Die Strahlungstemperaturen liegen bei ca. 2952K und ca. 2513K. Die elektrischen Leistungen liegen

bei ca. 26.9eW und 14.16W. die r^2 -Werte der linearen Regressionsfunktionen sprechen für einen Aussagekräftigen Fit.

1.2 Wärmeleitfähigkeit von Metallen

1.2.1 Versuchsaufbau und Durchführung

Für die Bestimmung der Wärmeleitfähigkeit wird ein Aluminiumstab an einem Ende beheizt und am anderen über einen Kupferblock gekühlt, bis ein stationärer Wärmestrom entsteht. Mit der Wärmebildkamera wird ein Temperaturprofil aufgenommen, aus dem der lineare Temperaturgradient $\Delta T/\Delta x$ bestimmt wird. Die Wärmeleitung folgt

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

und die zugeführte Heizleistung lautet

$$P = \frac{U^2}{R}.$$

Aus Wärmestrom, Querschnittsfläche und Temperaturgradient wird schließlich die Wärmeleitfähigkeit λ berechnet.

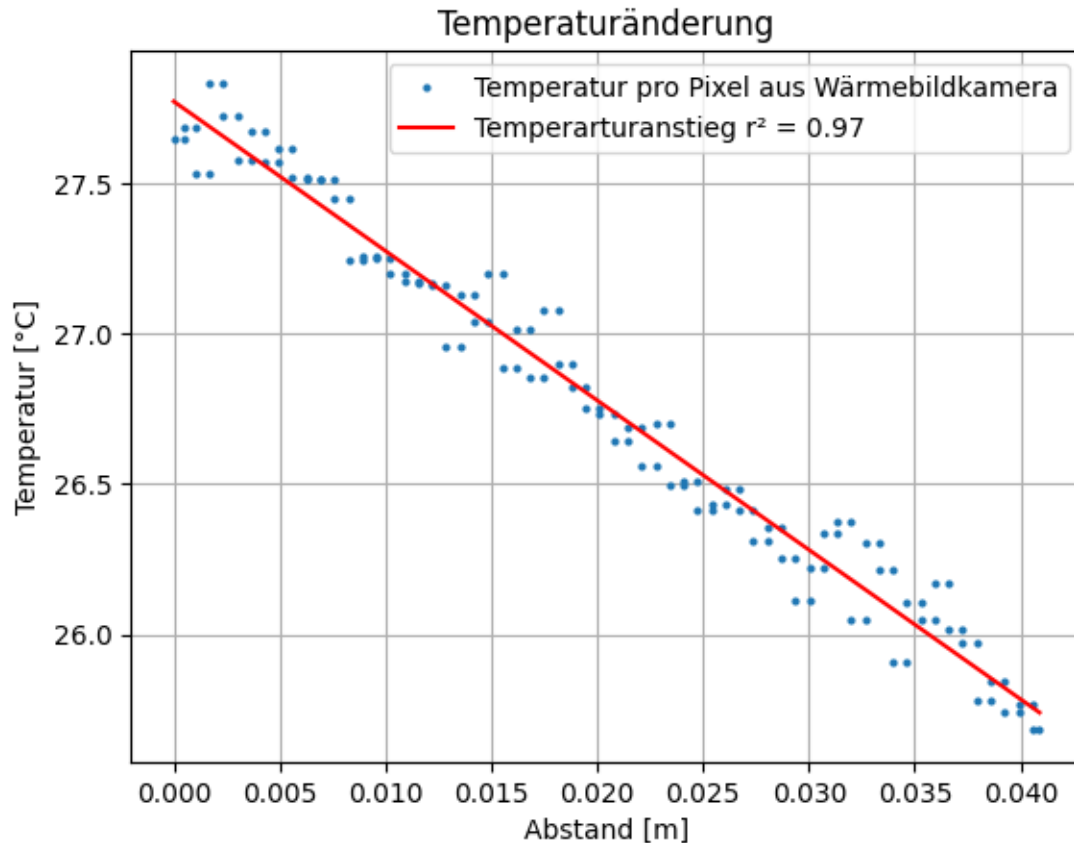
1.2.2 Verwendete Geräte und Unsicherheiten

- Wärmebildkamera
- Schiebelehre: ± 0.5 mm

1.2.3 Ergebnisse

```
<>:23: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
<>:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
<>:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
<>:23: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
<>:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
<>:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
/tmp/ipykernel_794/3949217303.py:23: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
    display(Markdown(f"$$\lambda = ({\lambda_:.2f}) J/msK$$"))
/tmp/ipykernel_794/3949217303.py:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
    display(Markdown(f"Die ermittelte Wärmeleitfähigkeit von $\lambda =
({\lambda_:.2f}) J/msK$ entspricht nicht dem erwarteten von Duraluminium mit
Literaturwert $\lambda = ({\text{Literaturwert}}) J/msK$."))
/tmp/ipykernel_794/3949217303.py:42: SyntaxWarning: invalid escape sequence '\l'
    display(Markdown(f"Die ermittelte Wärmeleitfähigkeit von $\lambda =
({\lambda_:.2f}) J/msK$ entspricht nicht dem erwarteten von Duraluminium mit
Literaturwert $\lambda = ({\text{Literaturwert}}) J/msK$."))
```

$$\lambda = (269.16 + / - 5.12) J/msK$$



Die Steigung der linearen Regressionsfunktion ist (-49.65 ± 0.72)

Die ermittelte Wärmeleitfähigkeit von $\lambda = (269.16 \pm 5.12) \text{ J/msK}$ entspricht nicht dem erwarteten von Duraluminium mit Literaturwert $\lambda = (170) \text{ J/msK}$.

1.2.4 Diskussion

Bei unserer Messung ist uns ein Wärmeleitkoeffizient von ca. 269 J/msK herausgekommen, obwohl das verwendete Material Duraluminium eine Wärmeleitkoeffizient von 170 J/msK hat. Das könnte an einer Ungenauigkeit der Wärmebildkamera bzw. der Schwierigkeit diese gut zu kalibrieren liegen. Aber auch ein Fehler in unserer Berechnung ist nicht ausgeschlossen, diesen hätten wir aber nicht gefunden. Der lineare Fit der Temperaturänderung ist mit einem r^2 -Wert von 0.97 allerdings recht gut.