

Versuch 207 - Das Stefan-Boltzmann Gesetz

**TU Dortmund, Fakultät Physik
Anfänger-Praktikum**

Jan Adam

jan.adam@tu-dortmund.de

Dimitrios Skodras

dimitrios.skodras@tu-dortmund.de

21.Dezember 2012

Inhaltsverzeichnis

1	Theorie	3
2	Durchführung	4
3	Auswertung	5
4	Diskussion	5

1 Theorie

Jedes System im Universum mit einer Temperatur $T > 0\text{K}$ strahlt Wärmestrahlung aus, da einige seiner Elektronen sich in angeregtem Zustand befinden und von dort in den Grundzustand zurückkehren. Ein Körper, der ein breites Spektrum von Wellenlängen absorbiert, kann auch gut emittieren. Laut dem Kirchhoffschen Strahlungsgesetz sind Absorption und Emission äquivalent und über das Reflexionsvermögen verknüpft.

$$\epsilon(\lambda, T) = A(\lambda, T) = 1 - R(\lambda, T) \quad (1)$$

Schwarze Körper (mit $\epsilon = 1$) weisen eine Strahlungsleistung auf, die lediglich von der Wellenlänge λ der Strahlung sowie seiner absoluten Temperatur T abhängt. Ein Hohlraum mit einer kleinen Öffnung kommt dem Bild des idealen schwarzen Körpers am nächsten, da die eintretende Strahlung darin mehrfach reflektiert und schließlich endgültig absorbiert wird (Hohlraumstrahlung). Die emittierte Strahlung wird gemäß dem Planckschen Strahlungsgesetz ausgedrückt durch

$$P(\lambda, T) = \frac{dP}{d\lambda} = \frac{2\pi c^2 h}{\Omega_0 \lambda^5} \left[\exp\left(\frac{c h}{k_b \lambda T}\right) - 1 \right]^{-1}. \quad (2)$$

(c = Lichtgeschwindigkeit, h = Plancksches Wirkungsquantum, k_b = Boltzmann-Konstante)

Ω_0 ist hierbei der Raumwinkel der abgestrahlten Wärme. Das Wiensche Verschiebungsgesetz besagt eine Verschiebung des Strahlungsleistungsmaximum zu kleineren Wellenlängen bei höheren Temperaturen, wie in Abbildung 1 dargestellt.

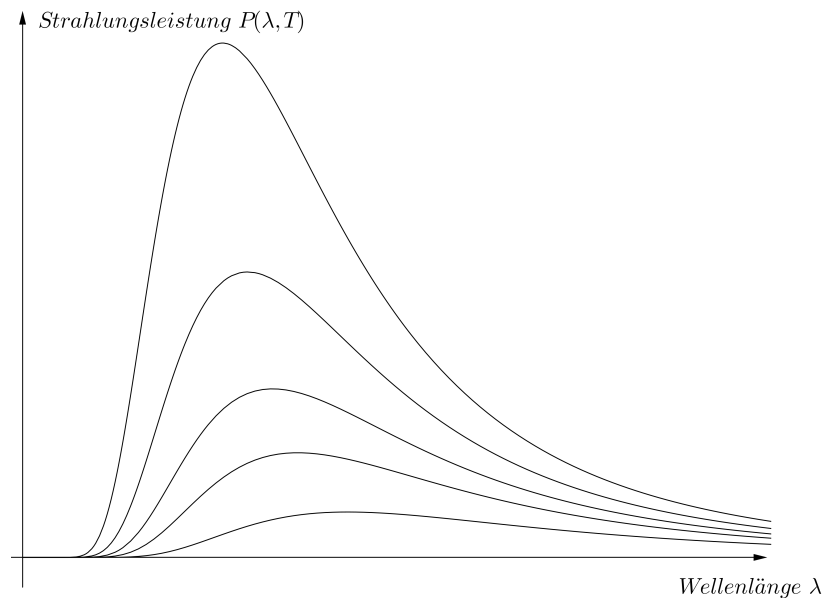


Abbildung 1: Plancksches Strahlungsspektrum zu verschiedenen Temperaturen

Das in diesem Versuch zu untersuchende Stefan-Boltzmann-Gesetz beschreibt die Strahlungsdichte $P(T)$ eines schwarzen Körpers und wird dargestellt durch

$$P(T) = \epsilon \sigma T^4 \quad (3)$$

(σ = Stefan-Boltzmann-Konstante)

2 Durchführung

Der Leslie-Würfel ist ein Würfel mit einer öffenbaren Deckelfläche mit einem Loch zur Temperaturmessung und vier verschiedenen Seitenflächen. Eine schwarz lackierte, eine weiß lackierte, eine matt und eine glänzend metallische Fläche. Je nach Absorptionsvermögen wird die Wärme des Wassers aufgenommen und in Form von Wärmestrahlung wieder emittiert. Gemessen wird sie durch die Thermosäule nach Moll. Die eintretende Strahlung wird von in Reihe geschalteten Thermoelementen erfasst, die thermisch mit dem Gehäuse verbunden sind. So wird eine relativ zur Gehäusetemperatur T_0 ermittelte Temperatur angegeben. Der Wellenlängenbereich, für den die Thermosäule empfindlich ist, bewegt sich zwischen $\lambda = 0,2 - 50 \mu\text{m}$ und mit Schutzfenster bei $\lambda = 0,3 - 2,8 \mu\text{m}$.

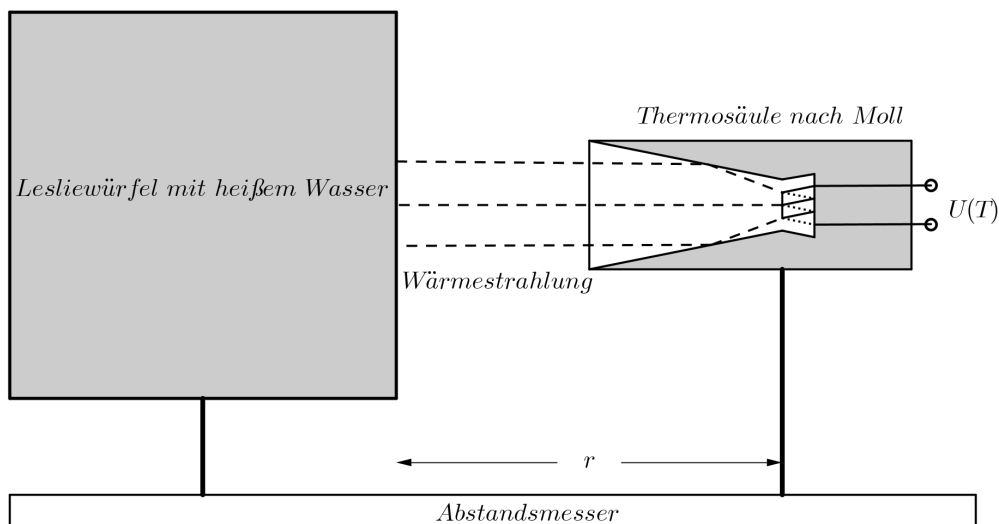


Abbildung 2: Schematischer Versuchsaufbau

Nachdem ein Abstand von 10 cm zwischen der Thermosäule und der frontal gerichteten Würfelseitenfläche eingestellt worden ist, wird Wasser im Wasserkocher auf ungefähr 95 °C erhitzt und in den Lesliewürfel gefüllt. Die Temperatur wird unterdessen permanent gemessen. Über einen Zeitraum von $t = 5 \text{ min}$ wird im Zeitintervall $\Delta t = 10 \text{ s}$ die Thermospannung am Messgerät abgetragen. Das nun für weitere Messungen zu kühle

Wasser wird ausgeschüttet und durch neu erhitztes ersetzt. Ziel dieses Versuchsteils ist es, ausgehend von 100 °C im Temperaturintervall $\Delta T = 5 \text{ °C}$ die Thermospannung aller vier Seitenflächen zu messen und durch den linearen Fit das Emissionsvermögen ϵ zu bestimmen. Die Offsetspannung, also jene Spannung, die die Temperatur der Luft erzeugt, wird allenthalben vor und nach jeder Messung erfasst.

3 Auswertung

4 Diskussion