

Stefan-Boltzmann-Gesetz

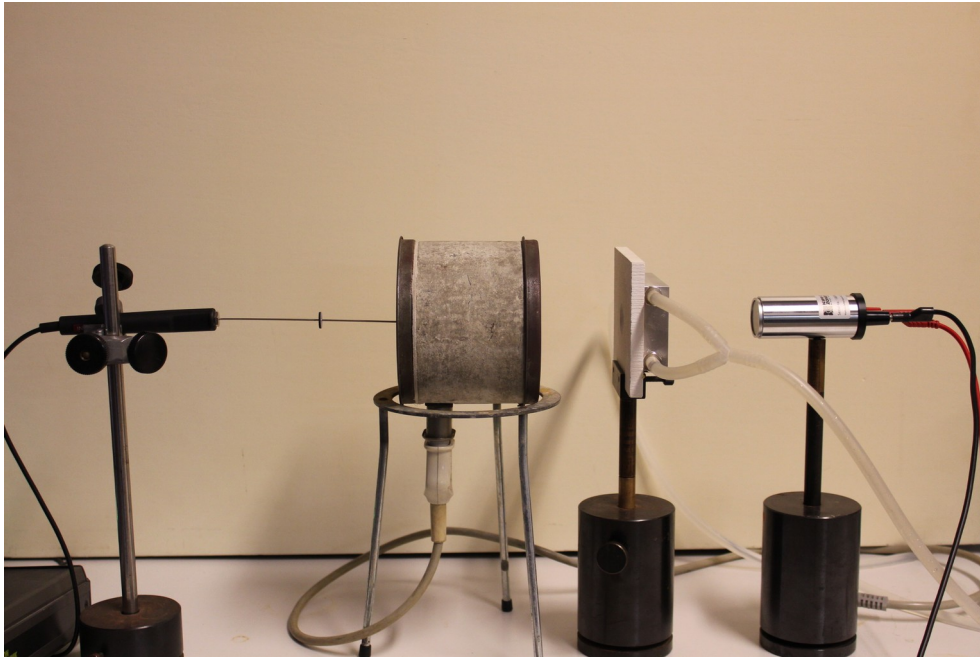


Abb. 1: Versuchsaufbau zum Stefan-Boltzmann-Gesetz

Geräteliste:

Thermoelement (bis 1200°C), Messverstärker, Ofen, Thermosäule, Strahlungsschild mit Kühlschläuchen, Wasserpumpe oder Anschluss, Keramikbecher als Wärmestrahler, Tabellenkalkulationsprogramm, Spannungsmessgerät, Keramikbecher mit Aufdruck, Bunsenbrenner

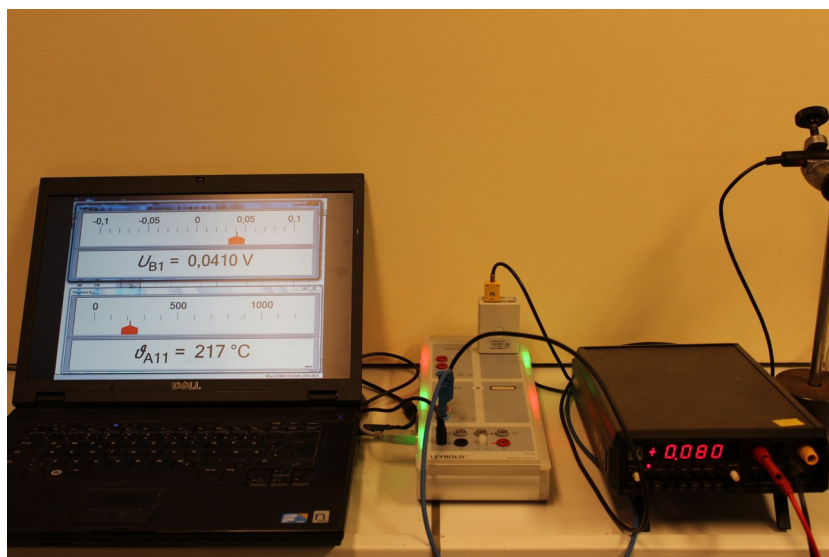


Abb. 2: Messwertaufnahme mit dem Cassy-Modul

Versuchsbeschreibungen:

Die Temperatur und die Abgestrahlte Leistung wird beim Hochheizen des Ofens mit dem Cassy-Modul gegeneinander aufgetragen.

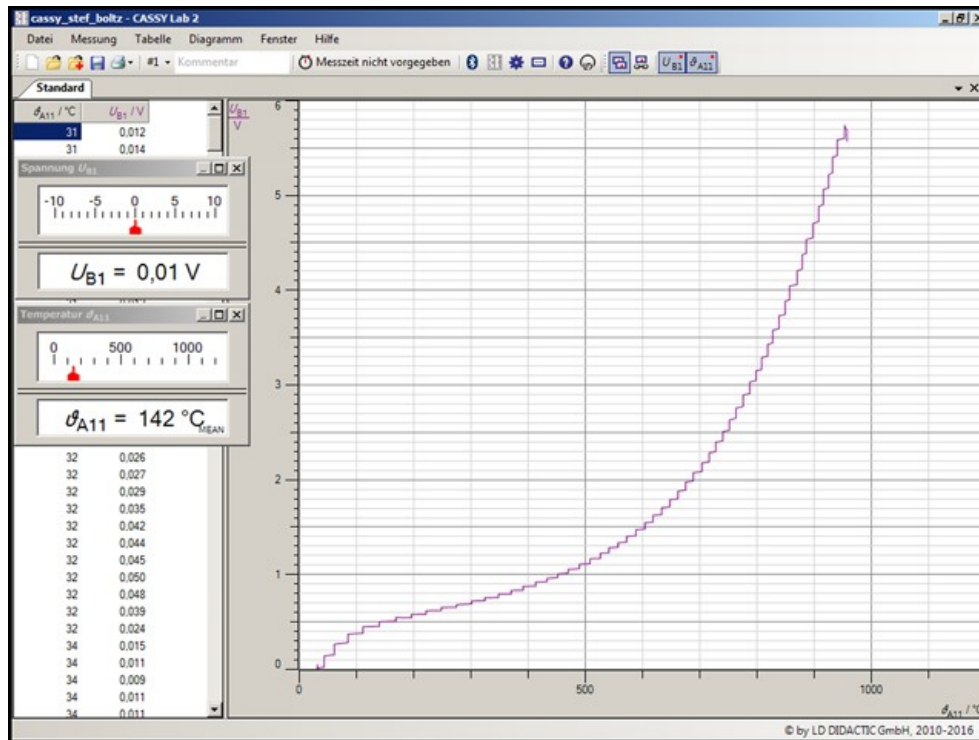


Abb. 3: Messkurve beim Aufheizen bis auf ca. 950°C, Thermospannung über der Temperatur.

Die Temperatur-Messwerte können in einem Tabellenkalkulationsprogramm auf $\frac{T^4 - T_0^4}{K}$ skaliert oder direkt in Cassy bearbeitet werden. Dazu wird eine „Formel“ mit den Werten T , T_0 und K definiert und die Thermospannung darüber aufgetragen.

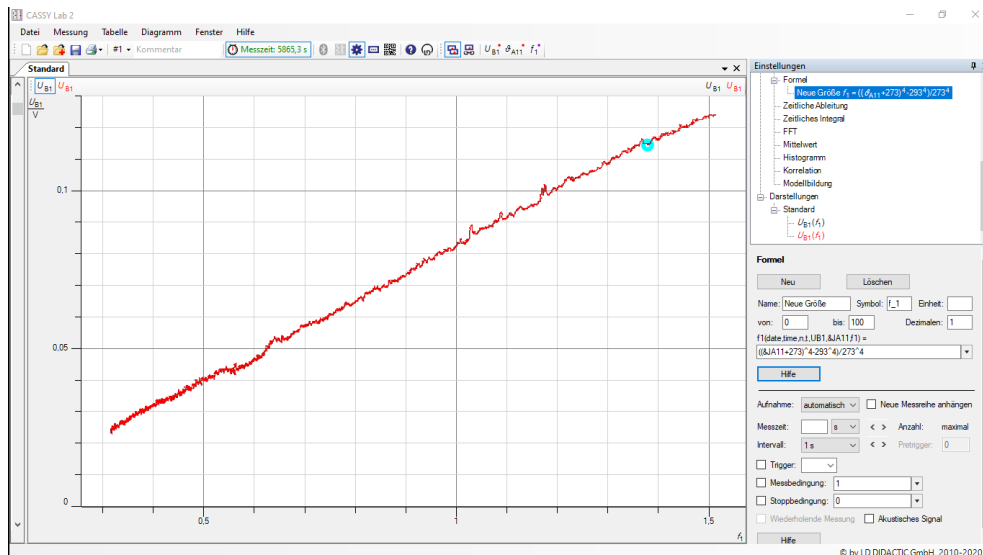


Abb. 4: Skalierte Messwerte ergeben einen linearen Zusammenhang, hier ein Bild mit dem Leslie Würfel gemessen.

Der Zusammenhang mit dem Stefan-Boltzmann-Gesetz $P \propto T^4$ wird qualitativ bestätigt.

Als qualitativer Versuch eignet sich folgende Variante: Ein Keramikbecher mit Aufdruck wird erhitzt und dabei beobachtet.



Abb. 5: Keramikgefäß

Bei Hohen Temperaturen scheint der Aufdruck zu Leuchten



Abb. 6: Der Aufdruck im erhitzten Zustand

Bemerkungen:

Die abgegebene Strahlungsleistung eines „schwarzen“ Körpers ist durch das Stefan Boltzmann-Gesetz bestimmt.

$$P = \varepsilon \sigma A T^4$$

Dabei bedeutet ε der Emissionsgrad, σ die Stefan-Boltzmann-Konstante mit $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \frac{W}{m^2 K^4}$, A die Fläche und T die Temperatur in K . Für eine Körperoberfläche von $7,85 \cdot 10^{-3} m^2$ mit einer Temperatur von $300K$ und einem Emissionsgrad von $0,8$ resultiert z.B. eine Strahlungsleistung von etwa $P = 2,88W$.

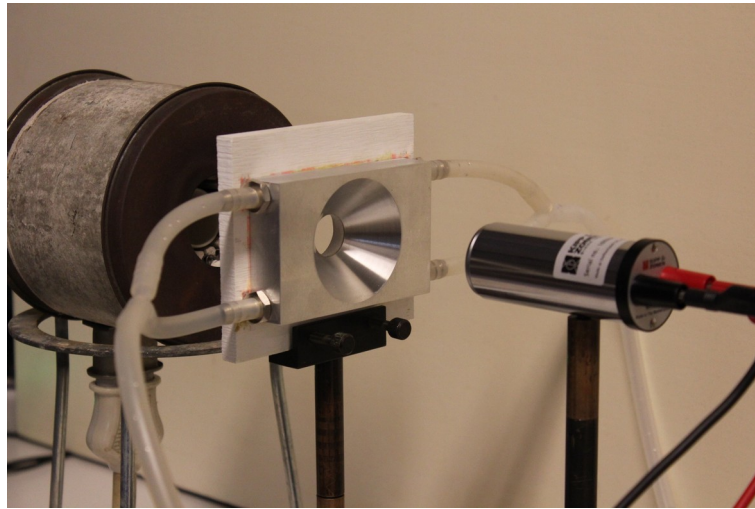


Abb. 7: Messaufbau im Detail

Die Spannung aus der Thermosäule lässt sich ganz gut mit dem Phywe Messverstärker konvertieren. Mit einer Zeitkonstante von 0,1 oder 0,3 s und einer Verstärkung von 10^3 . Die Ausgangsspannung ggf. noch mit einem Messgerät überwachen und mit der Eingangsspannung vergleichen. Die Thermosäule wurde mit Fenster benutzt.

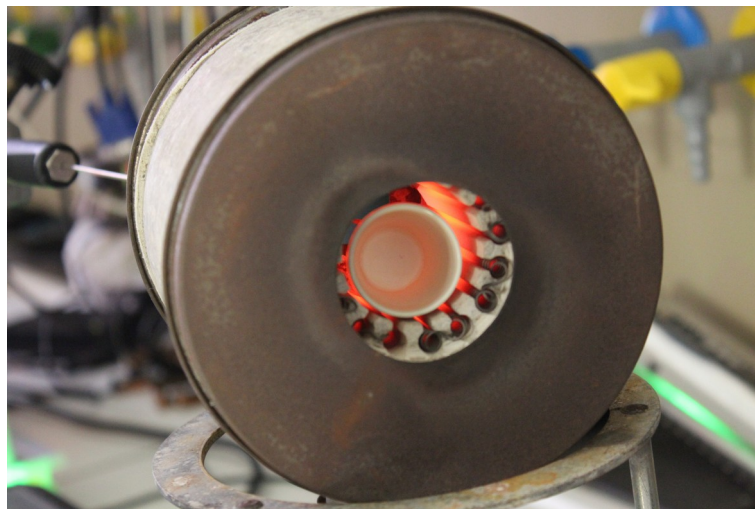


Abb. 8: Blick in den Ofen auf den aufgeheizten Keramikbecher

Die besten Messdaten wurden erhalten wenn der Aufbau aus dem abgekühlten Zustand heraus hochheizen konnte. Die Ersten Daten bis ca 100 °C sind stark Fehlerhaft. Zudem ist der im Bild gezeigte Ofen nicht mehr Funktionsfähig, ein größerer wurde angeschafft - der Versuch muss neu kalibriert werden, früh genug ankündigen!

Das Stefan-Boltzmann-Gesetz kann auch mit dem Leslie Würfel nachgewiesen werden, dabei ist allerdings der Unterschied zwischen den Diagrammen $U(T)$ und $U(T^4)$ nicht so schön sichtbar, dafür kann aber der Vergleich mit einer Ausgleichsgeraden herangezogen werden.

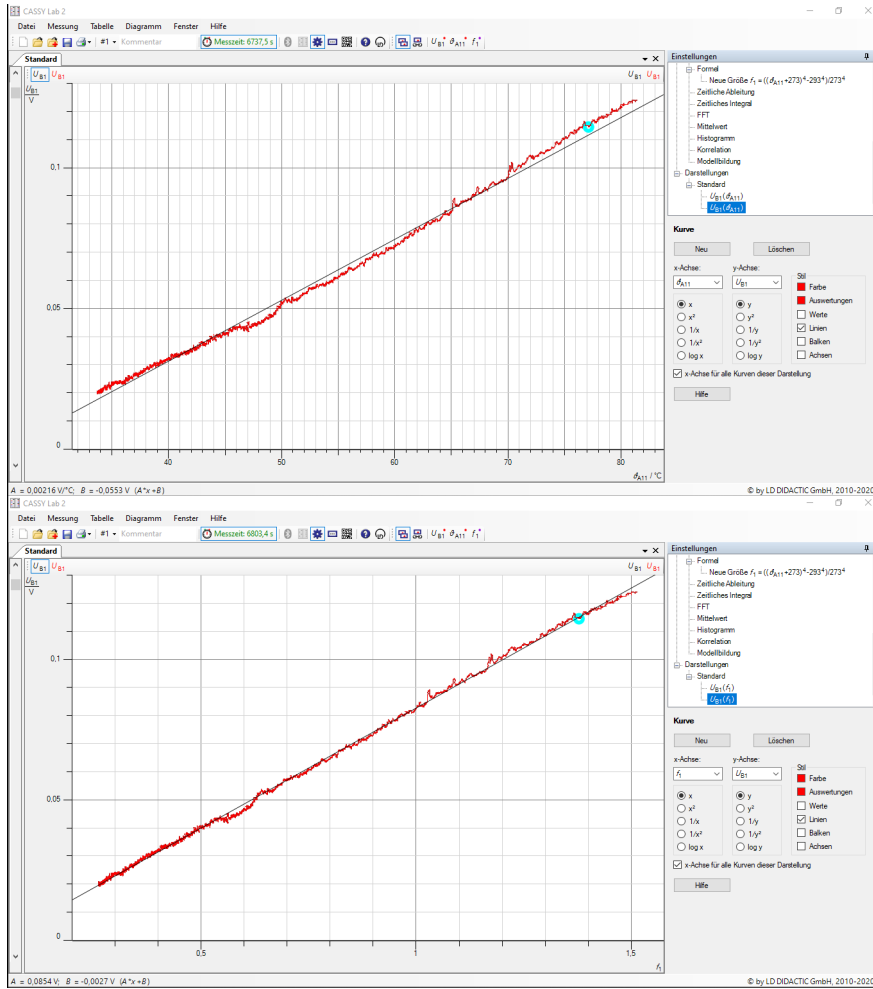


Abb. 9: Ausgleichsgeraden für die Diagramme $U(T)$ (oben) und $U(T^4)$ (darunter).

Hier für eine Messung zwischen 85°C und 45°C dargestellt, mit Fenster gemessen.