

Schwarzer (Hohlraum) Strahler



Abb. 1: Halogenlampe als schwarzer Strahler

Geräteliste:

Halogenlampe, Breitbandspektrometer, Hohlkörper mit schwarzer Außenfläche, ggf. Ulbrichtkugel und Laser zum Beleuchten

Versuchsbeschreibung:

Die Charakteristik von Schwarzkörperstrahlung wird mit einer Halogenlampe und einem Spektrometer veranschaulicht. Höhere Temperaturen führen zu einer Verschiebung der Strahlungskurve hin zu kürzeren Wellenlängen. In Abb. 2 ist dies andeutungsweise zu sehen. Eine Halogenlampe, deren Leuchten bei kleinen Strömen mit dem bloßen Auge nicht zu erkennen ist, kann von der Vorführkamera schon detektiert werden. Die Strahlung ist von niedriger Intensität und mit dem Spektrometer ist ein verrauschtes Signal sichtbar, das bei großen Wellenlängen ansteigt. Im nächsten Teilbild ist das Spektrum gezeigt bei dem das Leuchten mit dem Auge gerade so wahrnehmbar ist. Unten Links ist die Lampe noch heller und unten rechts ist die Betriebstemperatur erreicht.

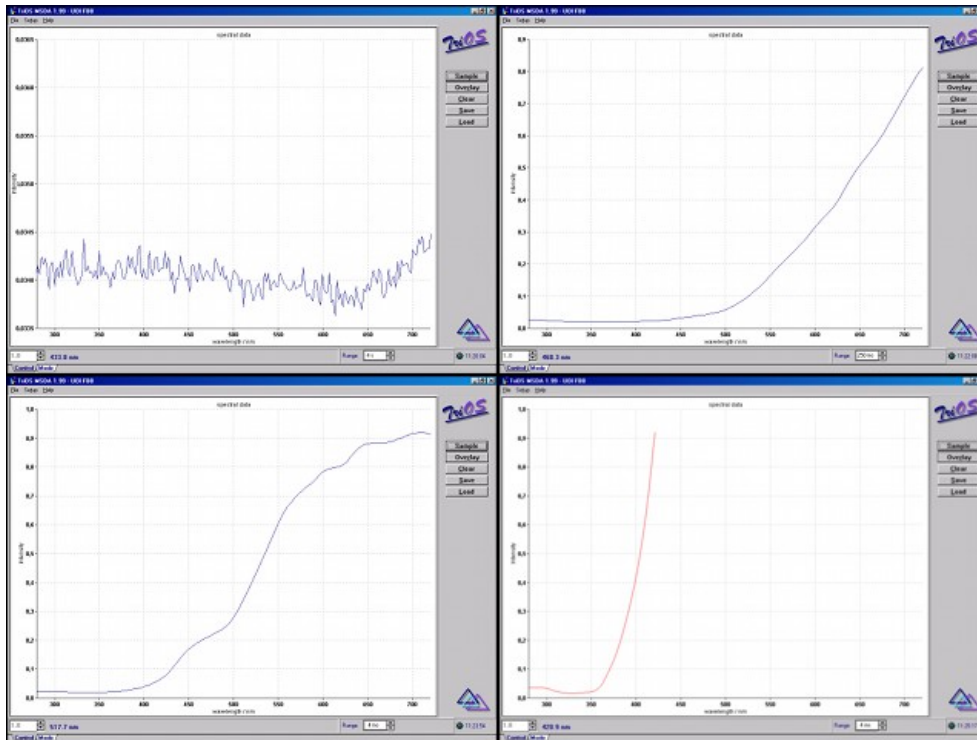


Abb. 2: Spektren der Halogenlampe bei unterschiedlicher Helligkeit / Temperatur. Links oben niedrig bis rechts unten volle Helligkeit. Die Intensität (Ordinate) ist jeweils angepasst und auf der Abszisse ist der Wellenlängenbereich 300nm bis 700nm in 50nm -Schritten aufgetragen.

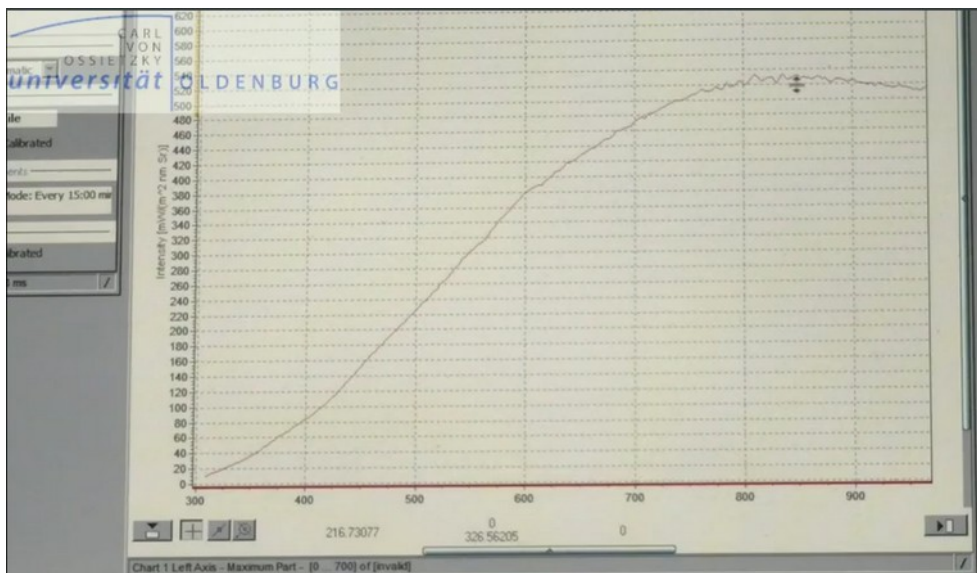


Abb. 3: Planck Kurve einer sehr heißen Halogenlampe, das Maximum wird hier zwischen 800nm und 900nm gemessen, was einer Temperatur von etwa 3400K * entspricht (Der Schmelzpunkt von reinem Wolfram liegt bei 3695K)

Zur Visualisierung der Charakteristik schwarzer Körper können folgende Utensilien verwendet werden:

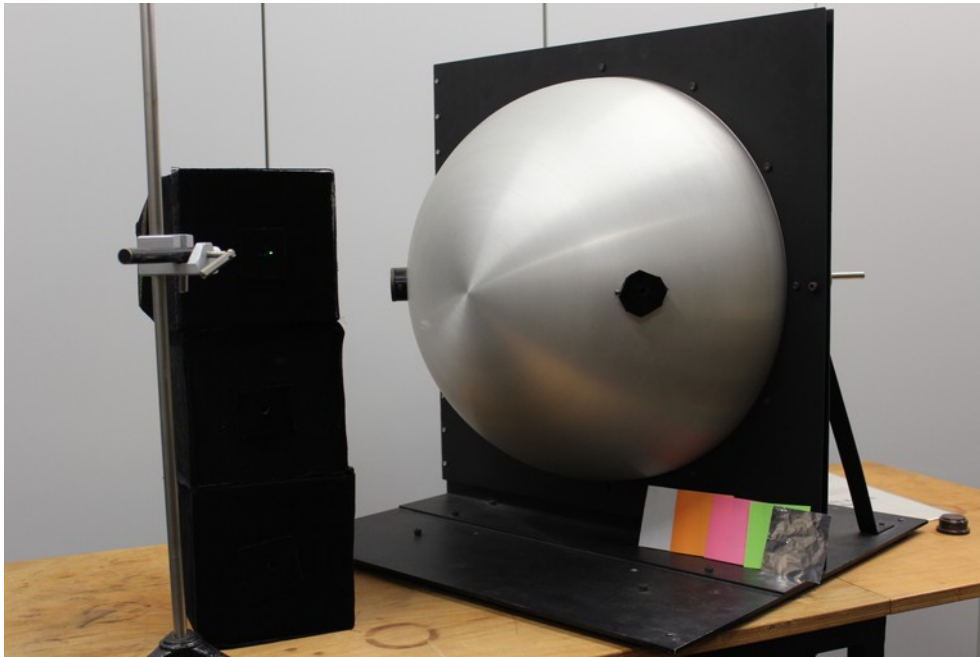


Abb. 4: Schwarze Boxen und Ulbricht-Kugel. Farbige Flächen um ggf. die Frage zu diskutieren was eigentlich Farbe ist.

Die Boxen sind im Inneren unterschiedlich beschichtet, mit schwarzer Pappe, mit Samt und eine mit Aluminiumfolie. Alle zeigen mit einer kleinen Öffnung das gleiche Verhalten: Die Öffnung erscheint immer dunkler als die (schwarze) Außenfläche. Das einfallende Licht wird im Inneren absorbiert oder sehr oft reflektiert, es tritt fast nicht mehr aus der Öffnung heraus. Bei Vergrößerung der Öffnung lassen sich die Beschichtungen unterscheiden.

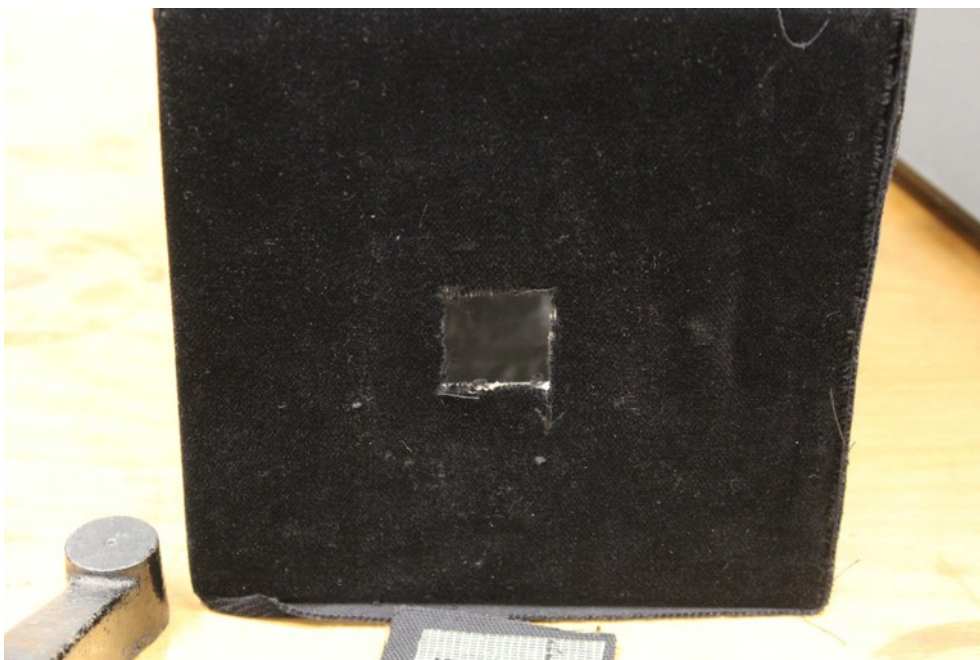


Abb. 5: Die verspiegelte Box ist sofort erkennbar, wenn die Öffnung vergrößert wird.

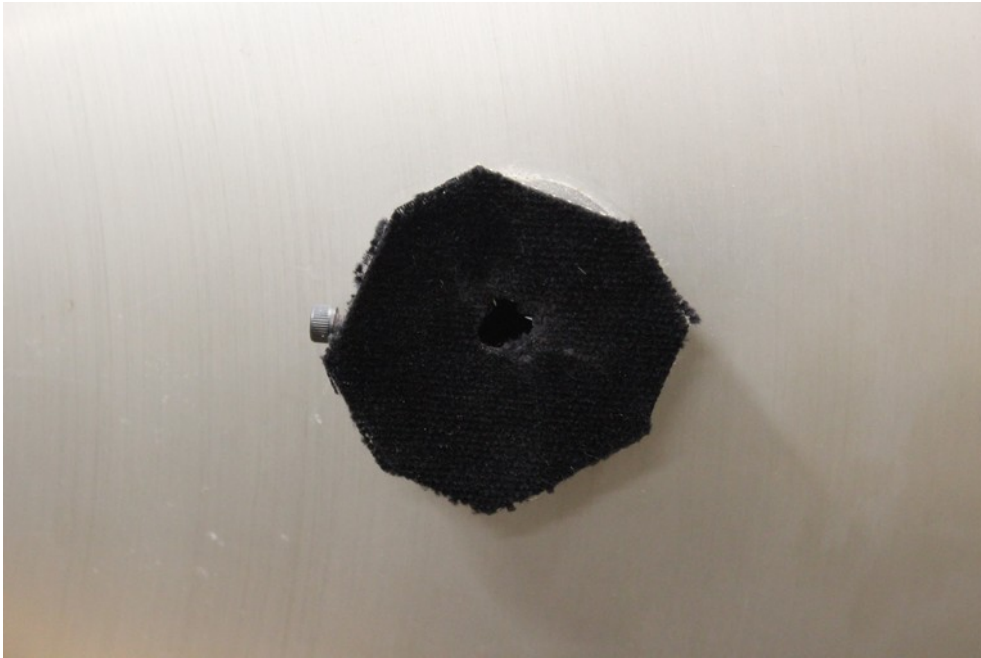


Abb. 6: Das Innere der Ulbrichtkugel, welches mit einer hochgradig, diffus reflektierenden Schicht versehen ist erscheint dunkel.

Bemerkungen:

Durch die kleinen Öffnungen kann mit einem Laser viel Licht in die Hohlkörper eingestrahlt werden. Bei der reflektierenden Box und der Ulbricht-Kugel ist es dadurch möglich das Loch heller zu machen.

*Die Umrechnung zwischen der maximalen Wellenlänge und der Temperatur erfolgt nach dem Wienschen Verschiebungsgesetz:

$$\lambda_{max} \cdot T = 2,9 \cdot 10^{-3} mK$$