

Thermosäule



Abb. 1: Blick in das Messfenster einer Thermosäule.

Geräteliste:

Thermosäule, Messverstärker, Messgerät mit ausreichender Auflösung und Empfindlichkeit, Lesliewürfel, Cassy mit Temperaturfühler, kleiner Motor mit Netzteil, Gummi, Tauchsieder

Versuchsbeschreibung:

Die Messung der Wärmestrahlung in Abhängigkeit der spezifischen Emissionskoeffizienten wird mit einer Thermosäule und einem Lesliewürfel mit Oberflächen unterschiedlicher Emissivität demonstriert.



Abb. 2: Die Spannung der Thermosäule wird mit einem Messverstärker sichtbar gemacht

Bemerkungen:

Die geschwärzte Oberfläche hat eine leicht höhere Emissivität, das macht sich allerdings nur in der 3. Nachkommastelle bemerkbar. Der Messverstärker ist im Low Drift Modus zu betreiben. Als Messgerät für eine Demonstration empfiehlt sich ein Kontron Gerät mit 4 Digits Anzeige. Den Leslie Würfel zu 2/3 füllen und mit Tauchsieder auf 80-100° Celsius bringen. Den Würfel geöffnet lassen und immer wieder umrühren.

Mit einer Langzeitmessung kann auch das Stefan-Boltzmann-Gesetz nachgewiesen werden (→ siehe Versuch Stefan-Boltzmann-Gesetz).

Nach dem Kirchhoffschen Strahlungsgesetz ist der Emissionsgrad ε ungefähr gleich dem Absorptionsgrad α . Für reale Oberflächen gilt dies nur bedingt (abhängig von dem betrachteten Wellenlängenbereich) und für Metalloberflächen gilt dieses Gesetz nicht.

Die lackierten Flächen (Schwarz und Weiß) des Leslie Würfels zeigen im sichtbaren Wellenlängenbereich sehr unterschiedliche Emissivität, im für die Thermosäule relevanteren ($\lambda > 1 \mu m$) Bereich allerdings nahezu den gleichen Wert. Metalloberflächen haben eine hohe Reflektivität die auch im IR und darüber zusätzlich zur „schlechten“ Messbarkeit Wärmestrahlung anderer Körper in die Thermosäule reflektieren kann.

In der Sammlung ist ein Strahlungsthermometer mit Laserpointer an dem der Emissionsgrad der zu messenden Flächen eingestellt werden muss.

Aus dem Datenblatt der Thermosäule:

Spektralbereich:	(mit Fenster)	0,35 bis 2,8 μm
	(ohne Fenster)	0,2 bis 50 μm
Maximale Strahlungsaufnahme:		2000 $\frac{\text{W}}{\text{m}^2}$
Impedanz:		20 ... 200 Ω
Empfindlichkeit:		7 ... 20 $\mu\text{V}/\text{W}/\text{cm}^2$
Sichtfeld:		20° (für 90 % der einfallenden Strahlung)

Gemessen wird eine Bestrahlungsstärke (irradiance, radiant flux density) pro eingestrahlten Watt auf 1 m^2 . Die Solarkonstante, also der Fluss außerhalb der Erdatmosphäre bei mittlerem Abstand Erde – Sonne, beträgt z.B. $1367 \text{ W}/\text{m}^2$. Der Öffnungswinkel für einfallende Strahlung beträgt 20° somit ist in einem Abstand von 30 cm die gemessene Fläche, die eines Kreises mit 10 cm Durchmesser ($\approx 7,85 \cdot 10^{-3} \text{ m}^2$) . Kleinere Flächen müssen näher an die Thermosäule gebracht werden.