



1. Absorptions- und Reflexionsvermögen unterschiedlicher Materialien

Aufgabe

Ermittle die Unterschiede im Absorptions- und Reflexionsverhalten von Wärmestrahlung bei einer Kupferplatte mit weißer und schwarzer Beschichtung.

Aufbau



Benötigte Geräte

- Grundeinheit
- Strahler
- Digitalmessgerät
- Absorbermodul Schwarz/weiß
- Messleitungen

Durchführung

1. Stecke das Absorbermodul schwarz/weiß mit der weißen Seite zum Strahler zeigend auf die Grundeinheit (Abstand zum Strahler 15cm)
2. Verbinde das Digitalmessgerät mit dem Absorbermodul schwarz/weiß, wie in der Abbildung ersichtlich.
3. Stelle am Digitalmessgerät das Symbol °C ein, um die Temperaturmessung zu starten. Lege außerdem eine Uhr bereit, um während des Experiments die Zeit zu messen.
4. Notiere die Anfangstemperatur $T(0)$ und starte die Messung, indem du den Strahler einschaltest. Notiere im Minutenabstand die Temperaturwerte, welche elektrisch direkt an der Metalloberfläche gemessen werden.
5. Schalte den Strahler ab und lasse das Absorbermodul schwarz/weiß abkühlen, bis es wieder ungefähr die Ausgangstemperatur erreicht hat.
6. Wiederhole die Messung mit der schwarzen Seite des Absorbermoduls. Achte darauf, dass der Abstand zum Strahler unverändert 15 cm beträgt.

Messwerte

Tabelle 1.1 – Temperaturentwicklung auf der weißen Seite

Zeit in Minuten	0	1	2	3	4	5	6	...
Temperatur	24	27	29	31	33	35	36	



1. Absorptions- und Reflexionsvermögen unterschiedlicher Materialien

Messwerte

Tabelle 2.1 – Temperaturentwicklung auf der schwarzen Seite

Zeit in Minuten	0	1	2	3	4	5	6	...
Temperatur	25	46	56	61	64	65	66	

Auswertung

1. Trage deine Ergebnisse in das abgebildete Diagramm ein.
2. Vergleiche die Ergebnisse aus den beiden Teilexperimenten und erkläre die beobachteten Unterschiede.
3. Erläutere welche Rückschlüsse aus dieser Erkenntnis auf die Konstruktion von Solarkollektoren zu ziehen sind.

Diagramm

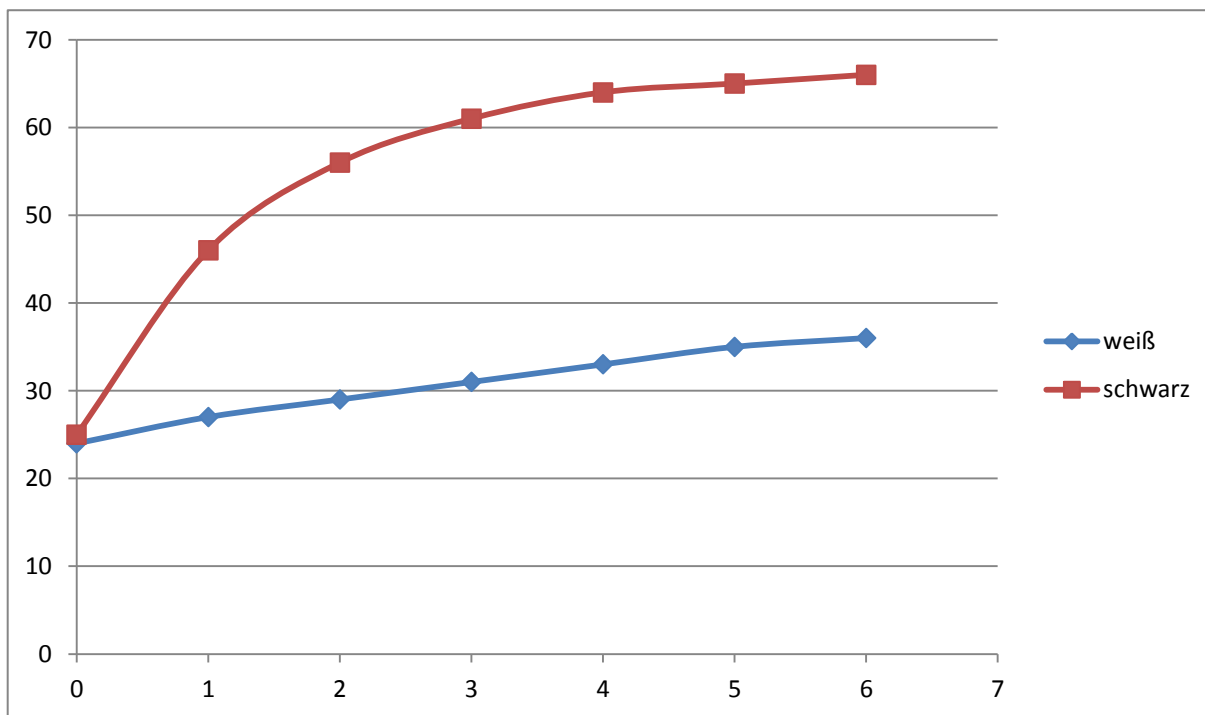


Diagramm 1.1 – Temperaturverlauf am Absorbermodul schwarz/weiß



1. Absorptions- und Reflexionsvermögen unterschiedlicher Materialien

Auswertung

2.

Die Erwärmung auf der weißen Seite ist deutlich langsamer als auf der schwarzen Seite. Schwarze Oberflächen absorbieren besonders gut das einfallende Licht und reflektieren nur einen geringen Anteil einfallender Strahlung im sichtbaren Bereich. Aus diesem Grund nimmt das menschliche Auge kaum Licht von der Oberfläche wahr, sodass uns das betreffende Material schwarz erscheint. Die Fähigkeit eines Materials, Licht zu absorbieren oder zu reflektieren liegt in der Anordnung der Atomstruktur begründet, welche sich unterschiedlich stark durch Strahlung im sichtbaren Bereich anregen lässt. Die Absorption von Licht ist demzufolge frequenz- und materialabhängig.

Besonders schwarze Materialien geben nach erfolgter Erwärmung einen Teil der aufgenommenen Energie in Form von Wärmestrahlung wieder ab. Je größer die Temperaturdifferenz zwischen Material und Umgebung, desto stärker ist dieser thermische Verlust.

Die Form der zwei verschiedenen Erwärmungskurven ist durch die Überlagerung der durch Absorption aufgenommenen thermischen Energie und den thermischen Verlusten in Form von Wärmestrahlung geprägt. Bei der weißen Oberfläche verhält sich der Anstieg der Verluste ungefähr proportional zur absorbierten thermischen Energie, sodass ein annähernd linearer Verlauf zu beobachten ist. Bei der Messung der schwarzen Oberfläche überwiegt zuerst der Anteil aufgenommener Energie, bis die thermischen Verluste so groß werden, dass die Erwärmung immer geringer wird. Die gemessene Kurve besitzt daher im Messintervall eine nichtlineare Form.

3.

Solarkollektoren haben den Anspruch, einen möglichst großen Anteil einfallenden Sonnenlichts in nutzbare thermische Energie umwandeln zu können. Der Anteil reflektierter Strahlung muss demzufolge gering gehalten werden, um viel Licht absorbieren zu können. Solarkollektoren sind deshalb überwiegend mit einer schwarzen Beschichtung versehen. Wie im Experiment ersichtlich, gibt es bei solchen einfachen schwarzen Oberflächen ein gravierendes Problem, da ein Großteil der Energie in Form von Wärmestrahlung wieder abgestrahlt wird. Einen Teil zur Lösung dieses Effekts tragen heutzutage sogenannte selektive Beschichtungen bei. Diese absorbieren das Sonnenlicht ähnlich wie eine schwarze Oberfläche, weisen jedoch eine deutlich geringere Abstrahlung auf. Der Nachteil dabei ist die aufwendige Verarbeitung solcher Farben, da sie nicht wie herkömmliche Lacke aufgespritzt oder aufgestrichen werden können.