

Die Oberflächentemperatur der Sonne

Aus dem Spektrum des Sonnenlichts lassen sich Aussagen über die Temperatur an der Oberfläche. Hierzu sind die sog. Strahlungsgesetze nötig.

Das Konzept des schwarzen Strahlers

Ein Körper ändert mit zunehmender Temperatur seine Farbe.



Beispiele: Herdplatte - Kerzenflamme - Glühlämpchen - Halogenstrahler - Kohlenbogenlampe

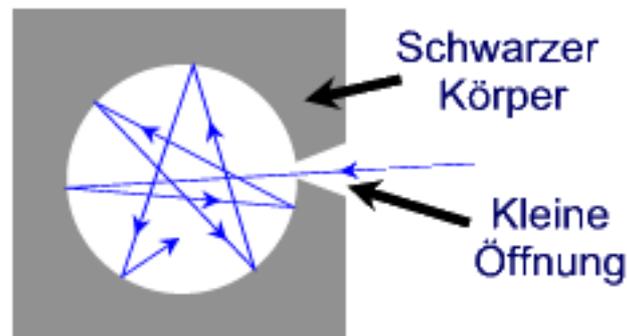
An der spektralen Zusammensetzung des Lichts kann man die Temperatur des strahlenden Körpers erkennen. Außerdem strahlt ein Körper bei höherer Temperatur auch mehr Energie pro Sekunde ab, d. h. seine Strahlungsleistung ist größer. Aber nicht jeder Körper zeigt „gutartiges“ Strahlungsverhalten, d.h. er verhält sich nicht nach allgemein zu formulierenden Gesetzen.

Im Rahmen der Astronomie kann man jedoch das Modell des idealen schwarzen Strahlers oder schwarzen Körpers auf die Sonne und dann auf die Sterne anwenden.

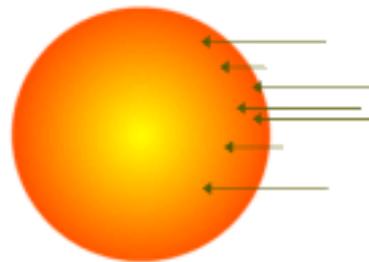
Ein schwarzer Körper ist ein Körper, der (im

thermodynamischen Gleichgewicht) für alle Temperaturen jede auftreffende Strahlung unabhängig von der Wellenlänge vollständig absorbiert.

Ein kleines Loch in einem schwarzen Karton lässt sämtliches Licht hinein und erscheint viel schwärzer als der Karton selbst.



Sonne als
Schwarzer Strahler



Die Sonne und die Sterne werden als Schwarze Strahler behandelt!

Damit ist es möglich, Aussagen über Oberflächentemperatur, Leuchtkraft usw. abzuleiten. Umgekehrt wird das Emissionsverhalten des schwarzen Strahlers alleine durch die Temperatur bestimmt.

Kirchhoffsches Gesetz zum Strahlungsverhalten:

$$\text{Emissionsvermögen} = \text{Absorptionsvermögen}$$

Folgerungen:

Ein schwarzer Körper absorbiert nicht nur ideal, sondern emittiert auch ideal, d.h. er ist der beste Strahler.

Ein schwarzer Strahler (z.B. Teerstrasse) erhitzt sich am Tage sehr stark, kühlt aber in der Nacht schnell ab. Erfahrung??

Eine weiße Fläche erwärmt sich nicht so stark, gibt aber auch nicht so viel Wärme ab.

Versuch: Strahlungswürfel mit weißer, schwarzer und verspiegelten Flächen

Für den schwarzen Strahler gelten die Strahlungsgesetze:

Gesetz von Stefan und Boltzmann $L = \sigma A T^4$

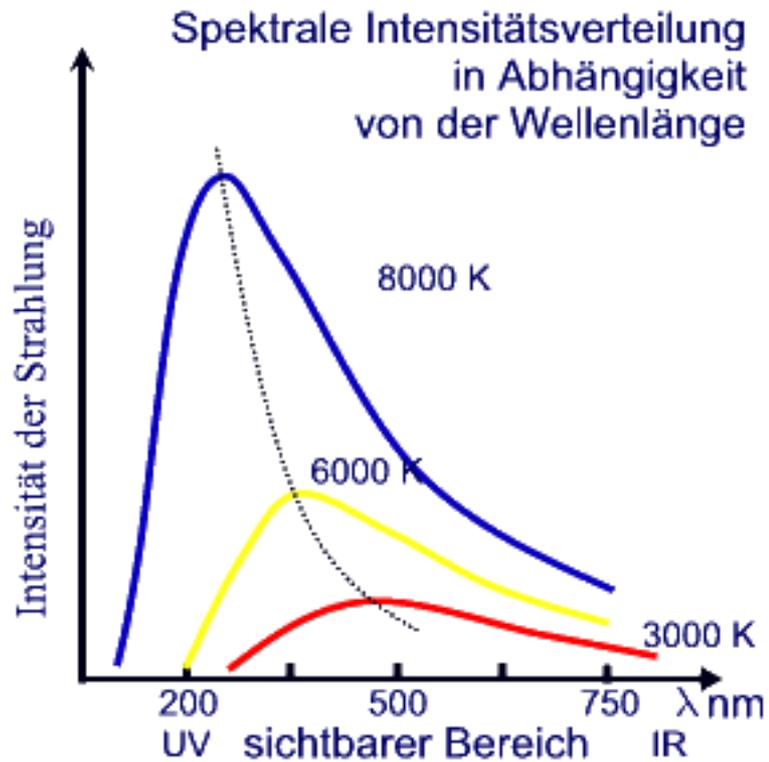
A Oberfläche des schwarzen Körpers, $\sigma = 5,67 \cdot 10^{-8} \text{ W/m}^2\text{K}^4$ Stefan-Boltzmann-Konstante

Wiensches Verschiebungsgesetz $\lambda_m T = 2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$ für die Wellenlänge λ_m des Maximums der Strahlung

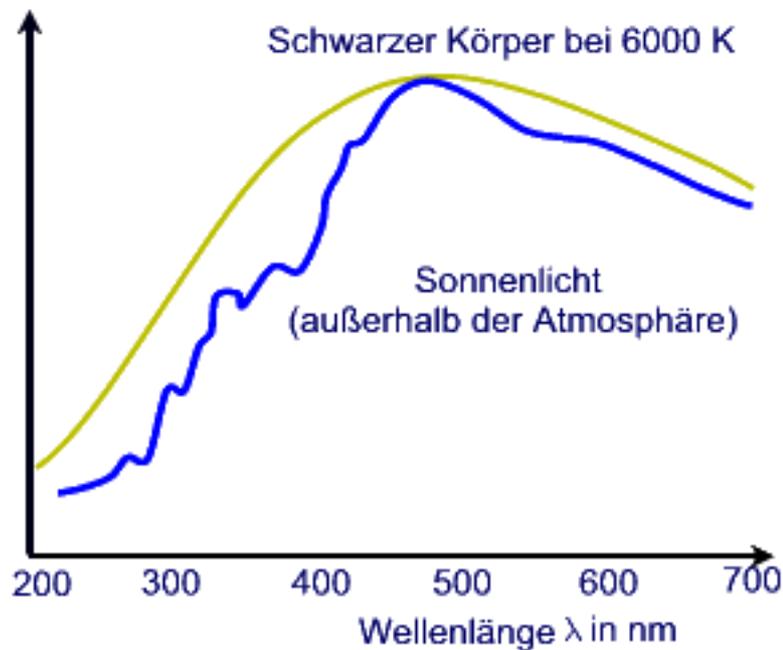
$2,8978 \cdot 10^{-3} \text{ mK}$ Wien-Verschiebungskonstante

Planckstrahlungsgesetz (siehe evtl. Literatur)

Die Spektrale Verteilung der Intensitäten bei verschiedenen Temperaturen:



Spektrale Intensitätsverteilung
des Sonnenlichts



Ein Körper mit 7000 K Oberflächentemperatur strahlt gelblich-weißes Licht mit dem Maximum bei 450 nm ab. Bei 10000 K erscheint das Spektrum bläulich mit sehr viel UV-Anteil und dem Maximum bei 300 nm. Aus dem Maximum kann mit dem Wienschen Verschiebungsgesetz auf die Temperatur geschlossen werden.

Für die Leuchtkraft einer Kugel mit dem Radius R gilt: $L = \sigma A T^4 =$

Aus der Leuchtkraft und dem Radius kann ebenfalls die Oberflächentemperatur der Sonne bestimmt werden.

Stefan-Boltzmann: $T = 5770 \text{ K}$

Wien: $T = 6370 \text{ K}$

Wegen der Absorptionen in der Sonnenatmosphäre kann das Intensitätsmaximum nicht genau festgestellt werden. Zudem ist die Sonne nicht genau ein idealer Strahler. Physikalische Angaben in diesem Zusammenhang sind also immer mit gewissen Fehlern behaftet.

