

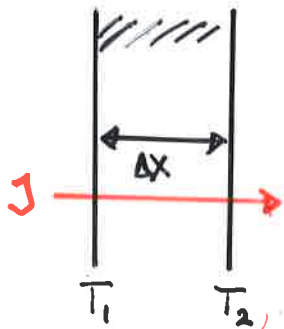
Wärmetransport

① Konvektion / Wärme mitführung:

Wenn sich Materie bewegt, so nimmt sie Wärmeenergie mit.

- Erzwungene Konvektion: z.B. Föhn, Heizwasser
- Freie Konvektion: z.B. Thermik, heiße aufsteigende Ströme im Meer.

② Wärmeleitung: Energie wird durch Stösse — im Meer. Zwischen den Teilchen weitergegeben, Materie bleibt am Ort. Wärmestrom dichte / Wärmefluss dichte: J $[\frac{W}{m^2}]$



T_1, T_2 : Oberflächentemperaturen
 $\Delta T = T_2 - T_1$

Gesetz von Fourier:

$$J = -\lambda \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad (J \propto \text{Temp. Gradient})$$

$$\text{Wärmestrom: } P = J \cdot A = -\lambda A \frac{\Delta T}{\Delta x} \quad [W]$$

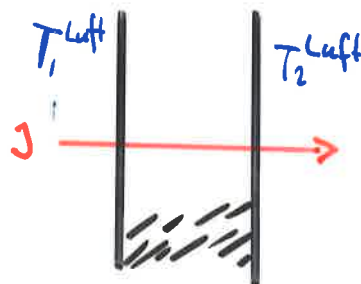
A : Querschnittsfläche

λ : Wärmeleitfähigkeit, ist eine Materialgröße (FoTa 190, 191)

In der Baubranche verwendet man:

$$J = U \cdot \Delta T$$

U : Wärmedurchgangskoeffizient
(FoTa S. 190)



$$\Delta T = |T_{2Luft} - T_{1Luft}|$$

③ Wärmestrahlung

Materie besteht aus elektrisch geladenen Teilchen (Elektronen, Protonen, ...). Wenn solche Teilchen beschleunigt werden, so senden sie elektromagnetische Wellen aus (sog. "Bremsstrahlung"). Wegen der Wärmebewegung wechseln die Teilchen der Materie ständig ihre Richtung und werden so beschleunigt. Auf diese Weise entsteht Wärmestrahlung.

Elektromagnetische Wellen

Die verschiedenen Formen elektromagnetischer (EM) Strahlung unterscheiden sich durch ihre Wellenlänge λ . Das EM Spektrum wird so unterteilt:

λ : $> 1 \text{ m}$: Radiowellen

$1 \text{ m} - 1 \text{ mm}$: Mikrowellen

$1 \text{ mm} - 700 \text{ nm}$: Infrarot (IR)

$750 \text{ nm} - 400 \text{ nm}$: **Sichtbares Licht** { rot
gelb
grün
blau
violett

$380 \text{ nm} - 1 \text{ nm}$: Ultraviolett (UV)

$10 \text{ nm} - 1 \text{ pm}$: Röntgenstrahlung

$< 1 \text{ pm}$: Gammastrahlung (γ)

Laser: $\lambda = 532 \text{ nm}$

Schwarzkörperstrahlung

Schwarze Flächen reflektieren nicht und strahlen die meiste Wärme ab. Die Gesetze der Wärmestrahlung sind hier am einfachsten und sie stellen eine gute Näherung an die meisten Wärmestrahler dar.

- Das Spektrum der Schwarzkörperstrahlung ist breitbandig und kontinuierlich, mit einem Maximum bei $\lambda_{\text{Max}} = \frac{b}{T}$: Wienersches Verschiebungsgesetz
 b : Wiene-Konstante (FoTa)
 T : absolute Temperatur

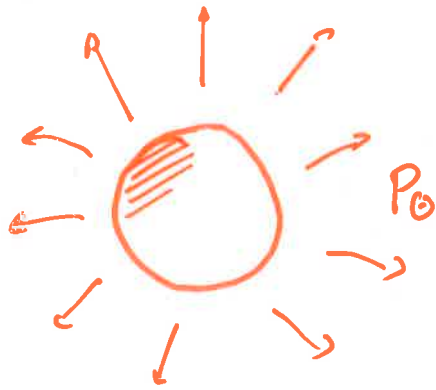
- Die Intensität ist $\propto T^4$:

$$\boxed{J = \sigma T^4} : \text{Gesetz von Stefan-Boltzmann}$$

σ : Stefan-Boltzmann Konstante (FoTa)

Nachtrag: Strahlung der Sonne / Solar konstante

- Welcher Wärmefluss von der Sonne erreicht die Erde?



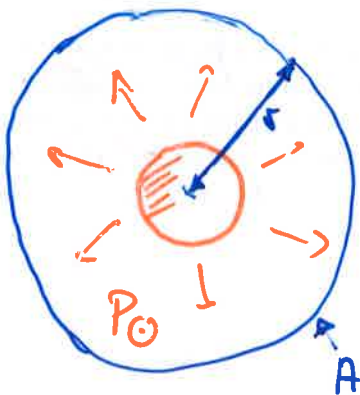
Gesetz von Stefan-Boltzmann:

$$J_0 = \sigma T_0^4$$

$$P_0 = A_0 J_0 = 4\pi R_0^2 J_0$$

A_0 : Sonnenoberfläche

- Wie gross ist die Wärmeflussdichte bei einer Distanz r von der Sonne?



$$J(r) = \frac{P_0}{A} = \frac{P_0}{4\pi r^2} = \left(\frac{R_0}{r}\right)^2 J_0$$

$$J(r_{\text{Erde-Sonne}}) = \underline{\underline{1367 \frac{\text{W}}{\text{m}^2}}}$$

= E_0, J_s : "Solar konstante" ($F_0 T_a$)