

Astronomie I
Beispiel 18
KENN Michael, 8725258
10. Dezember 2009

Radius und effektive Temperatur der Sonne betragen

$$\begin{aligned}T_{\odot} &= 5778\text{K} \\ R_{\odot} &= 6.957 \cdot 10^8\text{m}\end{aligned}$$

womit sich aus

$$\begin{aligned}L &= 4\pi R^2 \sigma T_{\text{eff}}^4 && \text{mit} \\ \sigma &= \frac{2\pi^5 k_B^4}{15c^2 h^3}\end{aligned}$$

eine Leuchtkraft

$$L_{\odot} = 3.846 \cdot 10^{26}\text{W}$$

ergibt. Sei A die Albedo¹ eines Planeten und a die Distanz zur Sonne, dann gilt für den Energiefluss F_p auf den Querschnitt des Planeten bzw. für die daraus resultierende Temperatur T_p :

$$\begin{aligned}\frac{L_{\odot}}{4\pi a^2}(1 - A) &= F_p = \sigma T_p^4 \\ T_p &= \sqrt[4]{\frac{L_{\odot}}{4\pi a^2 \sigma}(1 - A)}\end{aligned}$$

Die Eintrittsfläche des Energieflusses auf den Planeten ist genau die Projektion der der Sonne zugewandte Seite, also der Querschnitt $Q = R_{\text{Planet}}^2 \pi$ des Planeten. Abgestrahlt kann die Energie aber über die Gesamte Oberfläche $O = 4R_{\text{Planet}}^2 \pi$ werden. Der Energiefluss ist proportional zur vierten Potenz der Temperatur. Die zu erwartende Oberflächentemperatur T'_p errechnet sich demnach

$$T'_p = \frac{T_p}{\sqrt[4]{\frac{O}{Q}}} = \frac{T_p}{\sqrt{2}}$$

¹das messbare Rückstrahlvermögen

Einsetzen in die Formel liefert die gesuchten Werte:

Planet	Distanz a [AU]	Albedo A	T_p [K]	T'_p [K]	T'_p [C°]
Merkur	0.386	0.06	624	441	168
Erde	1.000	0.31	359	254	-19
Jupiter	5.203	0.51	145	102	-171
Neptun	30.058	0.62	56	40	-233