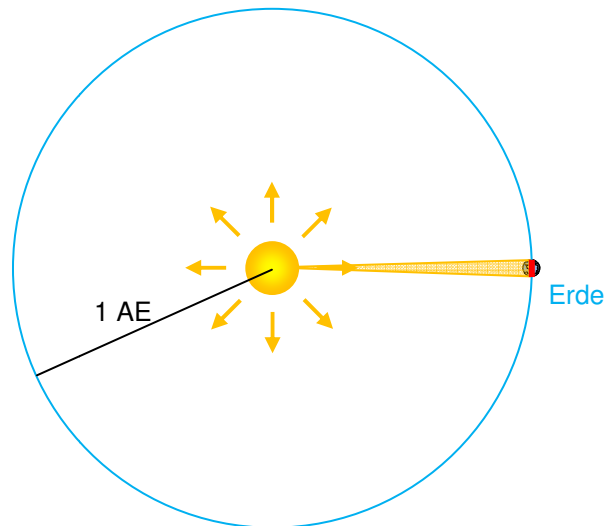




MASSEDEFEKT

Die Leistung der Sonne pro m^2 nennt man Solarkonstante S_0 , sie ist abstandsabhängig und beträgt im Erdbabstand $S_0 = 1367 \text{ W/m}^2$.



Einstein hat mit seinem Energie-Masse-Äquivalent ($E = mc^2$; c : Lichtgeschwindigkeit) gezeigt, dass Masse in Energie umgewandelt werden kann und damit erst die Prozesse im Sonneninneren verstehbar gemacht. Im Sonnenkern findet bei der Kernfusion von Wasserstoff- zu Heliumkernen die Umwandlung von Masse in Energie statt.

- (1) Berechnen Sie mithilfe der Solarkonstanten die Masse, die im Sonneninneren in jeder Sekunde in Energie umgewandelt wird und damit den sekundlichen Massenverlust der Sonne.

Die Oberfläche der gedachten Kugel mit dem Radius $r = 1 \text{ AE}$ beträgt:

$$O = 4\pi r^2 = 4\pi(1,5 \cdot 10^{11} \text{ m})^2 = 2,83 \cdot 10^{23} \text{ m}^2$$

Die Gesamtleistung der Sonne beträgt also (das entspricht der Leistung durch die Gesamtfläche):

$$P = S_0 \cdot O = 1,367 \cdot 10^3 \frac{\text{W}}{\text{m}^2} \cdot 2,83 \cdot 10^{23} \text{ m}^2 = 3,868 \cdot 10^{26} \text{ W}$$

Nach Einstein gilt also mit $E = mc^2$ für die in Energie umgewandelte Masse in jeder Sekunde:

$$m = \frac{E}{c^2} = \frac{3,868 \cdot 10^{26} \text{ J}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 4,3 \cdot 10^9 \text{ kg} = 4,3 \text{ Mio. Tonnen}$$

- (2) Die Sonne hat zur Zeit eine Masse von $1,9889 \cdot 10^{30} \text{ kg}$. Die Sonne beendet ihr Dasein in etwa 5 Mrd. Jahren.

Berechnen Sie das Verhältnis der bis dahin in Energie umgewandelten Masse zur Sonnenmasse unter Annahme, dass der Fusionsprozess konstant bleibt.

$$m_{5\text{Mrd a}} = \frac{m}{1\text{s}} \cdot t = \frac{4,3 \cdot 10^9 \text{ kg}}{1\text{s}} \cdot 5 \cdot 10^9 \cdot 365 \cdot 24 \cdot 3600\text{s} = 6,78 \cdot 10^{26} \text{ kg}$$

Für das Verhältnis gilt also:

$$\frac{m_{5\text{Mrd a}}}{m_{\odot}} = \frac{6,78 \cdot 10^{26} \text{ kg}}{1,9889 \cdot 10^{30} \text{ kg}} = 3,4 \cdot 10^{-4} \approx \frac{1}{3000}$$