



## ENERGIEGEWINNUNG DER SONNE

Die Sonne strahlt seit ihrer Entstehung vor ca. 5 Mrd. Jahren riesige Mengen an Energie in den Weltraum ab. Man kann davon ausgehen, dass die Leuchtkraft der Sonne in den vergangenen 1 Mrd. Jahren annähernd gleich war.

1. Berechnen Sie die Energie, die in diesem Zeitraum von der Sonne abgestrahlt wurde.

$$E = L_{\odot} \cdot t = 1,2 \cdot 10^{43} \text{Ws}$$

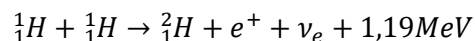
Nach Albert Einsteins Erkenntnissen besteht zwischen Masse und Energie folgender Zusammenhang:  $E = m \cdot c^2$

2. Berechnen Sie damit den Masseverlust  $\Delta m$  der Sonne je Sekunde.

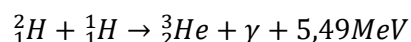
$$\Delta m_{\odot} = \frac{E}{c^2} = \frac{L_{\odot} \cdot t}{c^2} = \frac{3,85 \cdot 10^{26} \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-3} \cdot 1 \text{s}}{9 \cdot 10^{16} \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}} = 4,28 \cdot 10^9 \text{kg}$$

Nur die Kernfusion erlaubt eine solche Energiefreisetzung über einen Zeitraum von 5 Mrd. Jahren.

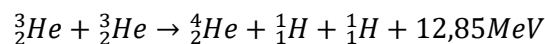
Dabei werden zunächst zwei Protonen zu einem Deuteron verschmolzen, wobei ein Proton in ein Neutron umwandelt. Es werden ein Positron und ein Neutrino freigesetzt:



Anschließend verschmilzt unter Aussendung eines Gammaquants das Deuteron mit einem Proton zu einem Helium-3-Kern:



In einem dritten Schritt wird aus zwei Helium-3-Kernen ein Helium-4-Kern. Dabei entstehen zwei freie Protonen:



Bei dieser Fusion wird eine Energie von 26,21 MeV frei. Zusätzlich haben die beiden frei werdenden Neutrinos einen Energiebetrag von 0,51 MeV, den sie jedoch ohne Wechselwirkung mit der Sonnenmaterie mit in den interplanetaren Raum nehmen und somit nicht zur Leuchtkraft beitragen.

3. Berechnen Sie den Massendefekt, der der Energiefreigabe bei der Proton-Proton-Reaktion entspricht.

$$\Delta m = \frac{\Delta E}{c^2} = \frac{26,72 \cdot 10^6 \text{kg} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{s}^{-2}}{\left(3 \cdot 10^8 \frac{\text{m}}{\text{s}}\right)^2} = 4,76 \cdot 10^{-29} \text{kg}$$