

Astronomie I  
Beispiel 20  
KENN Michael, 8725258  
18. Dezember 2009

**Energieumsatz im Zentrum der Sonne :**

Die Energieproduktion der Sonne erfolgt im Kern ( $R_k = \frac{1}{4}R_\odot$ ). Aus dem Sonnenradius  $R_\odot = 6.957 \cdot 10^8$  Meter ergibt sich ein Kernvolumen von  $V_k = 2.204 \cdot 10^{28}$  Liter. Die Leuchtkraft der Sonne beträgt  $L_\odot = 3.846 \cdot 10^{26}$  Watt. Der Energieumsatz  $U$  ist demnach

$$U = \frac{L_\odot}{V_k} = 0.017 \text{ W/l}$$

und liegt somit deutlich unter dem des menschlichen Körpers von ca. 1 W/l.

**Nukleare Zeitskala für Hauptreihensterne :**

Die nukleare Zeitskala  $\tau_{nuc}$  errechnet sich aus

$$\tau_{nuc} = \frac{\text{Gesamtenergieproduktion}}{\text{Leuchtkraft}}$$

Für die Leuchtkraft  $L$  und die Masse  $M$  gilt für Hauptreihensterne

$$\frac{L}{L_\odot} \approx \left(\frac{M}{M_\odot}\right)^{3.5}$$

Die Gesamtenergieproduktion errechnet sich nach Einsteins Formel aus

$$\text{Gesamtenergieproduktion} = \text{Umgewandelte Masse} \cdot c^2$$

Der Massendefekt beim Wasserstoffbrennen beträgt etwa 0.7%. Ferner werden im Laufe eines Sternlebens nur etwa 10% Wasserstoff zu Helium verbrannt. Es gilt deshalb

$$\text{Umgewandelte Masse} = 0.0007 \cdot \text{Wasserstoffgesamtmasse}$$

Zuletzt muß noch der Wasserstoffmassenanteil bei der Sternentstehung einbezogen werden. Dieser beträgt ca. 70% ([1], p16) und es gilt deshalb

$$\text{Wasserstoffgesamtmasse} = 0.7 \cdot \text{Gesamtmasse}$$

Das liefert letztendlich folgende Werte für die nukleare Zeitskala:

	$0.8M_{\odot}$	$M_{\odot}$	$5M_{\odot}$	$10M_{\odot}$	$30M_{\odot}$
<i>H</i> -Anteil bei Sternentstehung	70%	70%	70%	70%	70%
Gesamtenergieproduktion [J]	$7.008 \cdot 10^{43}$	$8.760 \cdot 10^{43}$	$4.380 \cdot 10^{44}$	$8.760 \cdot 10^{44}$	$2.628 \cdot 10^{45}$
Leuchtkraft [W]	$1.761 \cdot 10^{26}$	$3.846 \cdot 10^{26}$	$1.075 \cdot 10^{29}$	$1.216 \cdot 10^{30}$	$5.688 \cdot 10^{31}$
$\tau_{nuc}$ [s]	$3,979 \cdot 10^{17}$	$2,278 \cdot 10^{17}$	$4,074 \cdot 10^{15}$	$7,203 \cdot 10^{14}$	$4,620 \cdot 10^{13}$
$\tau_{nuc}$ [Myrs]	12609	7218	129	23	1,46

## Literatur

[1] Sternentwicklung - Theorie und Anwendung

[http://www.mpa-garching.mpg.de/lectures/SterneAW/S07\\_1.ps.gz](http://www.mpa-garching.mpg.de/lectures/SterneAW/S07_1.ps.gz)