

## Aufgaben zum Textverständnis

Hier finden Sie eine Ideensammlung, wie man das Textverständnis noch weiter fördern könnte:

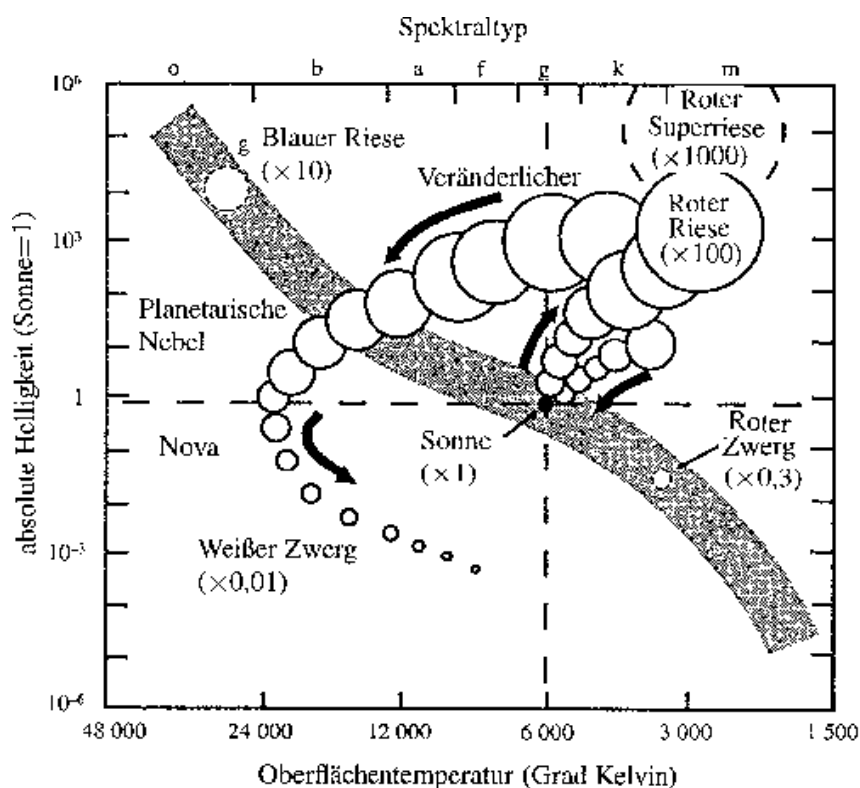
## HR-Diagramm

### Aufgabe:

Trage den Lebensweg der Sonne aufgrund der Textinformationen in das HR-Diagramm ein.

### Lösung:

(Dieses Diagramm ist detaillierter als der Artikel!)



## Keine Scherzfrage: Ist es im Sonneninneren hell oder dunkel?

### Antwort:

Interessanterweise ist das Sonneninnere vollständig dunkel (wenn man denn hineinschauen könnte), da die dort erzeugte Strahlung hochenergetisch ist und damit weit außerhalb der Wellenlänge des sichtbaren Lichts liegt (Gammastrahlung). Erst auf ihrem Weg zur Oberfläche nimmt die Energie der Strahlung ab: die Photonen stoßen ständig mit den Teilchen des Plasmas zusammen und werden dabei immer wieder absorbiert und re-emittiert. Sie bewegen sich auf einer völlig zufälligen Bahn und diffundieren dabei Richtung Sonnenoberfläche. Statistisch gesehen benötigt ein solches Photon etwa 10 Millionen Jahre, um die Sonne zu verlassen. Bei jedem Zusammenstoß in der Strahlungszone nimmt die Strahlungsenergie des Photons ab und seine Wellenlänge nimmt zu. Erst in der Photosphäre

wird die gesamte vom Sonneninnern erzeugte und aufsteigende Energie als Strahlung in den Weltraum abgegeben. Hier hat die Energie der Strahlungsquanten soweit abgenommen, dass sie für das menschliche Auge sichtbar sind.

## Zeitskalen

### Aufgabe:

Vergleiche die Zeitskalen eines Menschenlebens mit dem eines Sterns:  
Suche im Text die entsprechenden Daten der Sonne heraus.

Ein Menschenleben dauert ca. 80 Jahre, seine Entwicklung nochmals  $\frac{3}{4}$  Jahre. Davon nehmen ein Schwangerschaft/Geburt:  $\frac{3}{4}$  Jahr (= 1%), Kind: 18 Jahre (=22,2 %), Erwachsener: 62 Jahre (=76,8 %)

### Lösung:

Aus dem Text ergibt sich für die Sonne eine Lebensdauer von 10 Mrd. Jahren.  
Geburt: 30 Mio Jahre, davon 10 Mio Jahre vom Protostern zum Stern, das heißt Kontraktion der Wolke bis zu Protostern 20 Mio Jahre (= 0,2%) und vom Protostern zum Stern 10 Mio Jahre (= 0,1 %), Hauptreihenstadium: 8,8 Mrd Jahre (ca. 89,8 %), Endstadium: 1 Mrd. Jahre (=10%), davon 200 Mio Jahre als Roter Riese(=2%).

## Verweilzeit der Sonne auf der Hauptreihe

Die Strahlungsleistung der Sonne beträgt  $L = 3,82 \cdot 10^{26} \text{ W}$ . Sie wird geliefert aus der Kernfusion  $4p \rightarrow {}^4_2\text{He}$ . Pro Einzelreaktion steht im Mittel die Energie  $\Delta E = 4,1 \cdot 10^{-12} \text{ J}$  zur Verfügung. Wenn 10% von anfänglich 70% H in der Sonnenmaterie in He verwandelt sind, wird die Sonne die Hauptreihe verlassen und sich zum Ende ihres Lebens zu einem Roten Riesen aufblähen (siehe Artikel).

### Aufgabe:

Berechne, wie viele Umwandlungsreaktionen pro Sekunde in der Sonne ablaufen.

### Lösung:

$$\frac{L}{\Delta E} = 9,317 \cdot 10^{37} \text{ s}^{-1}$$

Daraus folgt, dass pro Sekunde  $9,317 \cdot 10^{37}$  Reaktionen stattfinden müssen, das entspricht einer Wasserstoffmenge von ca. 620 Mio t, die pro Sekunde in He umgewandelt werden.

### Aufgabe:

Berechne die Verweilzeit  $t_e$  der Sonne auf der Hauptreihe.  
 $M = 1,989 \cdot 10^{30} \text{ kg}$

### Lösung:

$$t_e = \frac{10\% \cdot 70\% \cdot 1,98 \cdot 10^{30} \text{ kg}}{620 \cdot 10^9 \text{ kg s}^{-1}} = 7,1 \text{ Milliarden Jahre}$$

## Unsere Sonne als schwarzes Loch?

Aus unserer Sonne wird nie von selbst ein Schwarzes Loch werden, dafür hat sie viel zu wenig Masse. Aber was wäre, wenn man ein wenig nachhelfen könnte?

### Aufgabe:

Auf welchen Durchmesser müsste unsere Sonne oder auch unsere Erde zusammengedrückt werden, damit sie zu einem Schwarzen Loch würde? Denke daran, dass bei einem Schwarzen Loch selbst Licht nicht mehr entweichen kann.

$M = 1,989 \cdot 10^{30}$  kg, Lichtgeschwindigkeit  $c = 2,9979 \cdot 10^8$  m/s

### Lösung:

Soll ein Körper das Gravitationsfeld des Zentralkörpers verlassen, so muss er die folgende Geschwindigkeit erreichen (2. kosmische Geschwindigkeit):

$$v = \sqrt{2\gamma \frac{M}{R}}$$

Ein Schwarzes Loch hat ein so großes Gravitationsfeld, dass selbst Licht nicht mehr entweichen kann. Daher wird  $v = c$ . Nach  $R$  aufgelöst ergibt sich etwa  $R = 3$  km.

Die Erde müsste auf 9 mm schrumpfen.