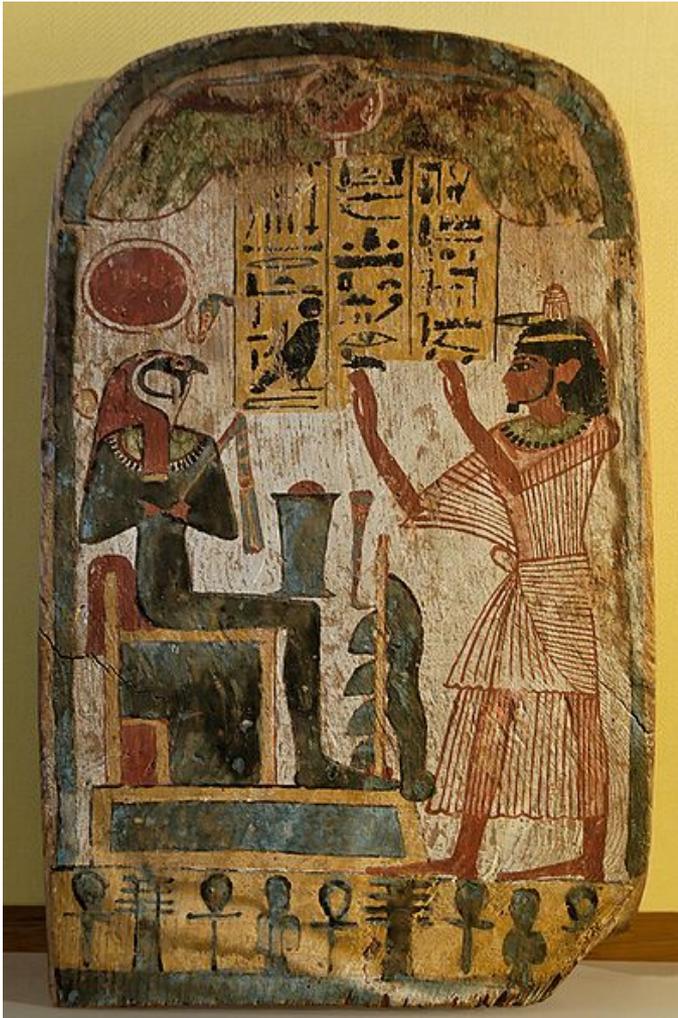


# Unsere Sonne

1. Historische Einleitung
2. Energieerzeugung in der Sonne
3. Hans Bethe
4. Sonnenneutrinos
5. Aufbau der Sonne, einschl. Sonnenoberfläche
6. Gustav Kirchhoff
7. Entwicklung der Sonne
8. Stern von Bethlehem

# Die Sonne in Religion und Kunst



Altägyptische Darstellung des Sonnengotts



Sonnenwagen von Trundholm (1400 v. Chr.)



Himmelscheibe von Nebra (ca. 1900 v. Chr.)

## Wichtige Größen der Sonne:

Scheinbarer Durchmesser: 32 Bogenminuten,

Abstand zur Erde: 150 Millionen km,

Durchmesser: 1,4 Millionen km = 109 Erddurchmesser,

Masse:  $m_{\odot} = 2 \cdot 10^{30}$  kg = 330 000 Erdmassen

Solarkonstante:  $S = 1,4$  kW/m<sup>2</sup>

Leuchtkraft:  $L = 4 \cdot 10^{26}$  W,

Oberflächentemperatur:  $T_{\text{eff}} \approx T_{\text{F}} \approx 6000$  K,

Alter:  $4,5 \cdot 10^9$  Jahre,

chemische Zusammensetzung: im Wesentlichen Wasserstoff und Helium

## Physikalische Gesetze:

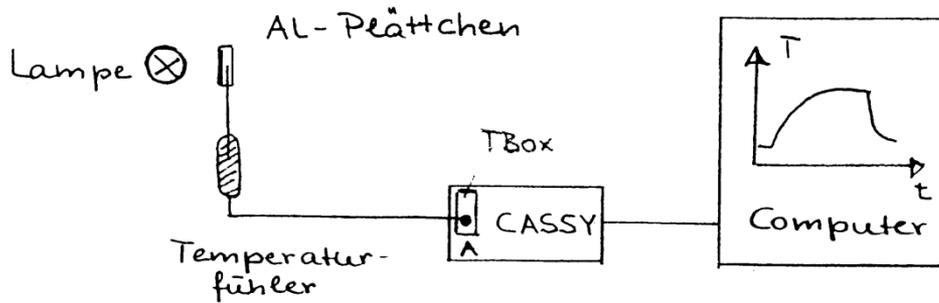
Wiensches Verschiebungsgesetz:  $\lambda_{\text{max}} \cdot T \approx 3000 \mu\text{m} \cdot \text{K}$

Stefan-Boltzmannsches Gesetz: Leuchtkraft  $L = \sigma \cdot A \cdot T^4$  oder Intensität  $I = L/A = \sigma \cdot T^4$

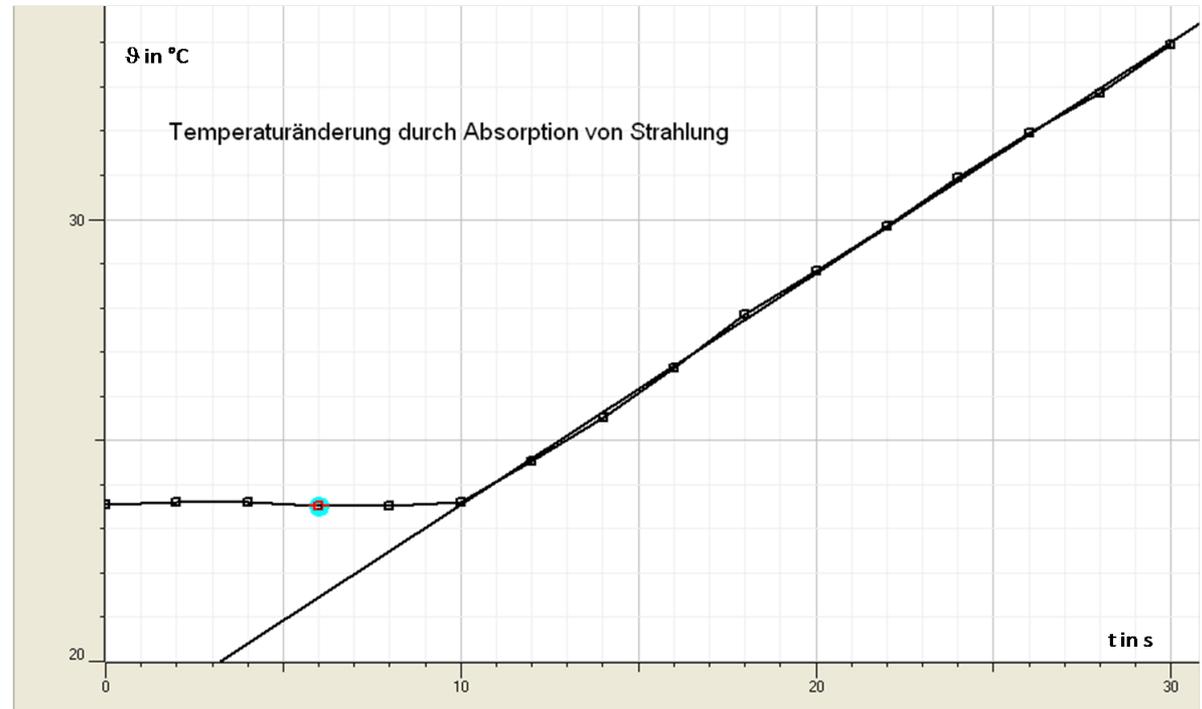
Gravitationsgesetz:  $F_{\text{G}} = f_{\text{G}} \cdot m \cdot M/R^2$

3. Keplersches Gesetz:  $a^3/T^2 = \text{konst.}$

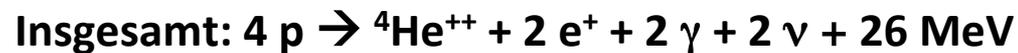
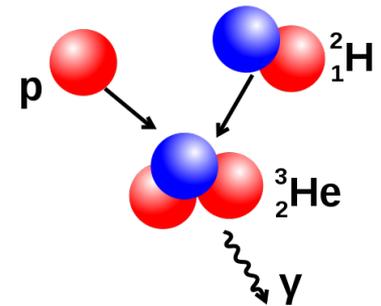
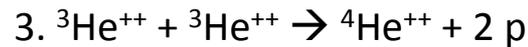
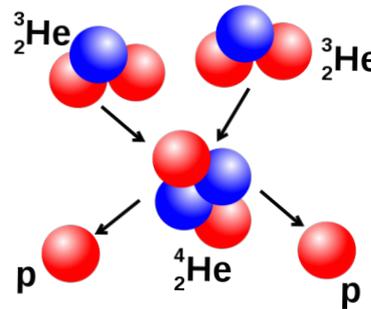
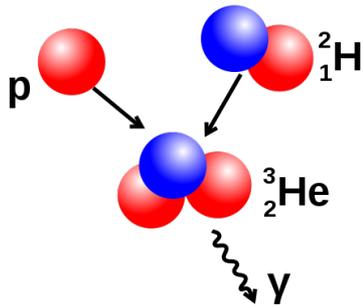
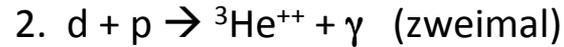
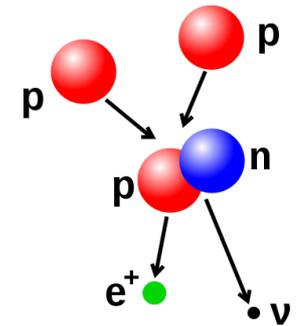
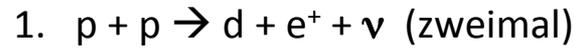
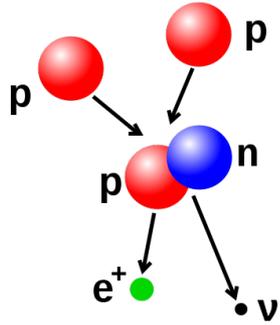
# Messung der absorbierten Strahlungsleistung



$$P_{\text{abs}} = c \cdot m \cdot \Delta\theta / \Delta t + P_{\text{out}}$$



# Die drei Schritte der Fusion von vier Protonen zu einem Heliumkern



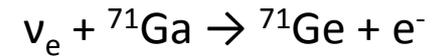
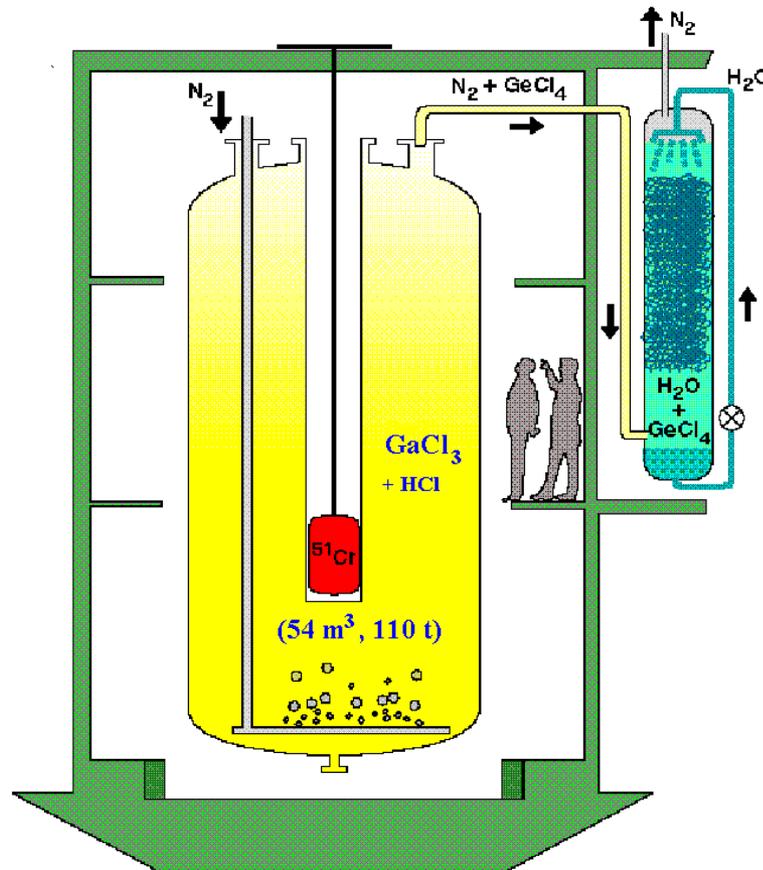
## Hans Bethe (1906 – 2005)



*"Sie waren vielleicht überrascht, dass wir aus Ihren zahlreichen Forschungsbeiträgen zur Physik, von denen einige für den Nobelpreis vorgeschlagen wurden, eine ausgewählt haben, die ... Sie nur eine kurze Zeit Ihres Wissenschaftlerlebens beschäftigt hat."*

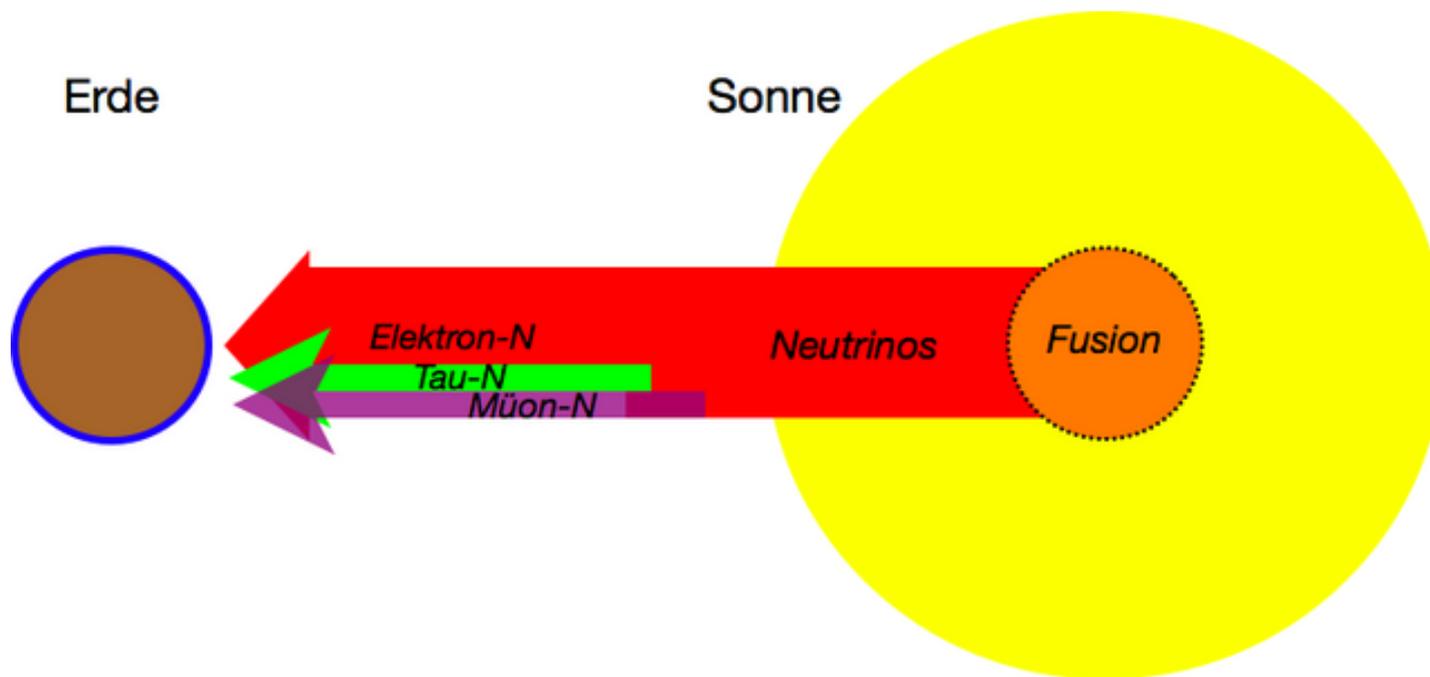
Aus der Laudatio zum Nobelpreis 1967

# Das Heidelberger GALLEX-Experiment zum Nachweis der Sonnenneutrinos

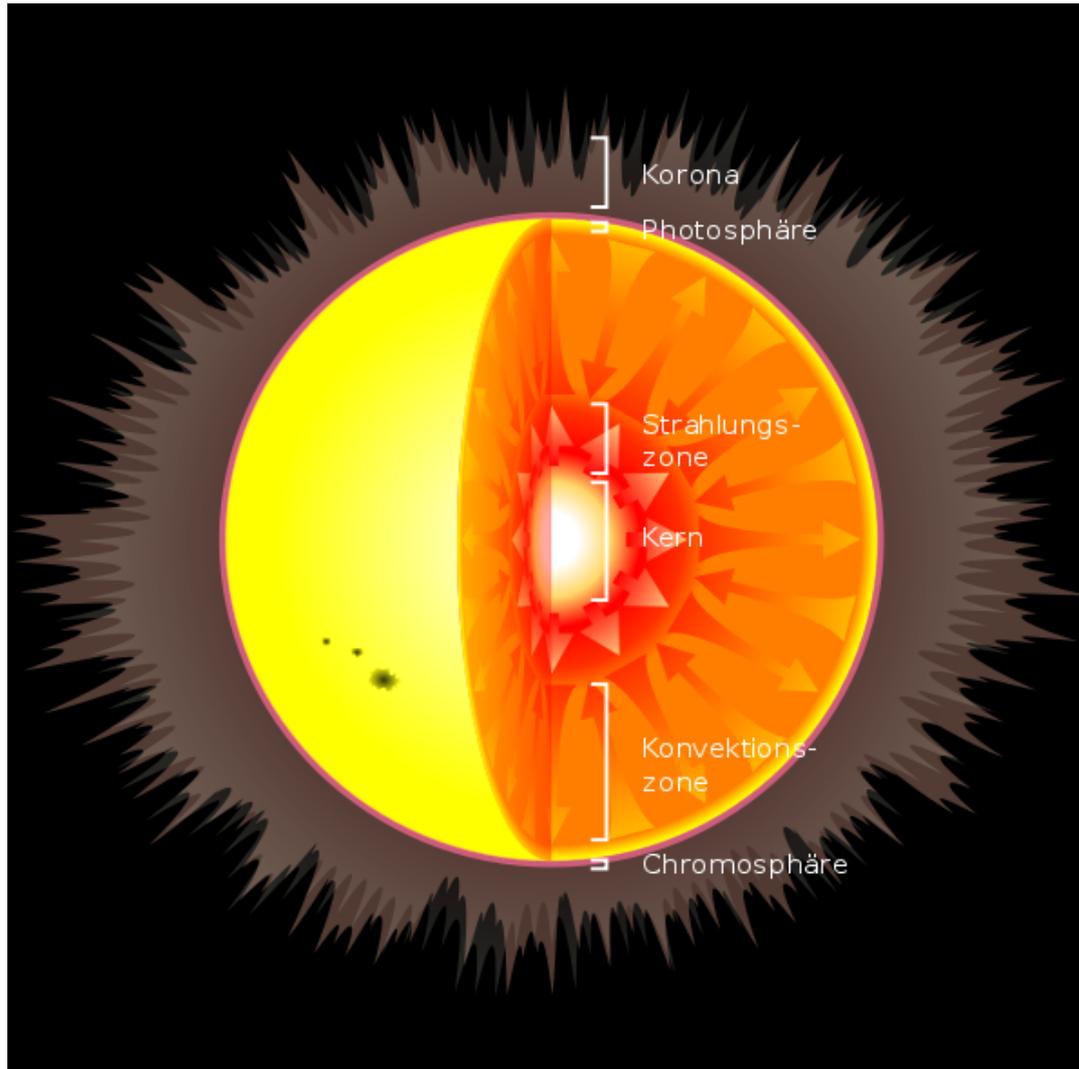


Halbwertszeit des  
Ge-Zerfalls: 11,4 Tage

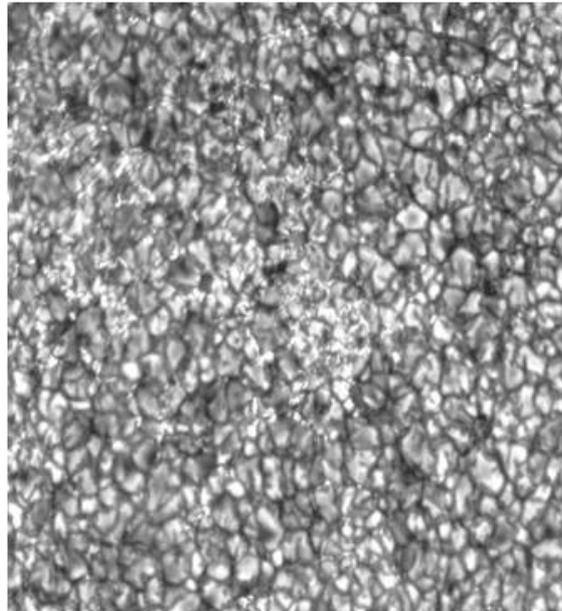
# Oszillationen der Sonnenneutrinos



# Aufbau der Sonne

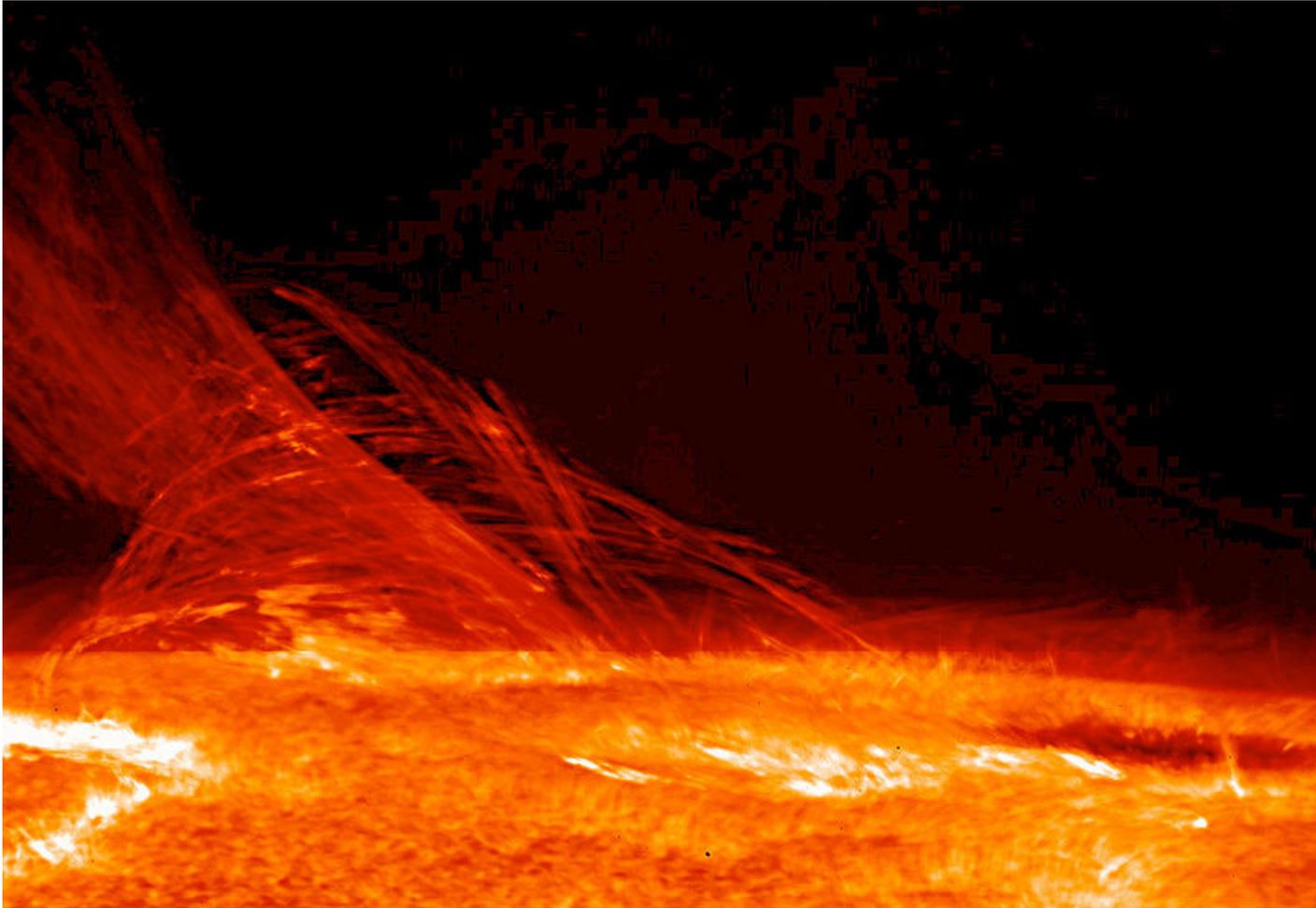


# Granulen auf der Sonnenoberfläche

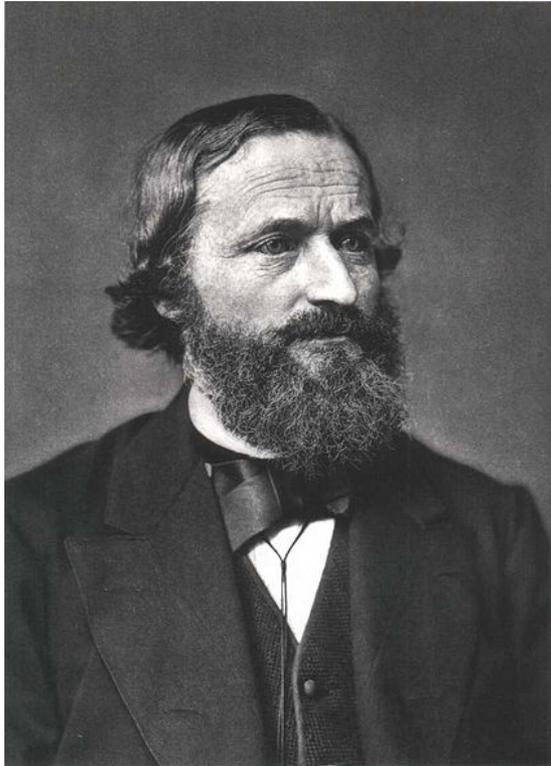


Der Durchmesser einer einzelnen Granule beträgt ca. 1000 km

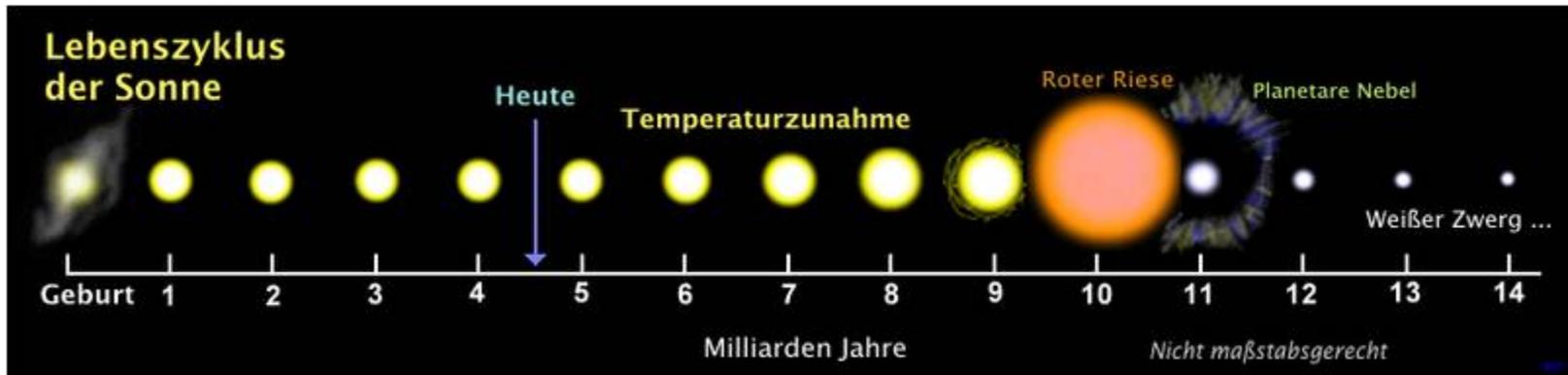
# Sonnenoberfläche mit Granulen, Sonnenfleck und Filamenten



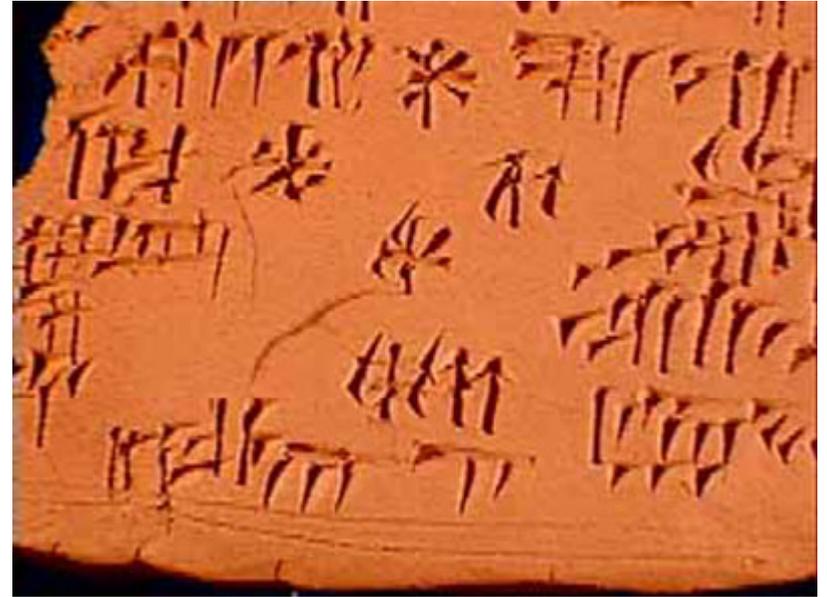
## Gustav Robert Kirchhoff (1824 – 1887)



# Lebenszyklus der Sonne



# Der Stern von Bethlehem



So sahen die Babylonier den Sternenhimmel im November 7 vor Christus in südwestlicher Richtung. Die beiden Planeten Jupiter und Saturn stehen im Sternbild Fische - ein Sternbild, so wie wir es auch heute noch kennen