



# Unsere Sonne

---

Stefan Wallner, MSc

# Parameter der Sonne

Masse:  $1.9891 \pm 0.0012 \cdot 10^{30} \text{ kg} = 1 M_{\odot}$

Radius:  $6.9626 \pm 0.0007 \cdot 10^5 \text{ km} = 1 R_{\odot}$

Leuchtkraft:  $3.844 \pm 0.015 \cdot 10^{23} \text{ kW} = L_{\odot}$

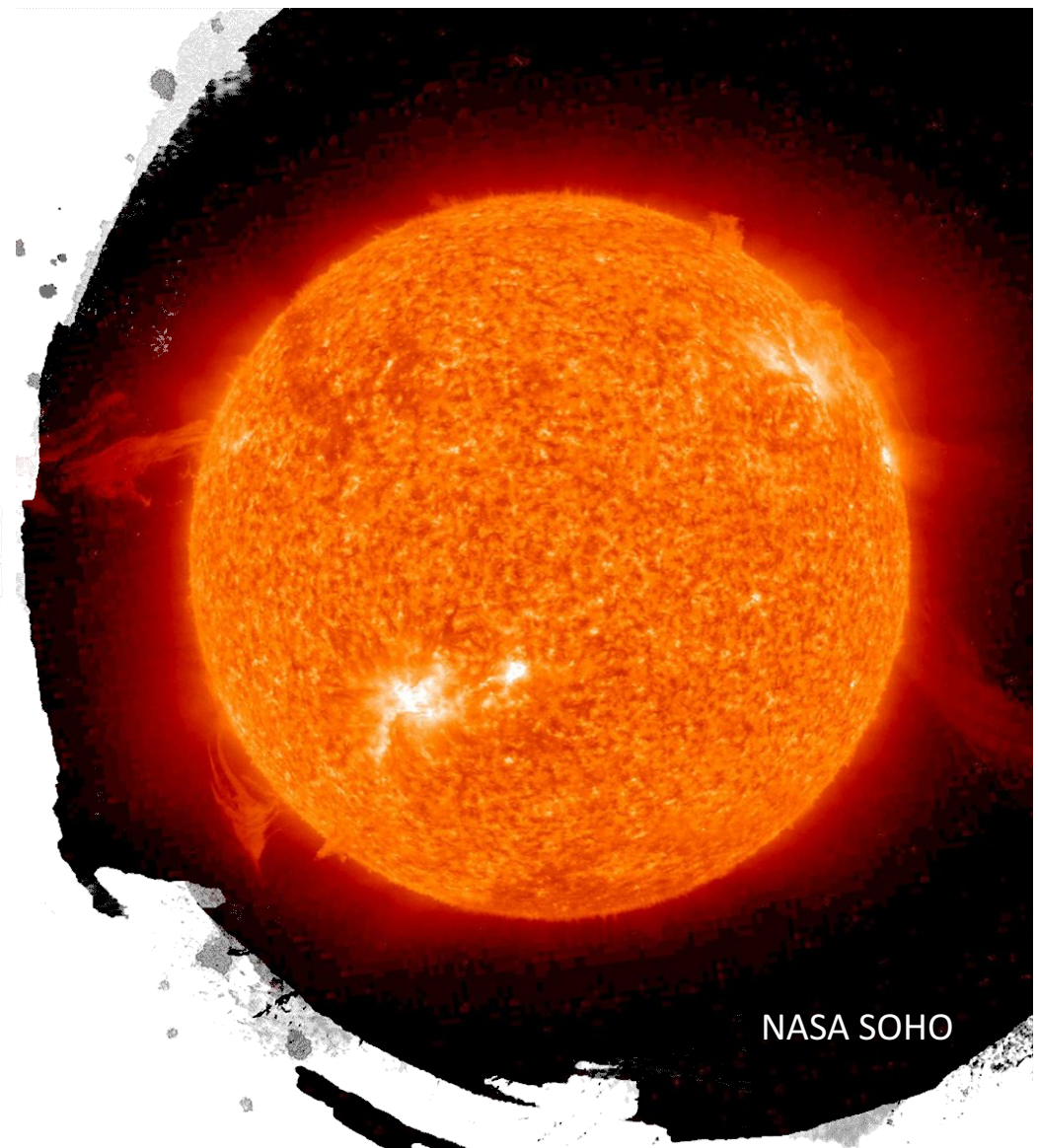
Alter:  $4.57 \pm 0.02 \cdot 10^9 \text{ Jahre} = t_{\odot}$

Chemische Zusammensetzung  
(Massenanteil der jetzigen Sonne):

X, Wasserstoff: 71 %

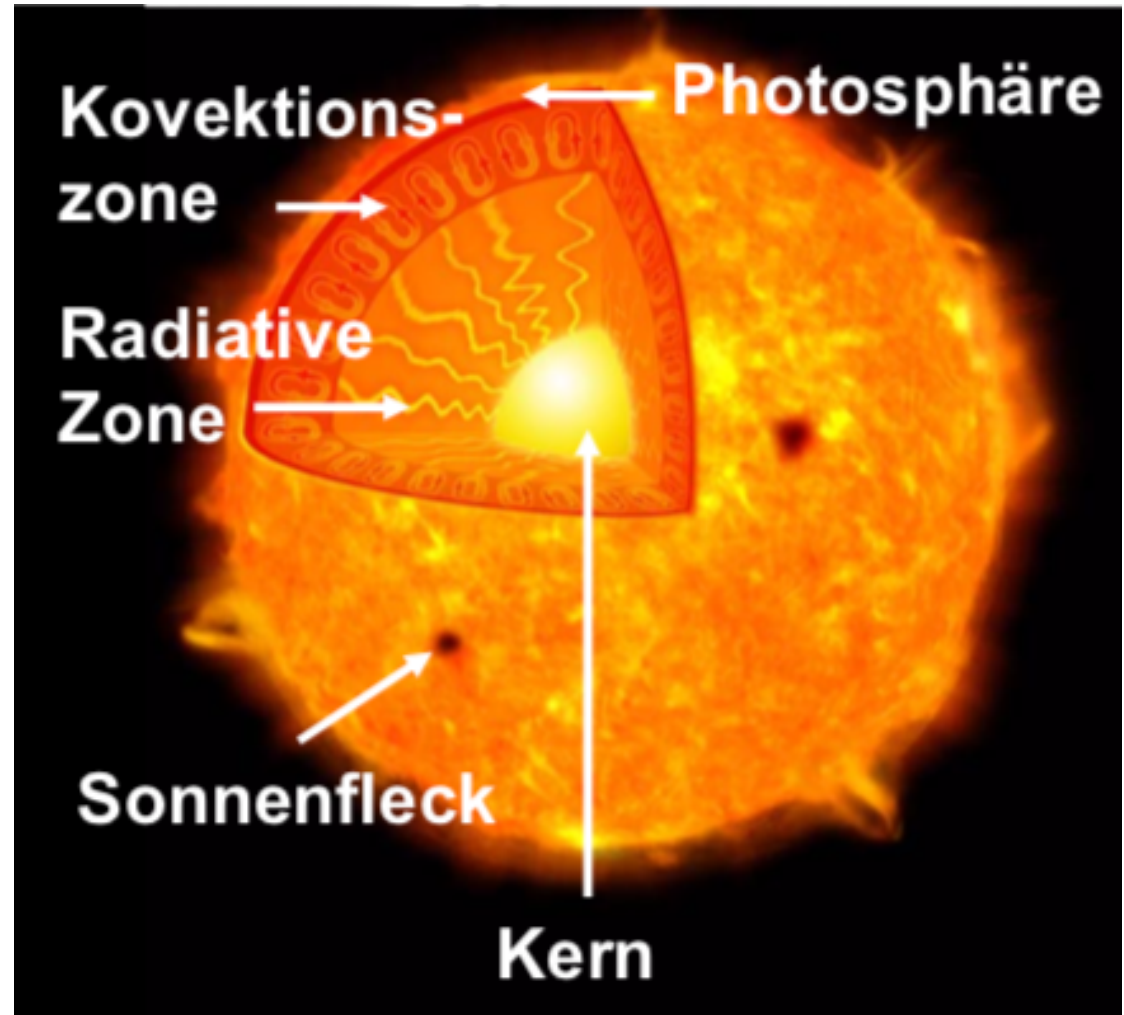
Y, Helium: 27.1 %

Z, schwere Elemente: 1.9 %



# Aufbau der Sonne

---



# Kern

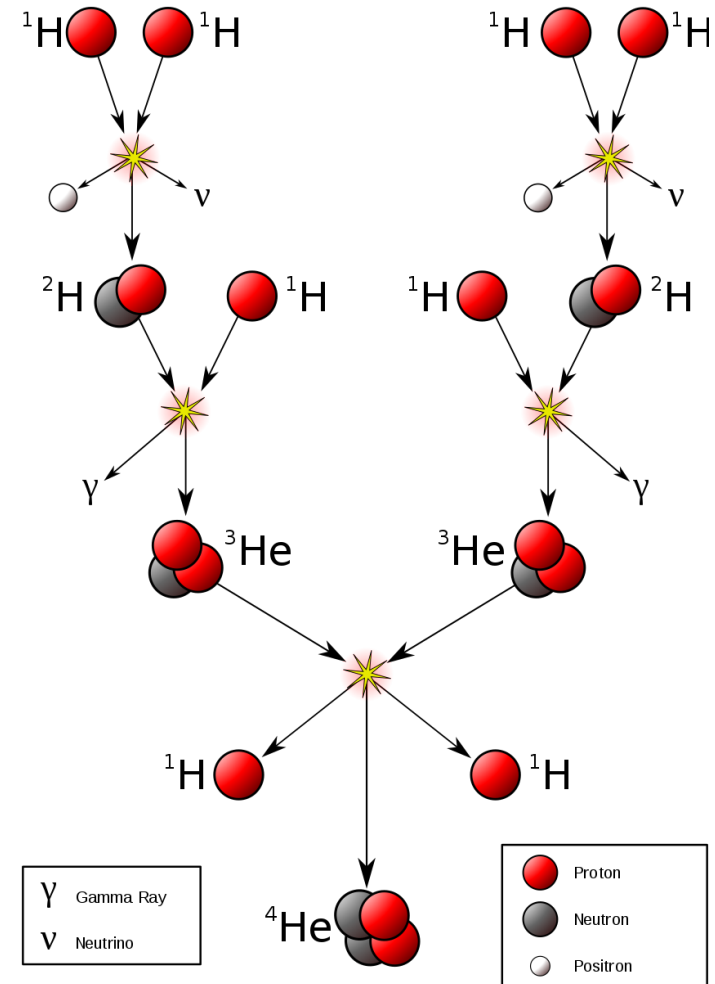
Wasserstoff-Fusion bei Zentraltemperatur von  $15.7 \cdot 10^6$  K

$$R_C = 0.27 R_\odot$$

Energieerzeugung durch "ppl-Kette"

- Proton-Proton-Reaktion
- $^4\text{He}$  besitzt um 0.7 % geringere Masse als  $4 \text{ } ^1\text{H}$  (Massendefekt)
- Energiefreisetzung nach  $\Delta E = \Delta mc^2$
- $10^9$  Jahre, 1 Sekunde,  $10^6$  Jahre

$600 \cdot 10^6$  Tonnen H pro Sekunde zur Deckung der Leuchtkraft  $L_\odot$





# Radiative Hülle

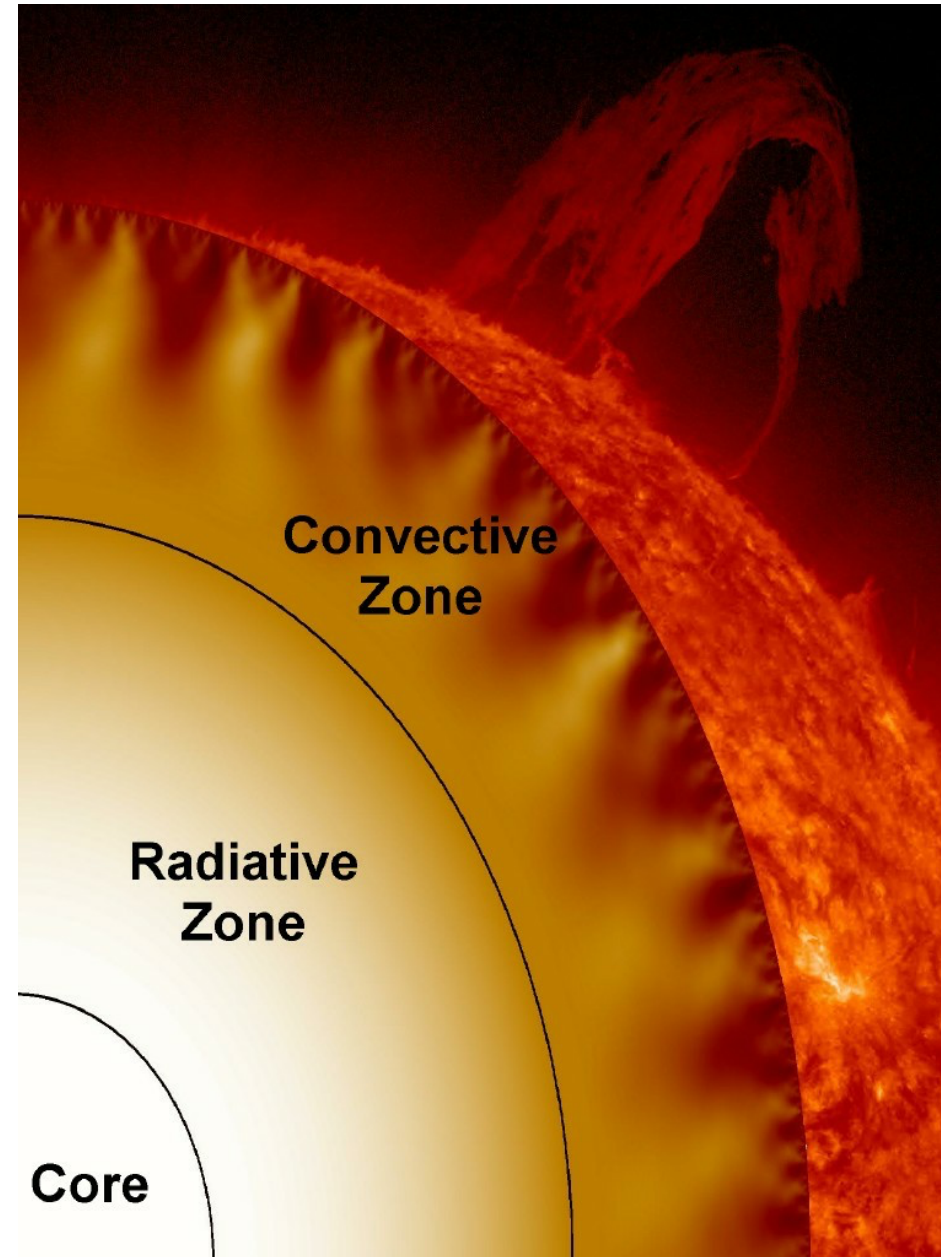
Strahlungszone

Energietransport durch  
Strahlung

bis  $0.7 R_{\odot}$

Temperatur zwischen  $7 \cdot 10^6$  bis  
 $2 \cdot 10^6$  K

Photonen mit "Random Walk"  
bis zur nächsten Schicht



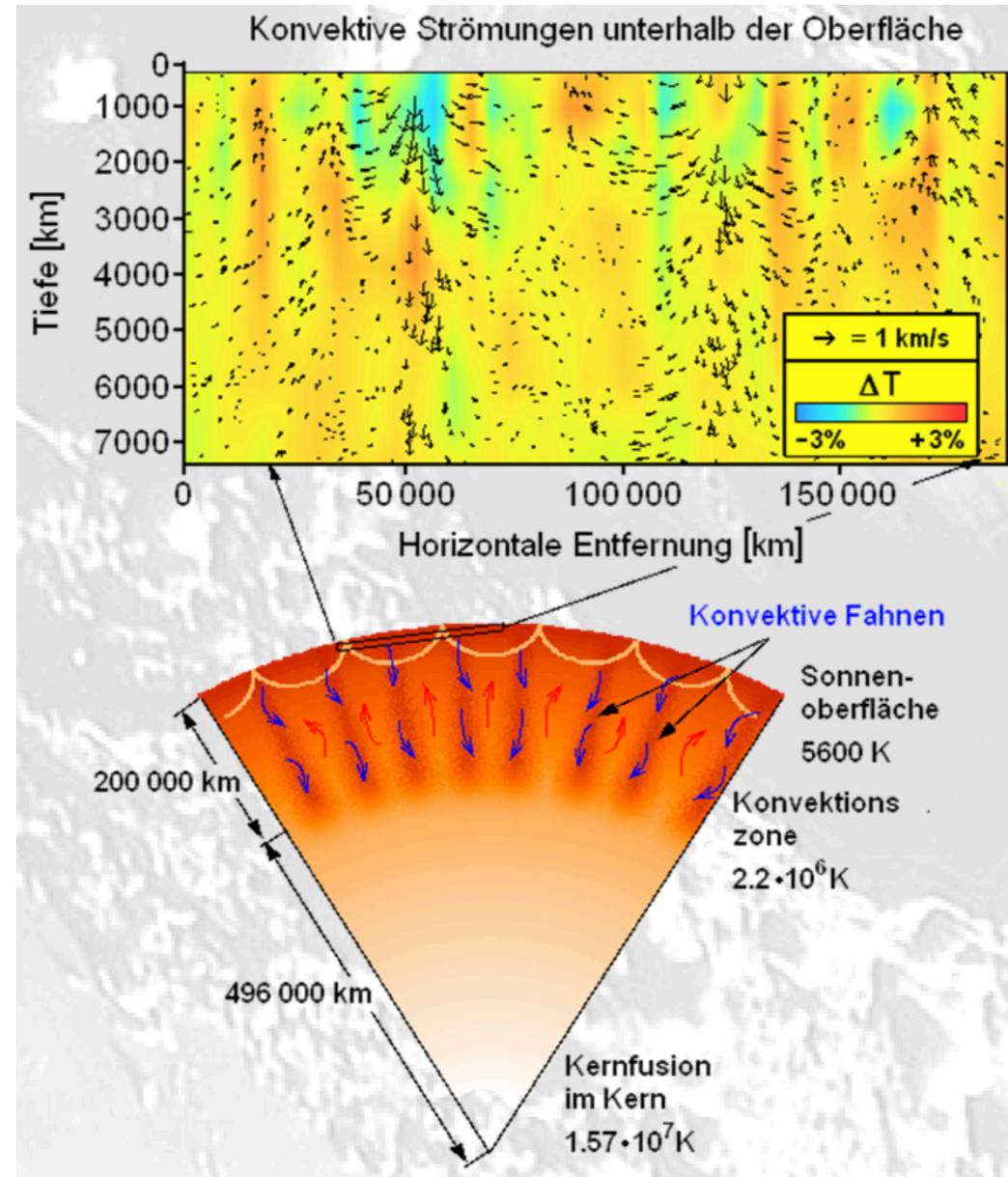
# Konvektionszone

Energietransport durch turbulente Strömungen, Aufsteigen von heißem Gas, Absinken von kühlem Gas

als Granulation an der Oberfläche beobachtbar

Temperaturunterschiede bringen Bewegungen in Gang ("Schwarzschild-Kriterium")

Je nach Masse eines Sterns Konvektion auch im Zentrum möglich



SOHO-Daten, adapt., Ernst Dorfi

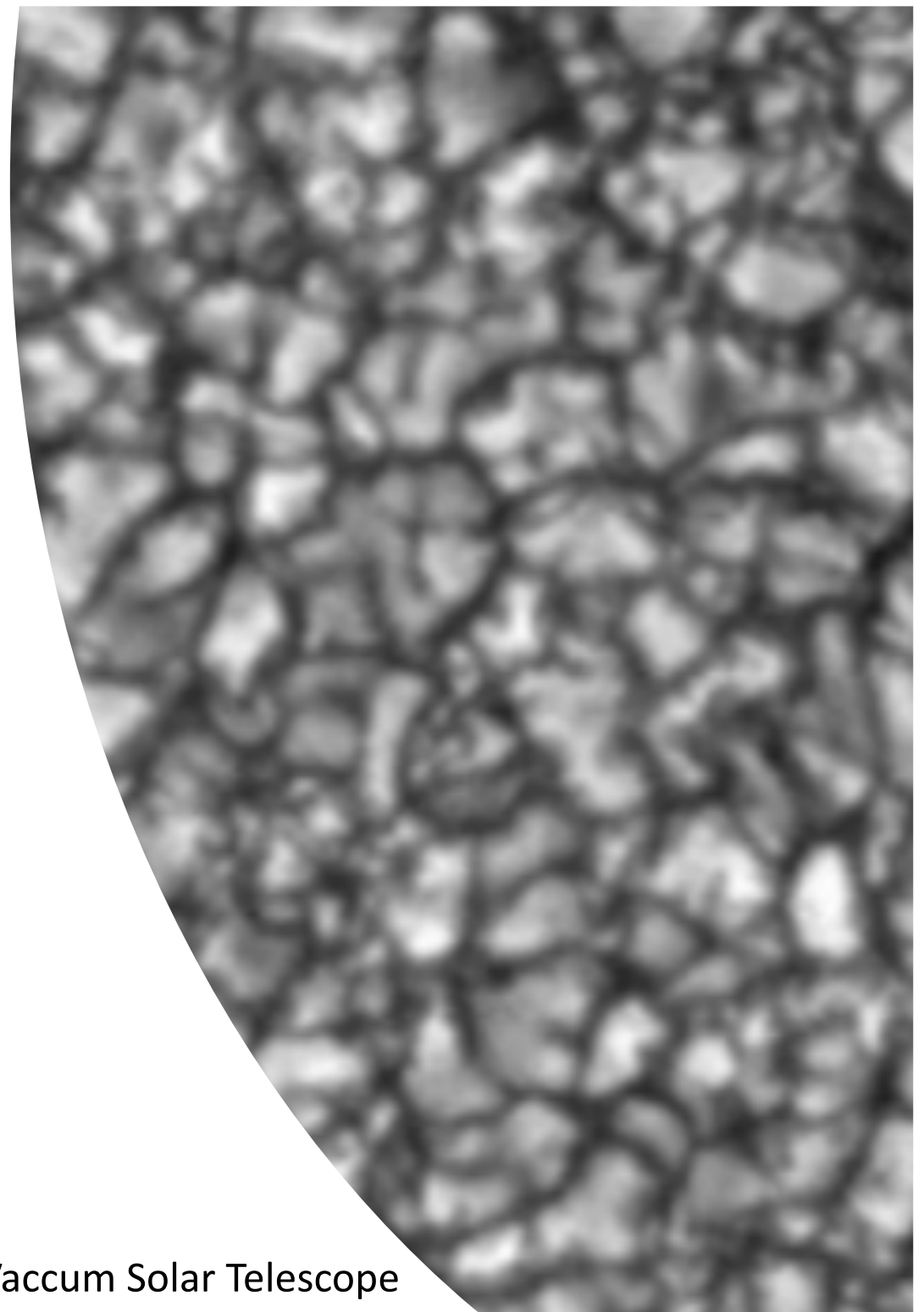
# Photosphäre

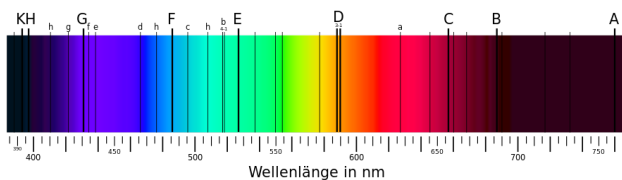
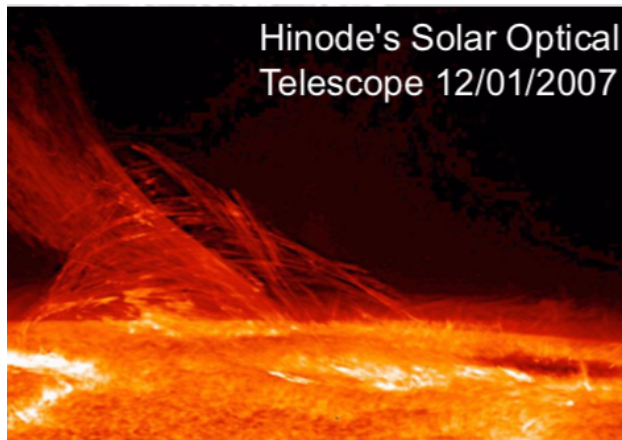
---

Sichtbare Konvektionszellen ->  
Granulation

- ca. 1000km Ausdehnung
- Geschwindigkeit bis zu 7 km/s
- Zeitskala ~20 Minuten
- Temperatur der Schichten:  
6000 – 4000 K,  
innerhalb einer Granule  $t \sim 500$  K
- Supergranulation möglich

Swedish Vacuum Solar Telescope





# Chromosphäre & Korona

---

Übergangsschicht aus H und He, He wird ionisiert

Entstehung von Absorptionslinien in Chromosphäre => Fraunhofer-Linien

Temperatur steigt von 20 000 K bis zur Corona auf  $10^6$  K

in Corona: Heizung durch Dissipation von magnetischen Wellen, solares Streulicht an Elektronen, Übergang zu Sonnenwind



# Sonnenflecken

sichtbare, dunkle Stellen auf Photosphäre

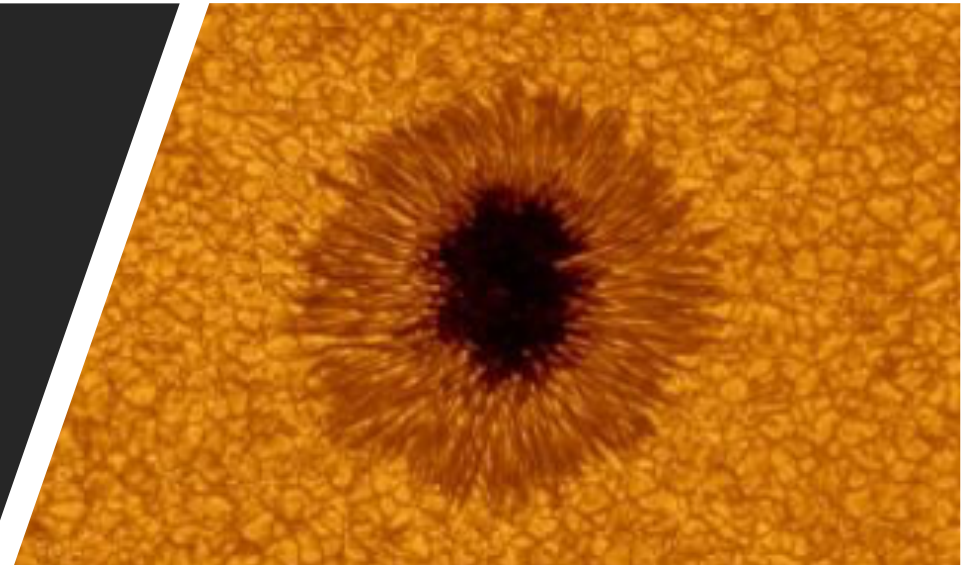
Abstrahlung von weniger Licht, Teil des konvektiven Energieflusses von Magnetfeldern blockiert

Umbra mehr als 1500 K kühler

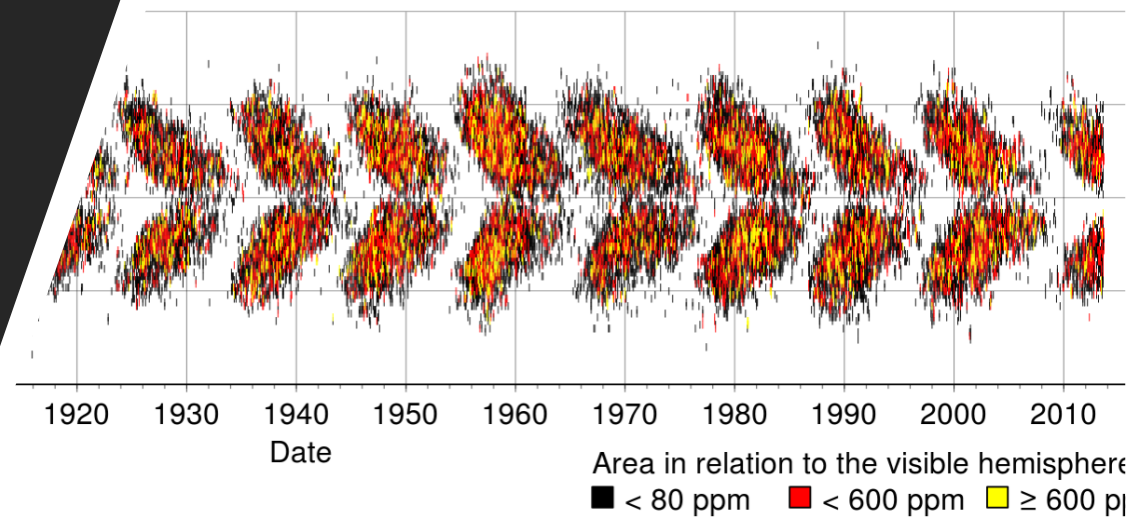
Zeitskala Stunden bis Monate, je größer desto länger

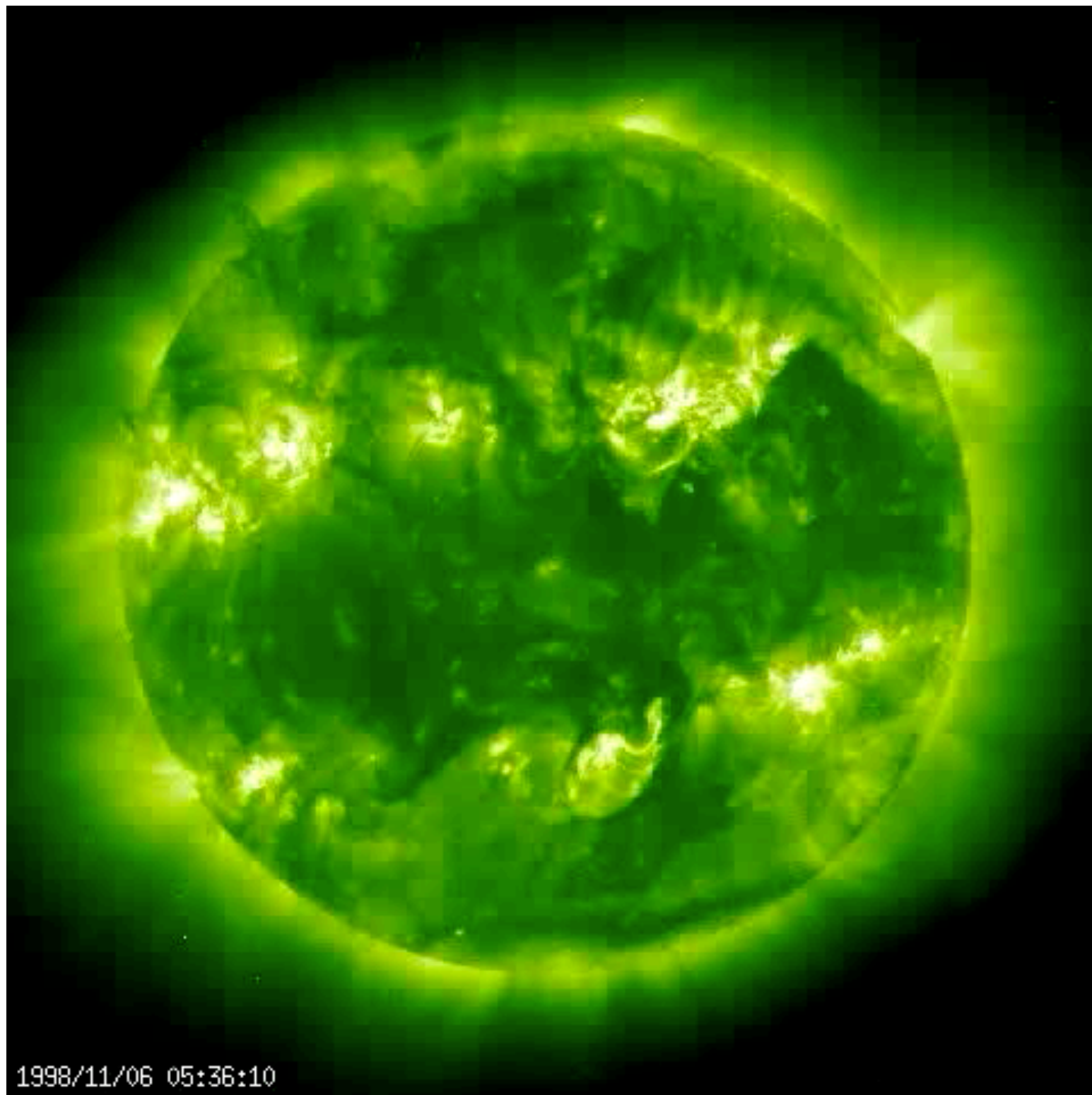
Entstehung bei  $\pm 40^\circ$

Sonnenfleckenzyklus ca. 11 Jahre  
("Schmetterlingsdiagramm")



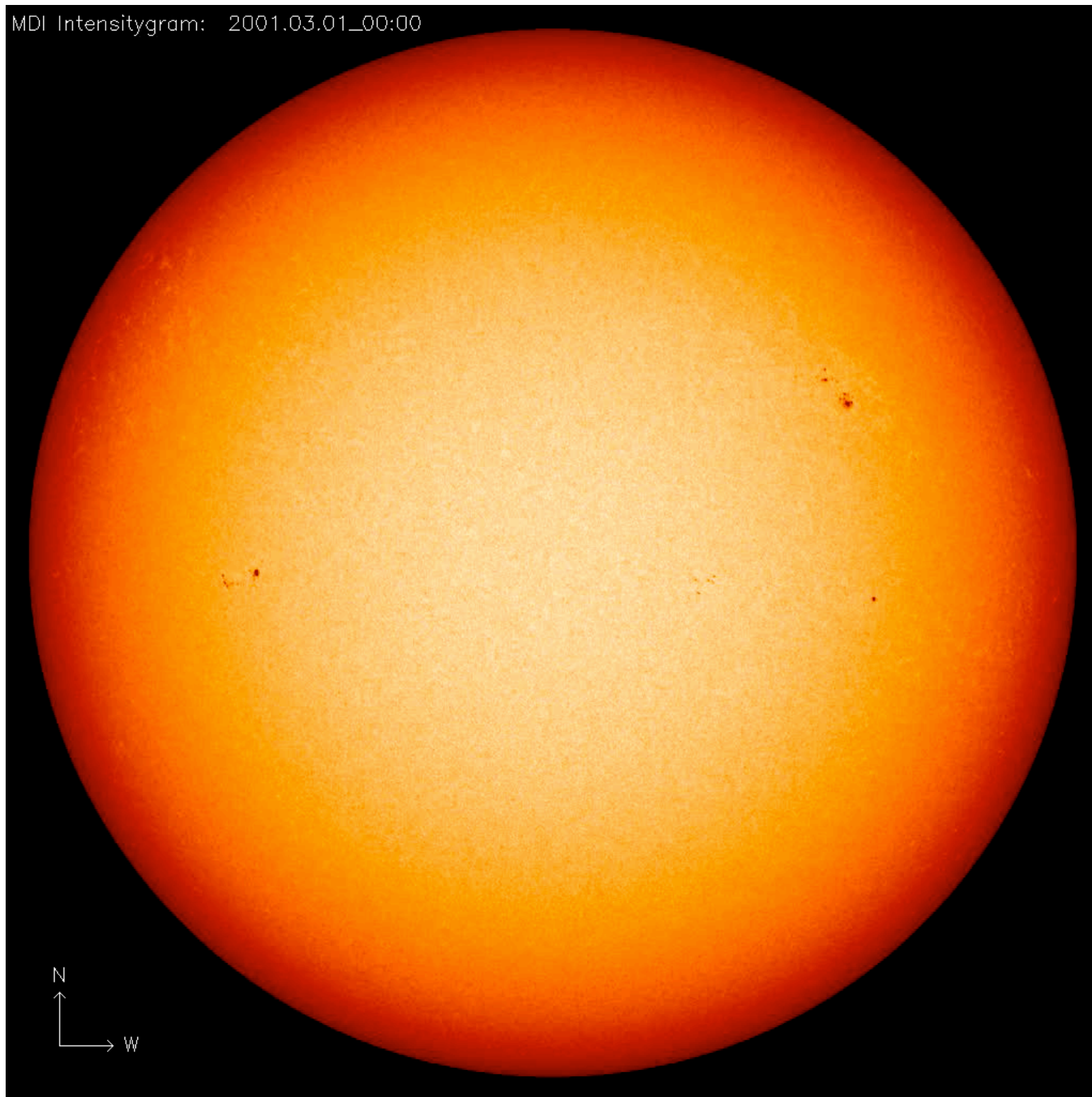
Position and area of sunspots



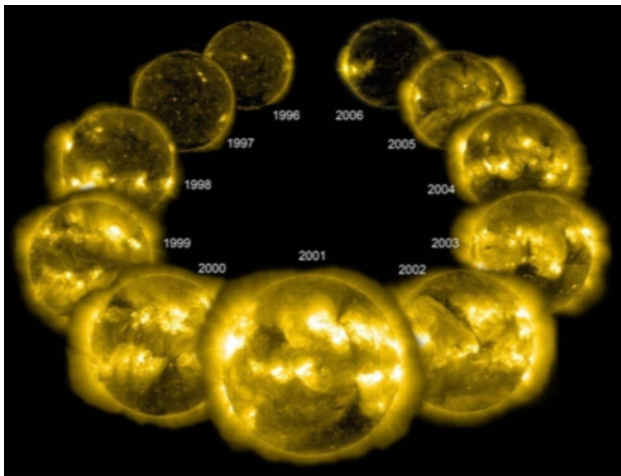
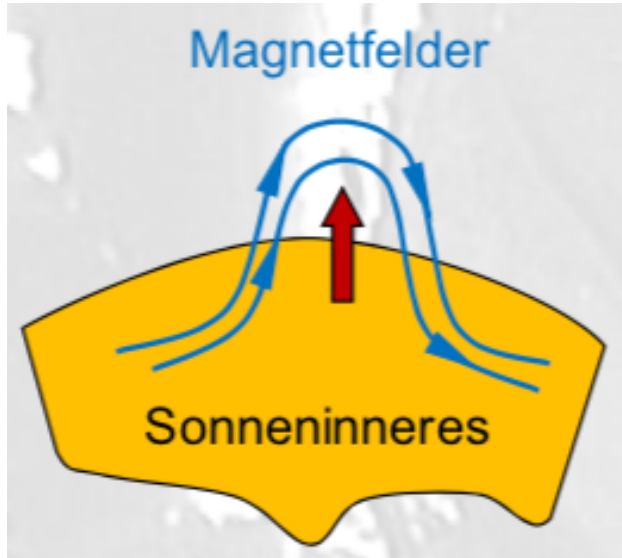


1998/11/06 05:36:10

MDI Intensitygram: 2001.03.01\_00:00



N  
↑  
→ W



# Sonnenaktivität

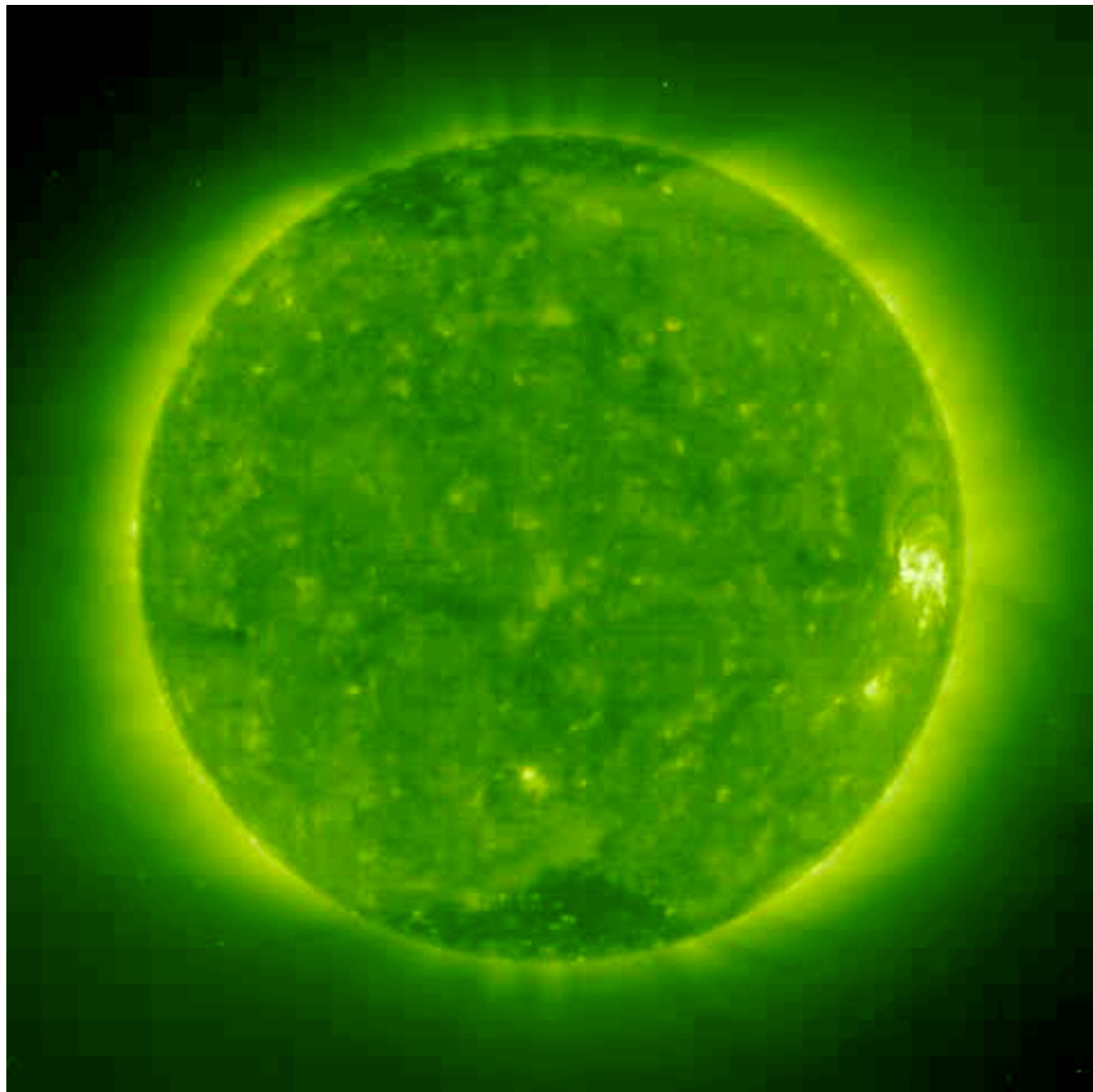
---

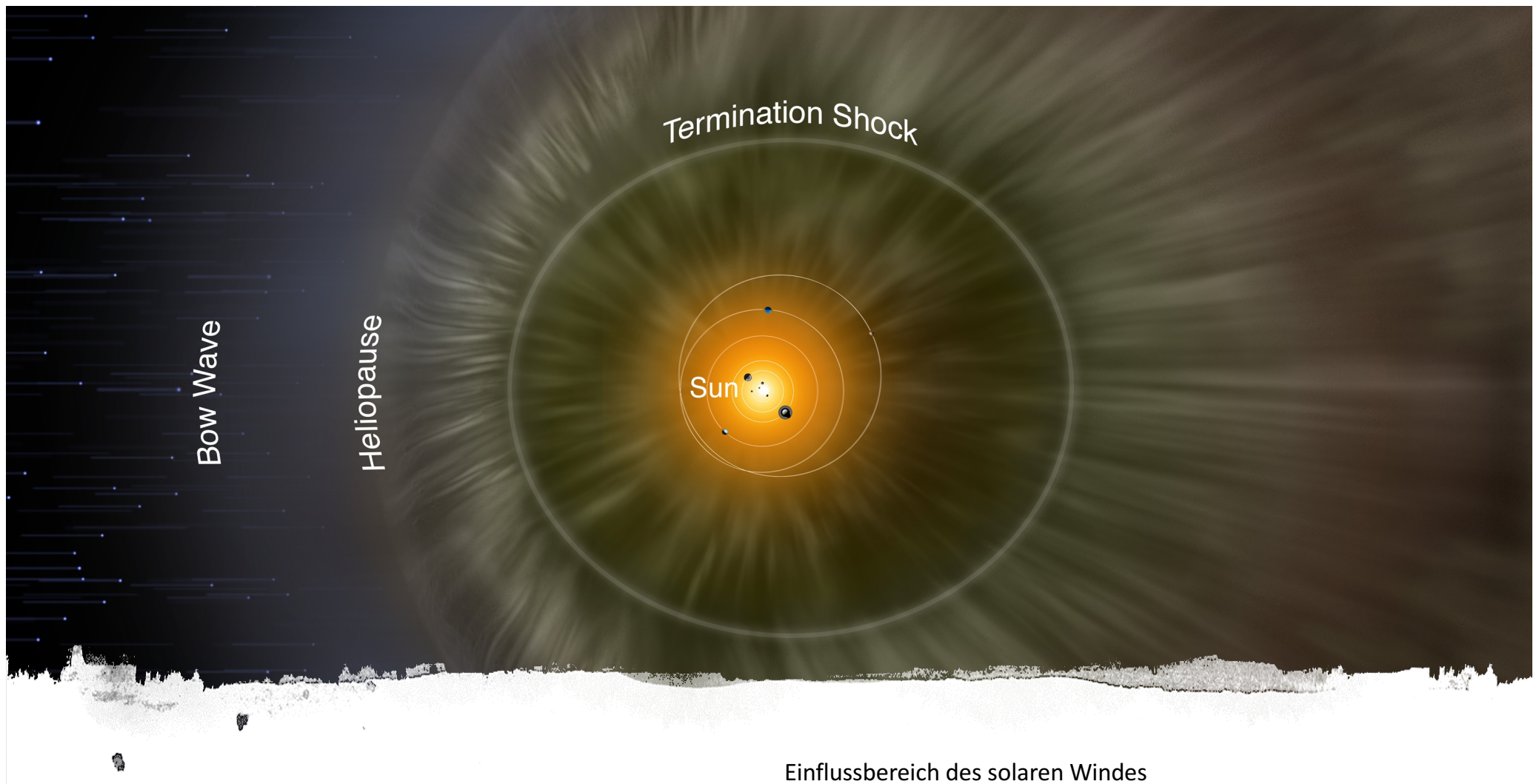
Zyklus aufgrund einer Wechselwirkung zwischen Rotation und Auftrieb von magnetischen "Schläuchen"

Ränder der Konvektionszellen (durch Bewegungen)

Magnetische Aktivität mit mittlerer Periode von  $P=11.2$  Jahren







# Heliosphäre

Einflussbereich des solaren Windes

bis zu 100 Astronomischen Einheiten (AU)

Übergang in das Interstellare Medium

Ionisation und Aufheizung  $T \sim 200\,000\text{ K}$

Vergleich (21.05.2019):

Voyager 1: 144.953 AU

Voyager 2: 120.224 AU

# Beobachtung der Sonne

Benutzung von Sonnenfiltern

H $\alpha$ -Teleskope

Projektionen (Solar Scope)

<https://www.kso.ac.at/index.php>

