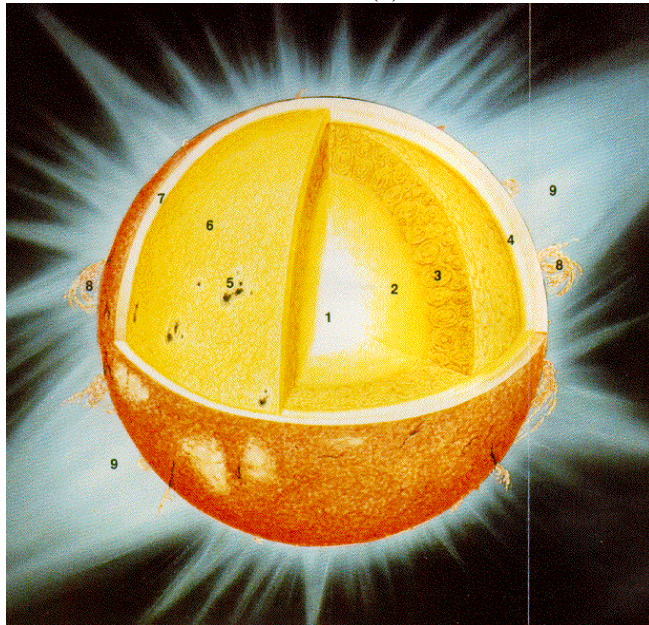


Unsere Sonne ist ein Stern unter etwa 100 Milliarden anderer Sterne im Milchstraßensystem. Sie ist eine selbstleuchtende heiße Gaskugel, welche ihre Energieausstrahlung durch Verschmelzung von Atomkernen deckt. In ihrem Sonnensystem bindet sie 8 Planeten mit zur Zeit mehr als 100 bekannten Monden, etwa 50.000 Planetoiden (größer als 1 km Durchmesser), wovon heute ca. 5.000 mit Bahnelementen bekannt sind sowie etwa  $10^{11}$  geschätzten Kometen und unzähligen Meteoriten.

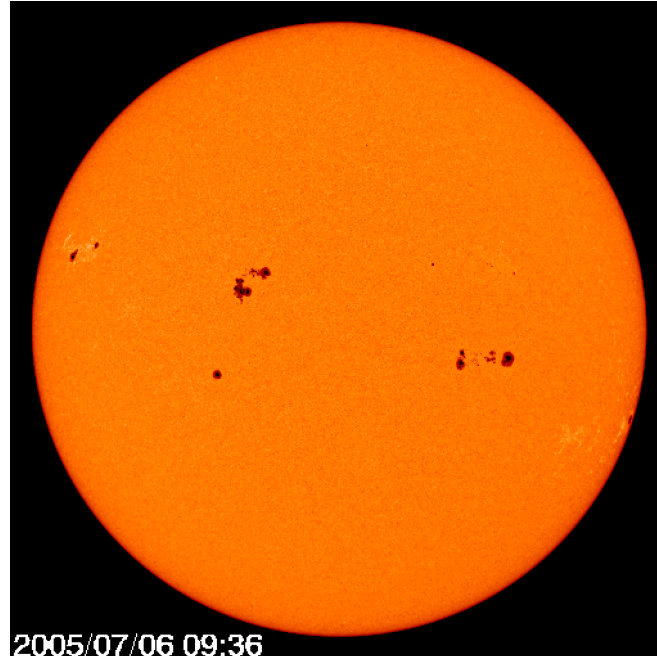
### Aufbau und Energieerzeugung

Die Energieerzeugung der Sonne erfolgt im Kern (1). Die Temperatur von 16 Mio. °C im Kern ermöglicht die Verschmelzung von Wasserstoff zu Helium ( $4\text{ H} \rightarrow \text{He}$ ). Die Sonne fusioniert 4 Mio. Tonnen Wasserstoff pro Sekunde! Der Massenverlust ist etwa 4 Tonnen pro Sekunde. Sie werden nach  $E = mc^2$  in reine Energie verwandelt. Diese Energie wird in der Strahlungszone (2) durch Photonen transportiert (90 % des Sonnenradius). In der folgenden Konvektionszone (3) wird die Energie durch die Wasserstoffatome transportiert. Diese Strömung ist als Granulation (6) in der nur 400 km dicken Photosphäre (4) sichtbar. Dort sind auch die Sonnenflecken (5) zu beobachten. Oberhalb befindet sich die Chromosphäre (7) mit Protuberanzen (8) und weiter außerhalb die Korona (9).

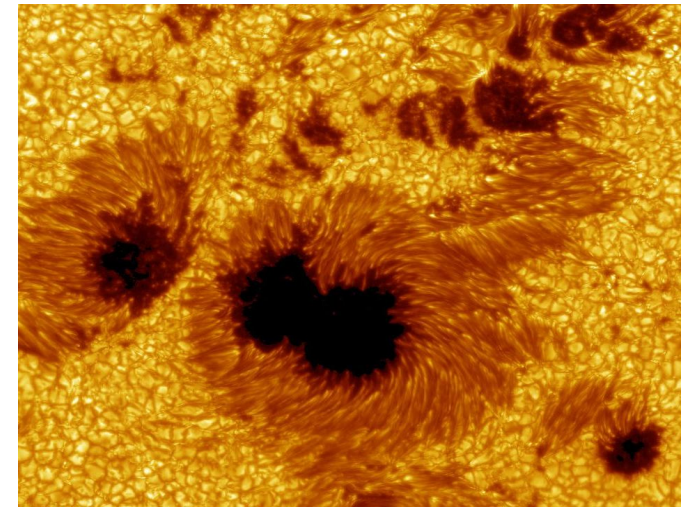


### Die Sonnenoberfläche (Photosphäre)

Die sichtbare Sonnenoberfläche wird Photosphäre genannt. Mit der Erfindung des Fernrohres wurden durch Galilei, Fabricius, Harriot und Scheiner unabhängig voneinander auf der Sonnenoberfläche zeitweilig dunkle Stellen (*Sonnenflecken*) beobachtet. Aus Chroniken der Chinesen ist bekannt, daß bereits vor mehr als 2.000 Jahren dunkle Stellen auf der Sonne beobachtet wurden. Auf ihr sind dunkle Stellen - die Sonnenflecken - sichtbar. Sie sind etwa 1000 °C kühler als die übrige Sonnenoberfläche. Die Sonnenflecken haben im Zentrum (Umbra) eine Temperatur von ca. 4000 °C, im Außenbereich (Penumbra) ca. 5.000 °C.



Die Sonnenflecken werden nach der Züricher Fleckenklassifikation bewertet. Danach gibt es 9 Gruppen von der Klasse A bis J. Die Klassen stellen die Entwicklungsphasen der Flecken entsprechend ihrer Größe und Form dar. Die Sonnenflecken treten einzeln oder als Gruppen auf. Nach etwa 8 - 10 Tagen haben die Flecken aus ihrem Anfang (A oder B) über die Entwicklungsstufen C, D und E ihre maximale Größe (F) erreicht. Nicht alle Flecken durchlaufen jedoch die Stufen E und F. Der Zerfall der Sonnenflecken dauert bis zu mehreren Wochen, und durchläuft die Klassen G bis J. Viele Flecken und Fleckengruppen kommen aber



auch über das Anfangsstadium nicht hinaus, so daß ihre Lebensdauer weniger als 2 Wochen sein kann.

Die längere Beobachtung der Sonnenflecken zeigt ihre Veränderlichkeit und Bewegung auf der Sonnenoberfläche. Galilei erkannte anhand der Flecken, daß die Sonne rotiert. Eine Umdrehung dauert 27 Tage.

Der Apotheker und Amateurastronom Schwabe aus Dessau entdeckte 1843 nach jahrzehntelanger Beobachtungen den periodischen Wechsel in der Häufigkeit der Sonnenflecken. Im Wechsel von 10 Jahren erscheinen einmal sehr wenige, dann aber extrem viele Flecken auf der Sonne. Genauere Untersuchungen durch den Züricher Astronom R. Wolf im 19. Jahrhundert ergaben, dass der Zyklus zwischen den Jahren maximaler Fleckenhäufigkeit etwa 11 Jahre beträgt. Zur Bewertung der Fleckenhäufigkeit führte Wolf die Relativzahl  $R$  ein:

$$R = 10 \cdot g + f$$

f ... alle sichtbaren Flecken  
g ... Anzahl der Fleckengruppen

Die Gruppen werden nicht nach Größe unterschieden, auch ein einzelner Fleck wird als Gruppe gezählt. In Verbindung mit Sonnenflecken, entstehen starke Magnetfelder. Diese sind etwa 1000fach stärker als das ruhige Magnetfeld der Sonne. Durch Messungen wurde die Umpolung des Sonnenmagnetfeldes alle 11 Jahre festgestellt. Ein Zyklus dauert daher 22 Jahre.

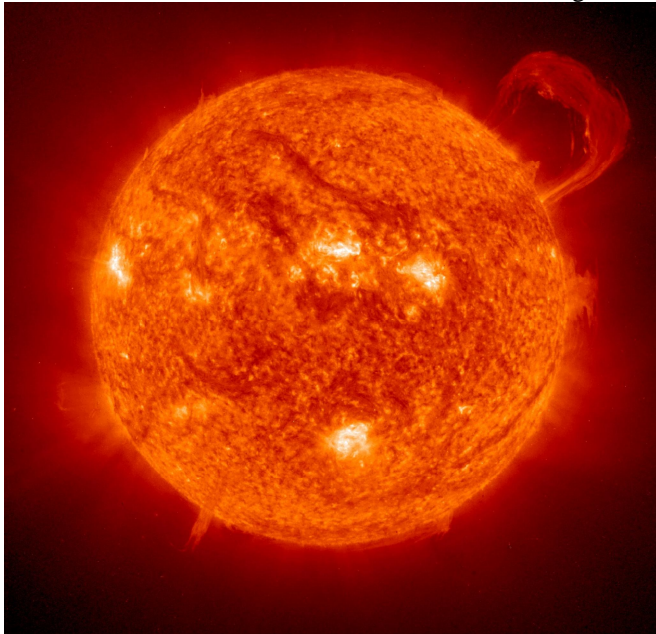
In der Umgebung von Sonnenflecken sind hellere Gebiete zu beobachten, die *Fackeln*. Diese Störgebiete in den höheren Schichten der Photosphäre sind etwa 2000 °C heißer als ihre Umgebung. Fackeln erscheinen bevor sich die Flecken-

gruppe bildet und existiert noch Wochen, nachdem die zugehörige Fleckengruppe verschwunden ist. Fackeln sind am Sonnenrand besonders gut zu beobachten.

### Die Chromosphäre

Oberhalb der Photosphäre befindet sich die Chromosphäre. Sie ist eine Schicht zwischen der Sonnenoberfläche und der Korona. Sie kann im Licht der  $\alpha$ -Linie des Wasserstoffs bei 656,285 nm beobachtet werden - ansonsten nur während einer Sonnenfinsternis am Sonnenrand.

Gaswolken, die in unterschiedlicher Größe und Form aus der Chromosphäre in die Korona reichen, werden *Protuberanzen* genannt. Sie treten meistens in Verbindung mit Sonnenflecken und Fackeln auf und sind zungenartige Lichtbögen über der Chromosphäre. Die heißen Materiewolken haben eine Temperatur bis zu 20.000 °C. Protuberanzen erreichen eine Höhe von etwa 50.000 km, die Lichtbögen eine Länge bis zu 200.000 km sowie eine Dicke von ca. 10.000 km. Es sind jedoch auch schon Protuberanzen beobachtet worden, die Lichtbögen mit einer Länge von 800.000 km sowie Höhen von bis zu 3 Millionen km erreicht haben. Aktive Protuberanzen zeigen jedoch oft innerhalb weniger Minuten dramatische Formveränderungen. Protuberanzen erschienen vor der Sonne dunkel und werden dann *Filamente* genannt.



### Die Korona

Die Sonnenatmosphäre wird als Korona bezeichnet. Sie ist nur bei totalen Sonnenfinsternissen sichtbar. Magnetfelder der Sonne heizen dünnes Gas auf über 2 Mio °C.

### Sonneneruptionen, Sonnenwind und Polarlichter

Über den photosphärischen Fackeln befinden sich in der Chromosphäre die sogenannten *Plages*, oder auch chromosphärische Fackeln genannt. Sie sind besonders heiße, aktive Gebiete. Kurzzeitige extreme Helligkeitsausbrüche in den oberen Bereichen der Photosphäre sowie der Chromosphäre werden als *Eruptionen* oder *Flares* bezeichnet. Flares treten meistens in Bereichen großer Sonnenfleckengruppen auf. Sie haben eine Lebensdauer von wenigen Minuten bis zu einigen Stunden. Flares setzen in den betreffenden begrenzten Gebieten eine Energie von bis zu 100 Milliarden kWh frei. Durch die Flares wird neben dem Licht auch eine elektrisch geladene Teilchenstrahlung erzeugt. Diese Teilchenstrahlung, welche die Sonne mit einer Geschwindigkeit von 300 - 1800 km/s verlässt, bezeichnet man als *Sonnenwind*. Diese erzeugt beim Eintritt in die Magnetosphäre der Erde Polarlichter und zeichnet auch für Störungen im Funkverkehr verantwortlich. Der englische Astronom Carrington beobachtete im Jahre 1859 als erster ein Flare.



### **Impressum**

Astronomische Vereinigung Nürtingen e. V.  
Birkenweg 7, 72622 Nürtingen  
www.sternwarte-nuertingen.de

Redaktion: J. Briesemeister, H.-P. Bauer

Photos: Kanzelhöhe Solar Observatory; Big Bear Solar Observatory; ESA;  
Institute für Solar Physics; Kiepenheuer Institut für Sonnenphysik

Tel.: 07022/33678

mail: avn-ev@t-online.de

1. Auflage Februar 2009

Layout: Jens Briesemeister

# Astronomische Vereinigung Nürtingen (AVN) e.V.



... der Blick zu den Sternen

## Die Sonne Zentralkörper unseres Planetensystems

**NIE DIE SONNE OHNE GEEIGNETEN SCHUTZ  
BEOBACHTEN!**

