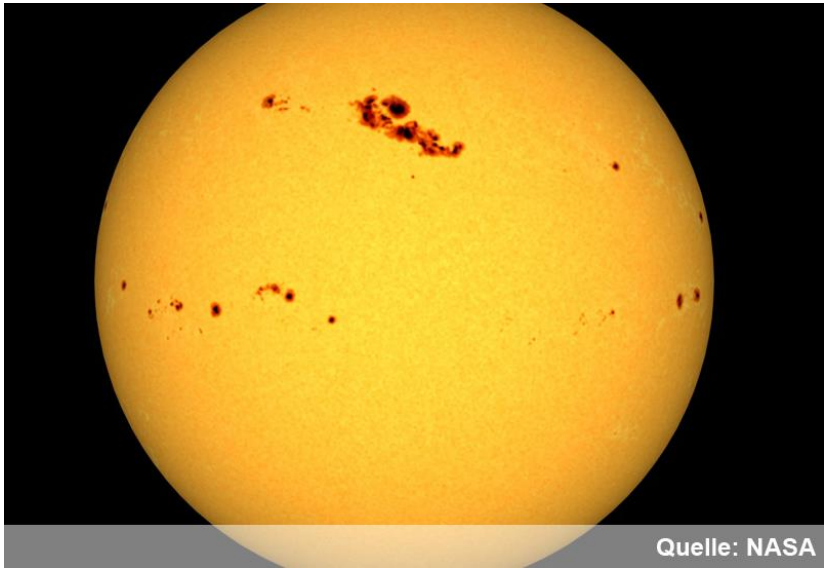
Formen der Sonnenaktivität 1

Sonnenflecken

Was heißt Sonnenaktivität?

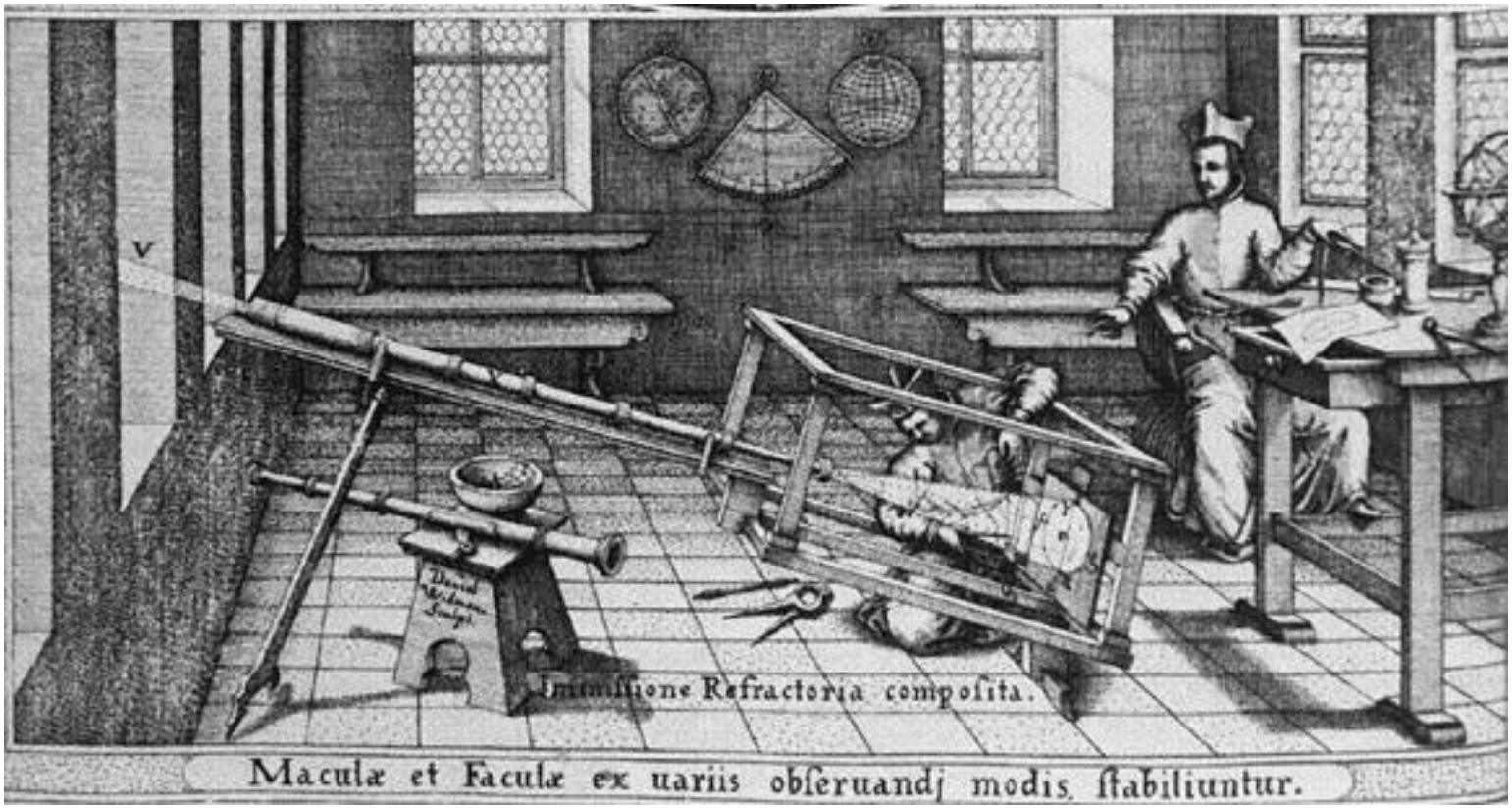
- periodisch veränderliche Eigenschaften der Sonne, die mit den Turbulenzen des heißen Gases und ständigen Änderungen des Magnetfeldes zusammenhängen
- zeigt sich am auffälligsten in der wechselnden Häufigkeit der Sonnenflecken
- Sonnenflecken sind dunkle Flecken in der Photosphäre mit einem Durchmesser zwischen 1000 km und mehreren 10000 km.



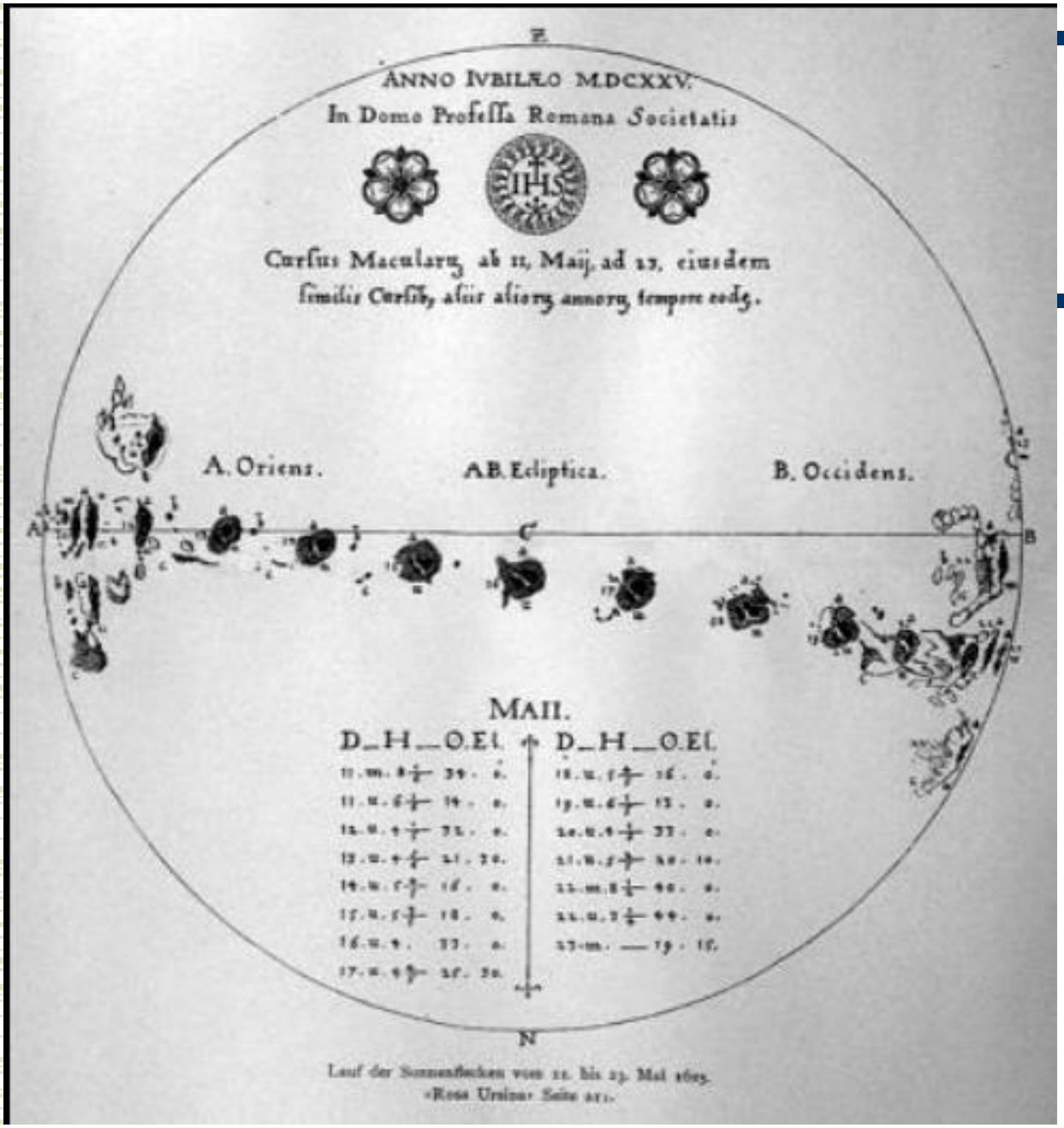
Sonnenflecken - Historisches

- Manche Sonnenflecken sind so groß, dass sie schon im Altertum mit bloßem Auge während eines Sonnenaufgangs oder eines Sonnenuntergangs beobachtet wurden.
- Die systematische Untersuchung begann nach der Erfindung des Fernrohrs zu Beginn des 17. Jh. durch Christoph Scheiner, Galilei und andere.

Christoph Scheiner 1625



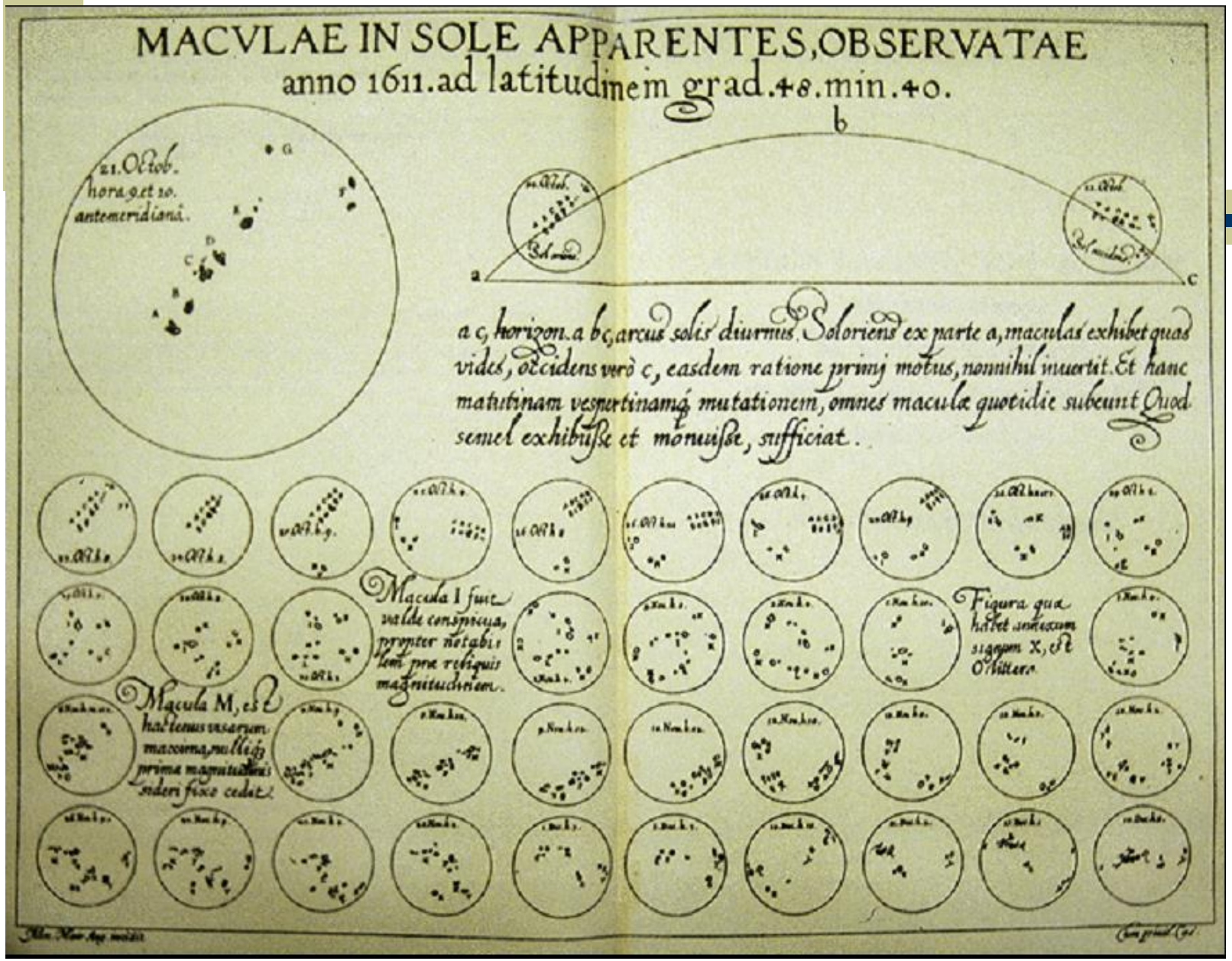
Christoph Scheiner beobachtet in Ingolstadt die Sonne mit der Projektionsmethode



Lauf der Sonnenflecken von 11. bis 23. Mai 1625.
«Rosa Ursina» Seite 211.

Sonnenfleckenverlauf zwischen dem 11. und 23. Mai 1625, beobachtet von Christoph Scheiner

Sonnenbeobachtungen Galileis aus dem Jahr 1611



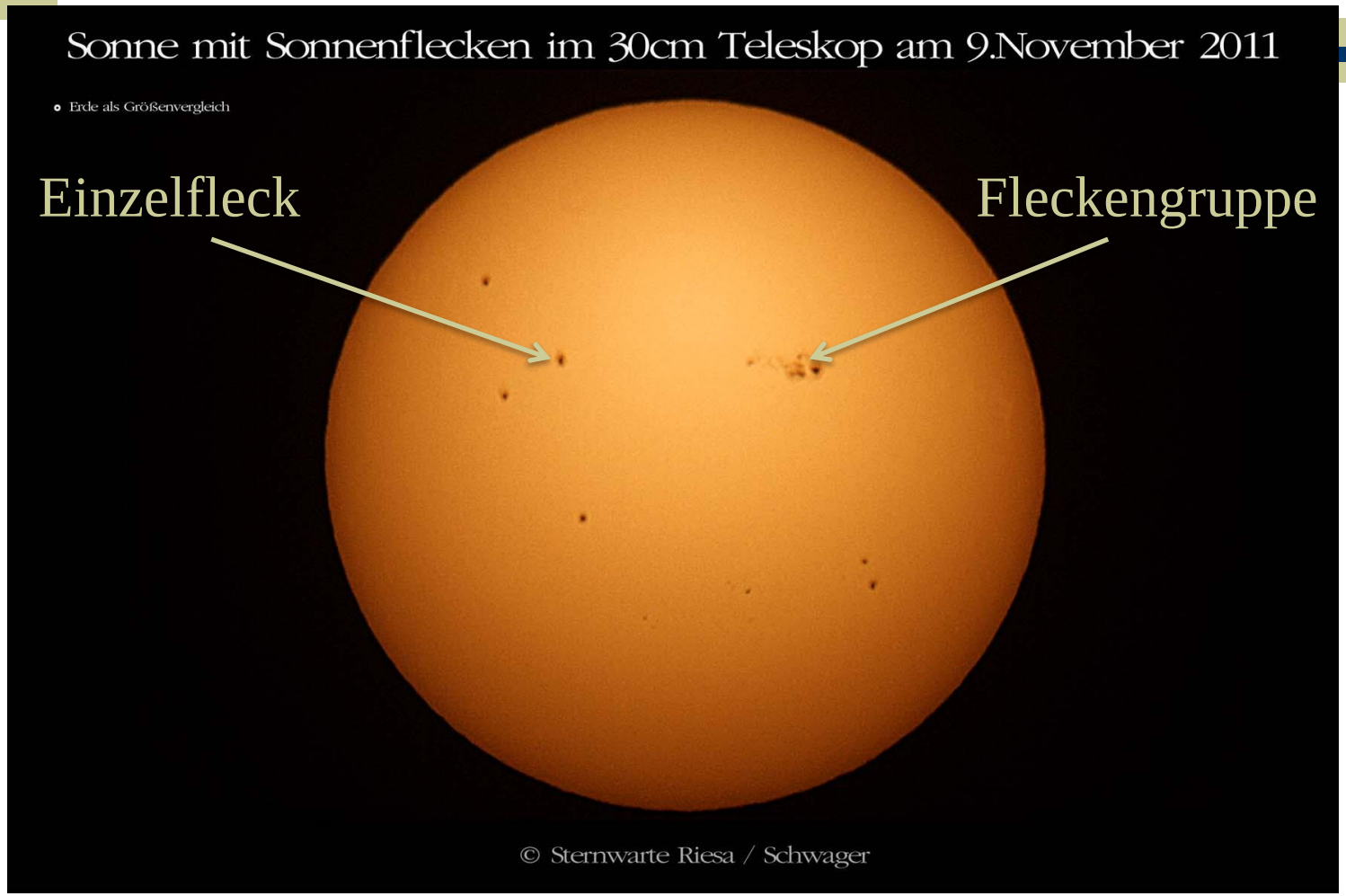
Sonnenbeobachtung

Achtung! Niemals durch ein Fernglas, Fernrohr oder mit bloßem Auge direkt in die Sonne blicken. Dies kann sofort zu dauerhaften Augenschäden oder sogar zur Erblindung führen. Es ist unbedingt ein geeigneter Sonnenfilter zu verwenden.

Schutzbrille

Objektivsonnenfilter

Erscheinungsformen von Sonnenflecken

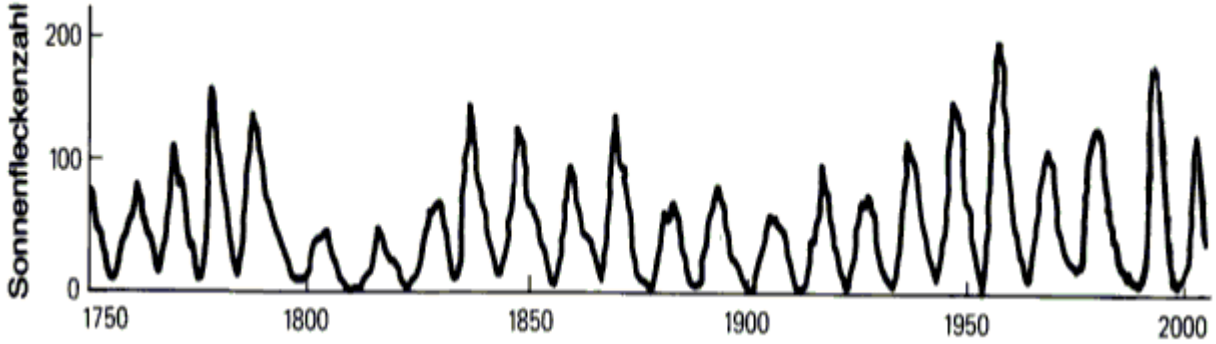


Die Sonnenflecken-Relativzahl

- Die Sonnenflecken-Relativzahl R ist ein Maß für die auf der Sonne sichtbaren Sonnenflecken. Damit stellt diese Zahl gleichzeitig ein Maß für die Sonnenaktivität dar. Eingeführt wurde die Sonnenflecken-Relativzahl durch **Rudolf Wolf** in Zürich 1848.
- Sonnenflecken-Relativzahl: $R = 10 * g + f$
  mit g – Anzahl der Fleckengruppen und f – Anzahl aller Einzelflecken → Auch Einzelflecke zählen als „Gruppe“!
- Übung zur Bestimmung der Sonnenflecken-Relativzahl
  → Arbeitsblatt
- Aktuelle Daten: Foto, Relativzahl

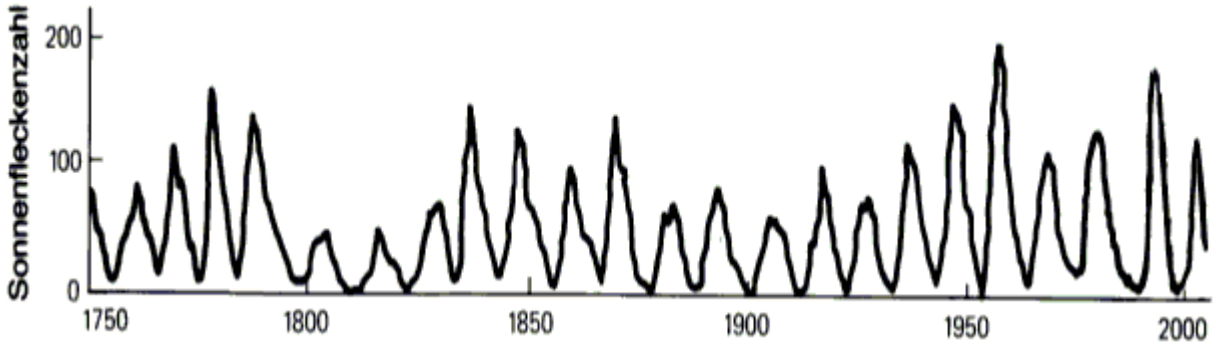
Sonnenfleckenzyklen

Beobachtet man die Sonnenfleckenzahl über viele Jahre hinweg erhält man ein Diagramm, wie es unten zu sehen ist.
Interpretieren Sie das Diagramm! (siehe auch LB S. 98, Abb. 18.10)

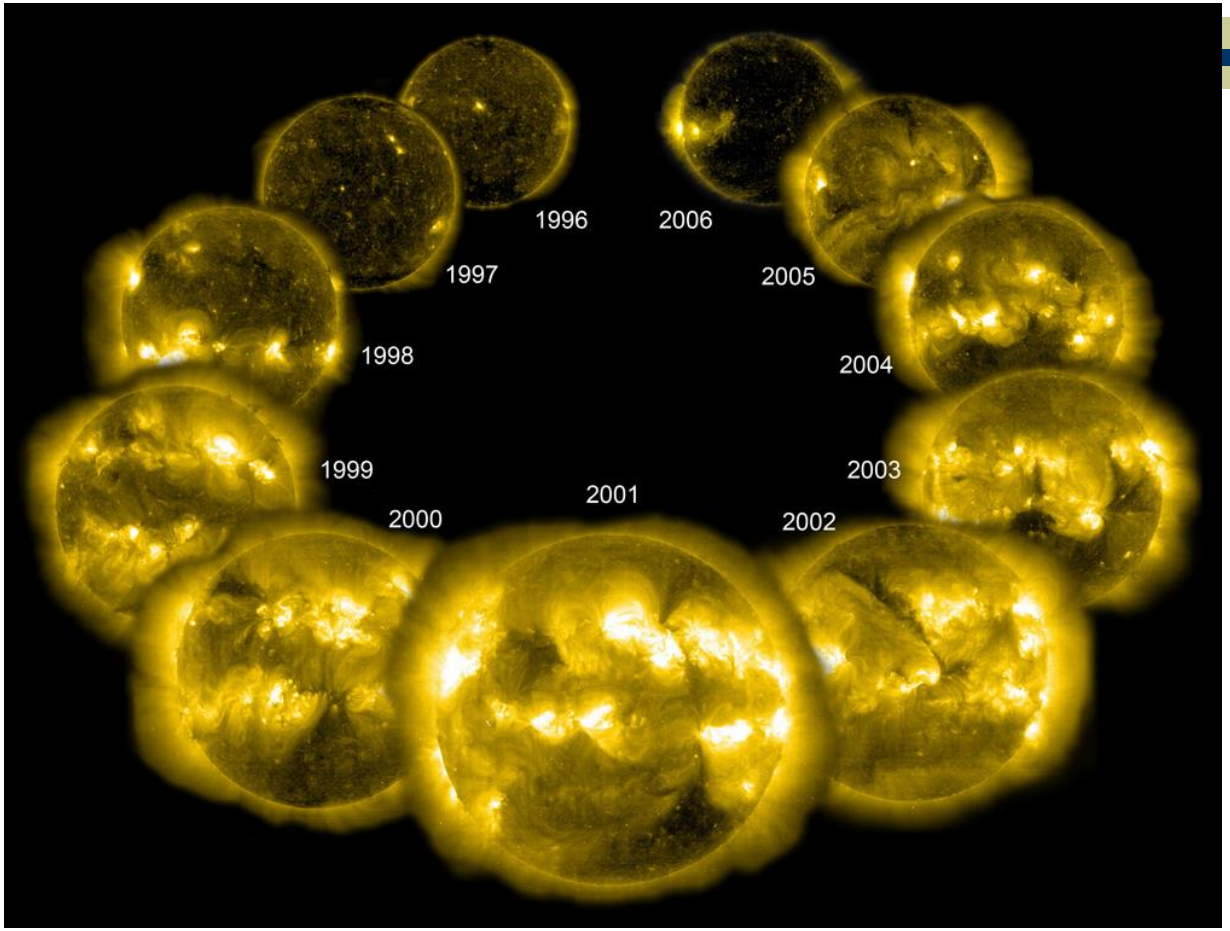


Sonnenfleckenzyklen

- Die Sonnenfleckenzahl zeigt einen etwa 11-jährigen Zyklus.
- Die Höhen der Maxima schwanken deutlich.



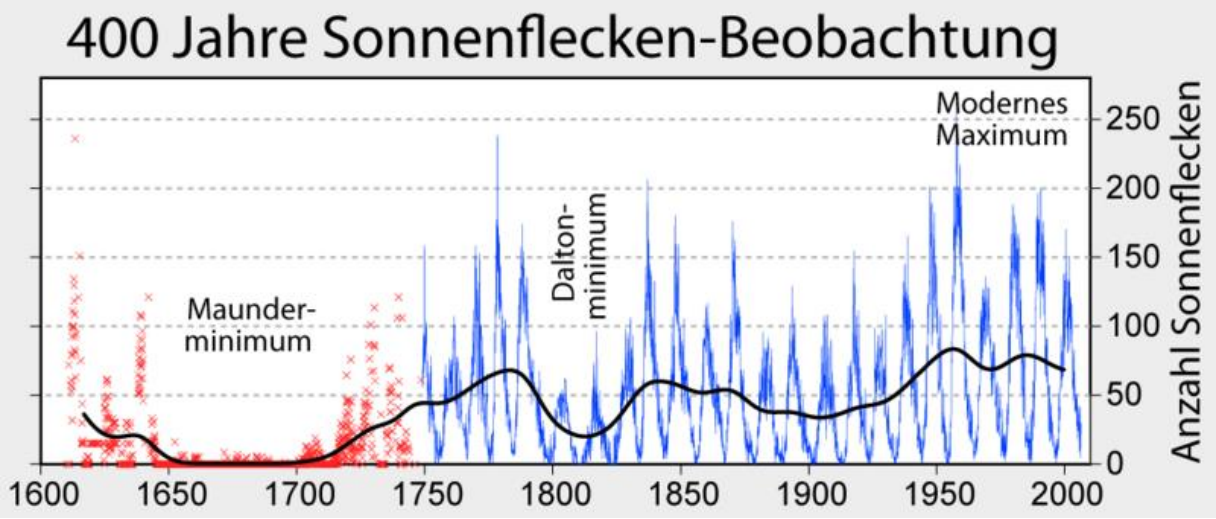
Sonnenfleckenzyklen



Aufnahmen des Solar and Heliospheric Observatory, kurz SOHO

Sonnenfleckenzyklen

- Maunderminimum: Periode stark verringerter Sonnenfleckenaktivität in den Jahren zwischen 1645 und 1715
- Das Maunderminimum fiel mit den kältesten Jahren der Kleinen Eiszeit zusammen, während der in Europa, Nordamerika und China viele sehr kalte Winter auftraten.

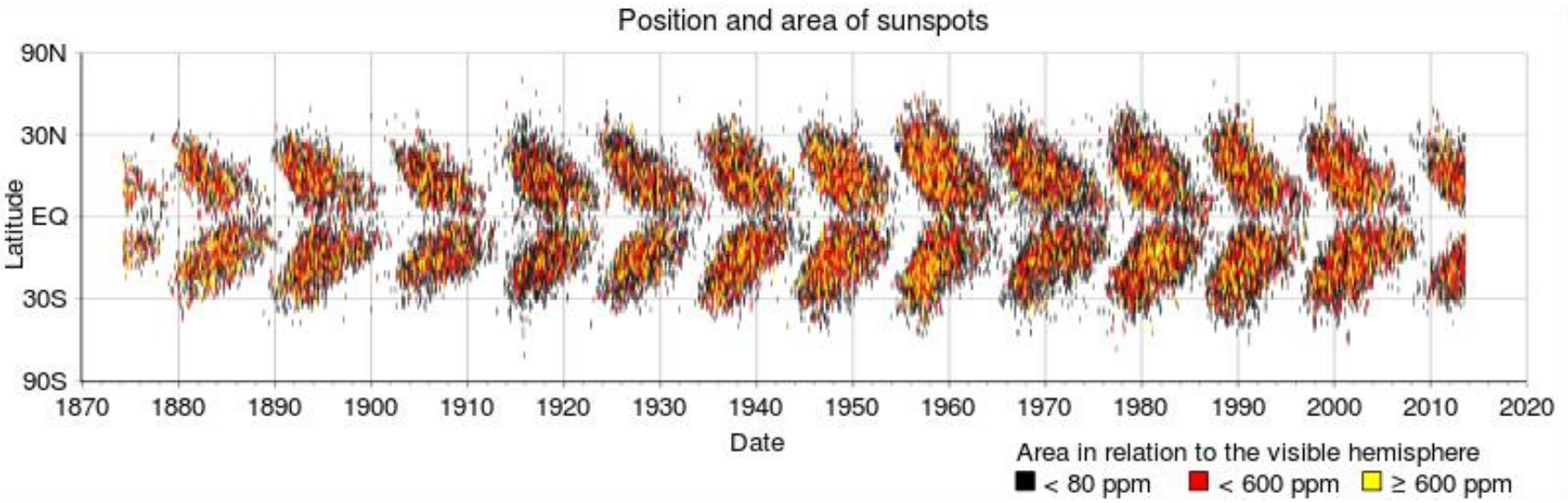


Kleine Eiszeit

Das Gemälde „Eisvergnügen“ von Hendrick Averkamp zeigt Menschen auf einem zugefrorenen Kanal in den Niederlanden im kalten Winter 1608. Heute dagegen sind die Kanäle im Winter meist eisfrei. Künstlerische Darstellungen solcher Szenen sind nur aus der Zeit zwischen 1565 und 1640 bekannt.

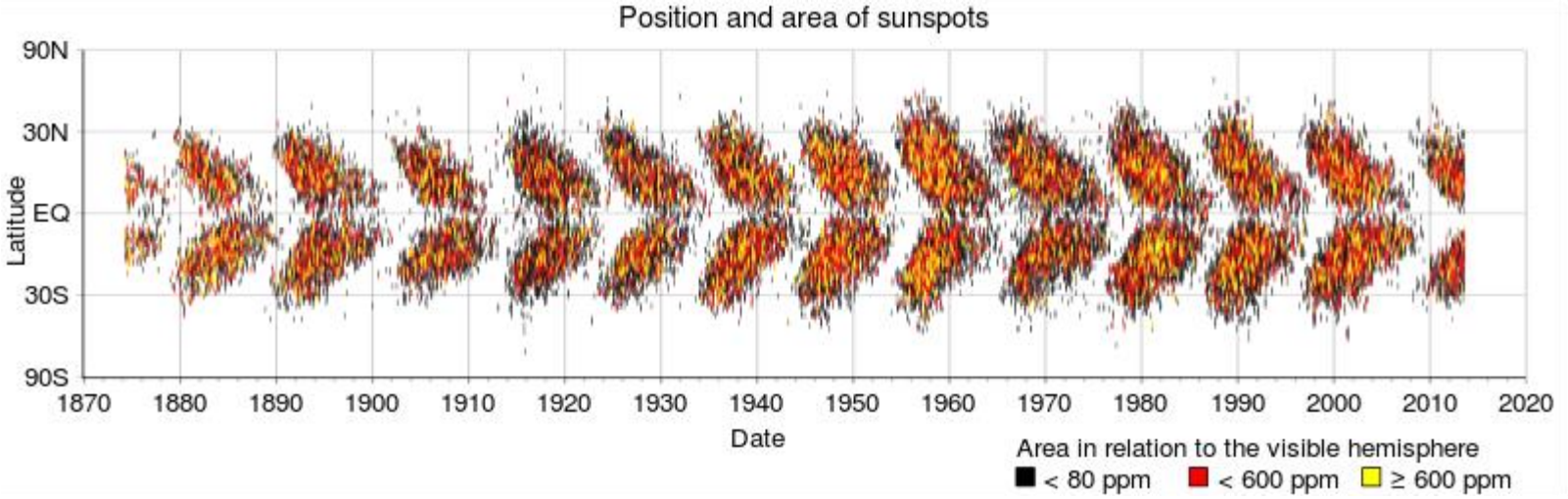
Sonnenfleckenzyklen

Das Diagramm zeigt die räumliche Verteilung der Sonnenflecken auf der Sonnenoberfläche. (siehe LB S. 99; Abb. 18.11)
Interpretieren Sie das Diagramm!

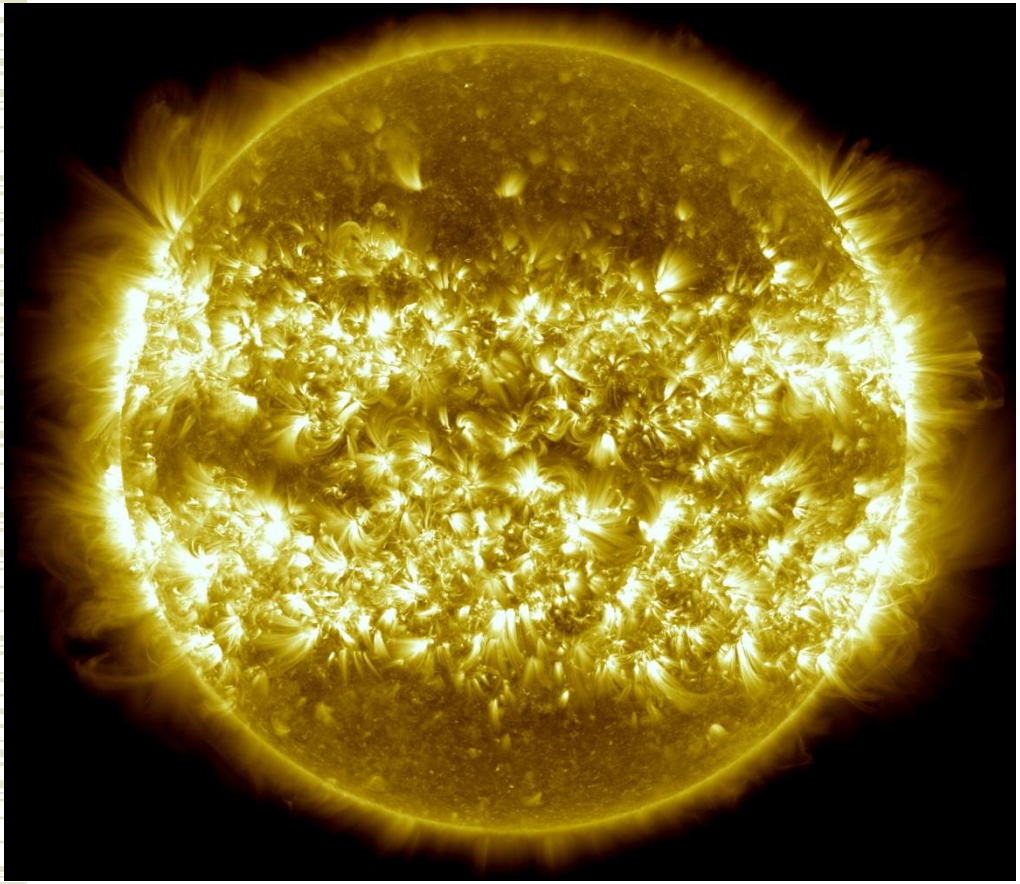


Sonnenfleckenzyklen

Zu Beginn eines Sonnenfleckenzyklus bilden sich die ersten Flecken in etwa 30°– 40° heliografischer Breite nördlich und südlich des Sonnenäquators. Im Laufe der nachfolgenden Jahre verschieben sich die Entstehungsgebiete immer weiter Richtung Äquator. →Schmetterlingsdiagramm



Aktive Sonnenregionen

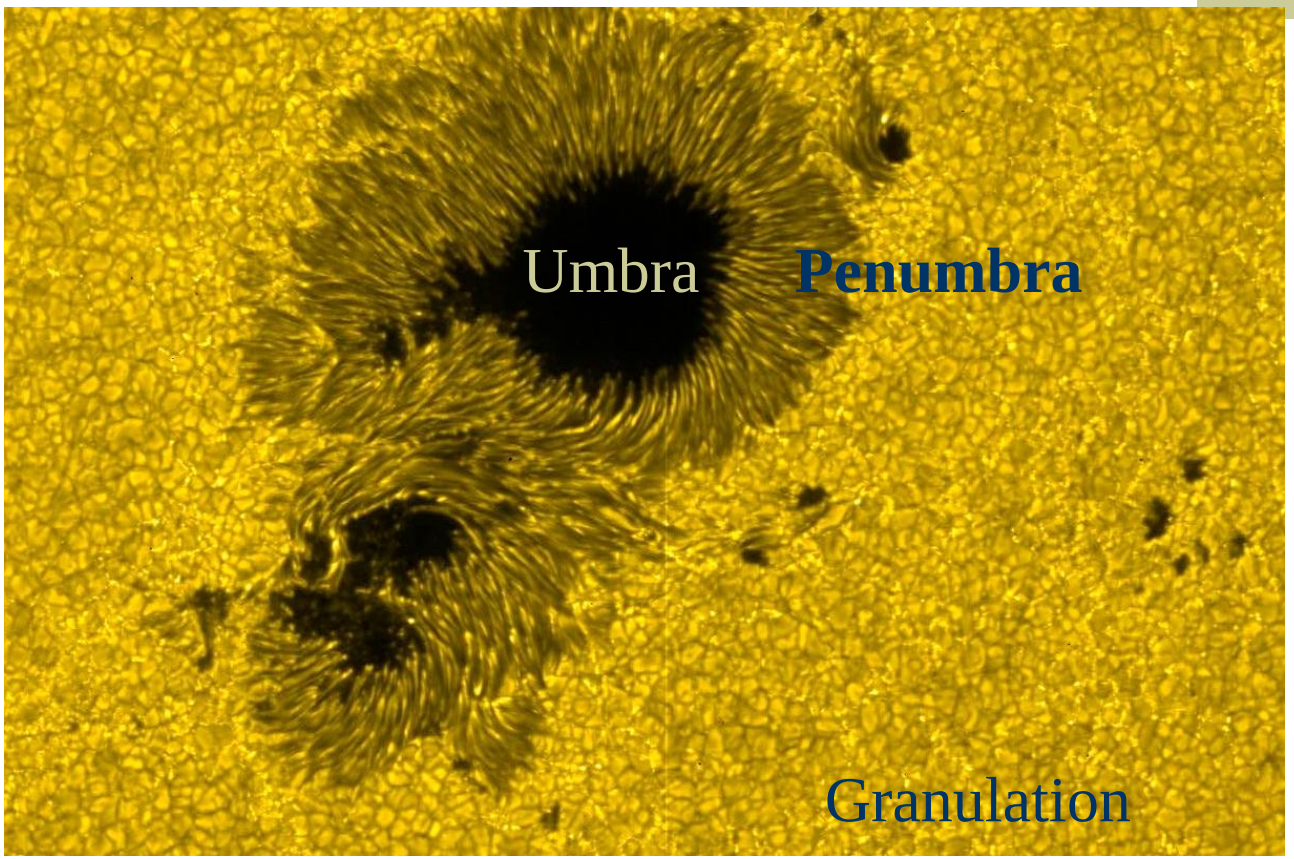


Das Bild zeigt die beiden aktiven Sonnenregionen zu beiden Seiten des Äquators.
Komposit aus 25 Aufnahmen, die zwischen April 2012 und April 2013 vom Solar Dynamics Observatory im extremen Ultraviolettlicht aufgenommen wurden.

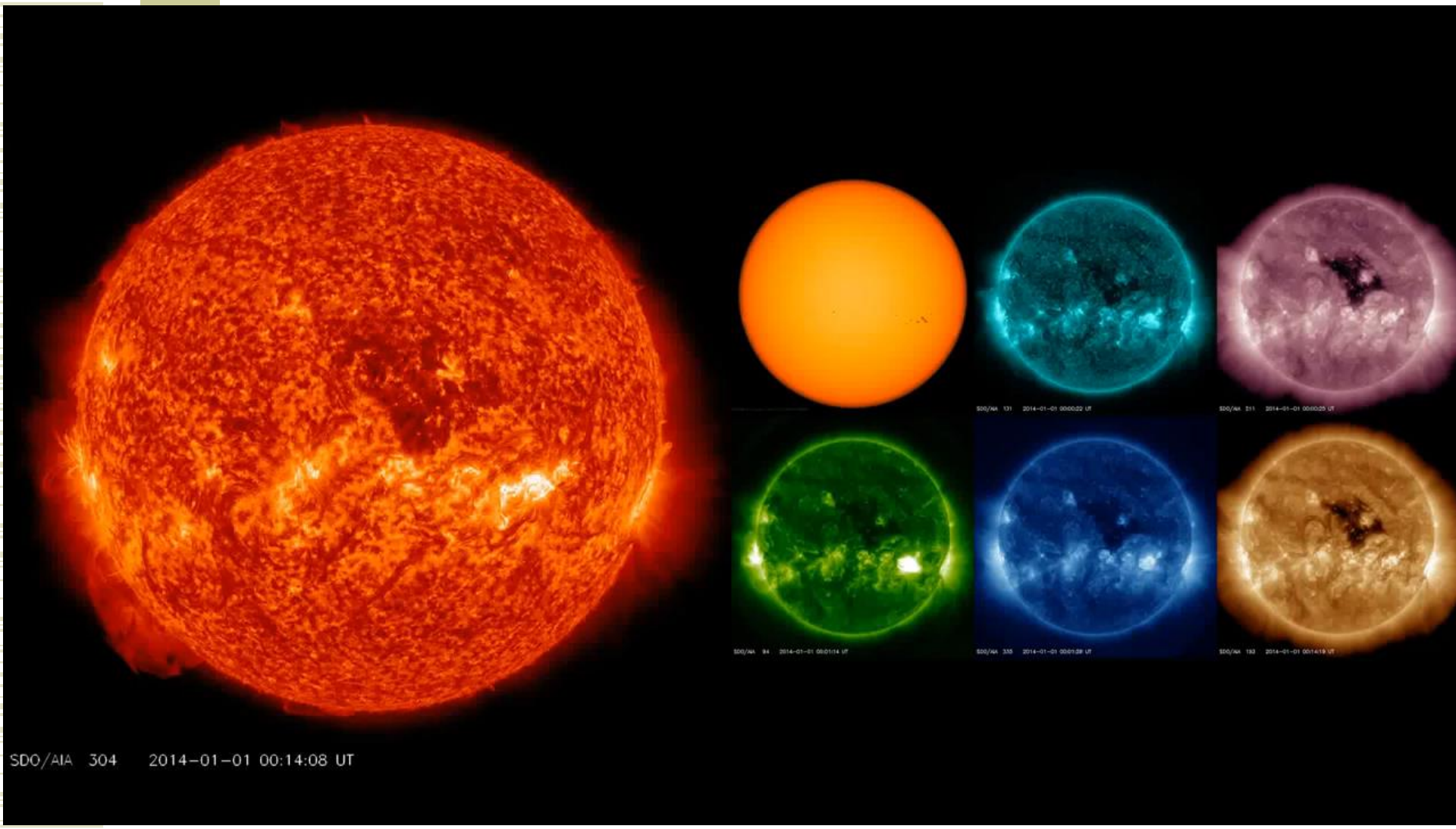
Eigenschaften von Flecken

- Erklären Sie mit Hilfe des LB S. 99 die Begriffe Umbra und Penumbra. Fertigen Sie dazu eine Skizze an.
  (→ AB Sonnenfleckenrelativzahl für Skizzen benutzen)
- Beschreiben Sie wie man aus der Bewegung der Sonnenflecken auf die Rotation der Sonne schließen kann.

Eigenschaften von Flecken



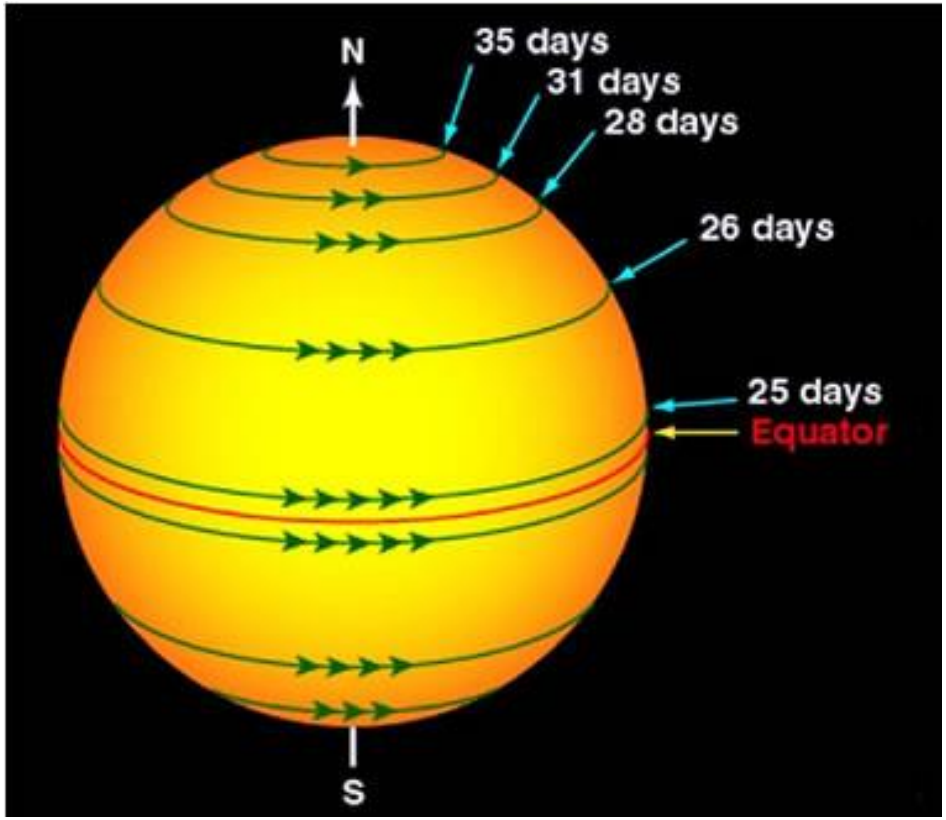
In der Bewegung der Sonnenflecken wird die differentielle Rotation der Sonne sichtbar.



Sonnenrotation

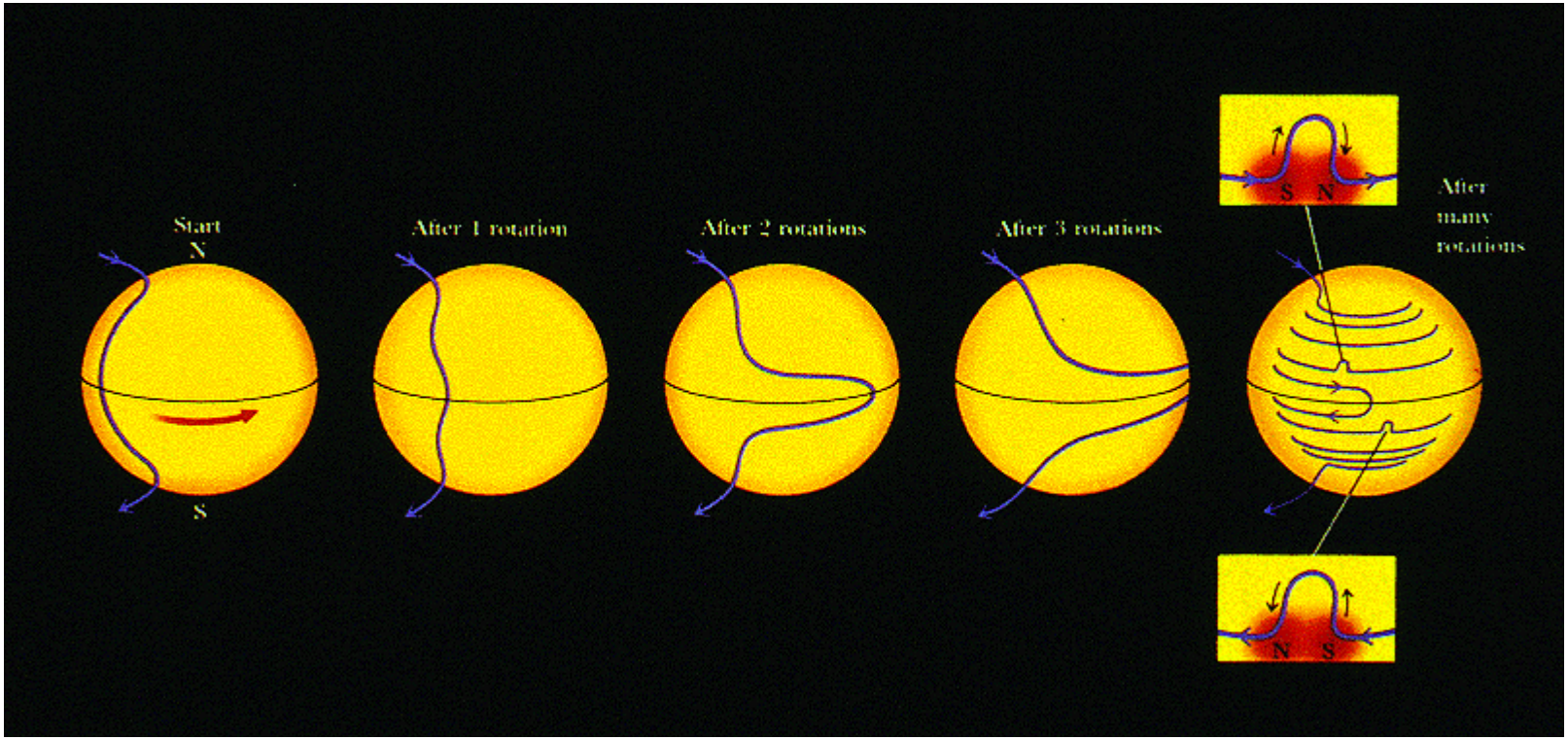
- Die Sonne rotiert um ihre eigene Achse in die gleiche Richtung, in der auch ihre Planeten umlaufen
- Als Gasball rotiert sie nicht einheitlich, sondern am Äquator deutlich schneller (ca. 25 Tage für eine Umdrehung) als an den Polen (ca. 35 Tage für eine Umdrehung).
- Differentielle Rotation:
  - entdeckt 1863 von R. C. Carrington
  - Abhängigkeit der Rotationsgeschwindigkeit von der heliografischen Breite

Sonnenrotation



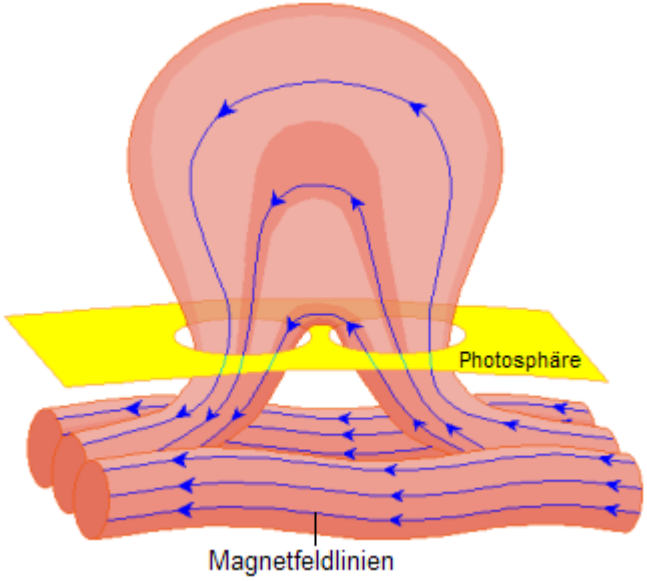
http://www.walter-hohmann-sternwarte.de/tutorials-dateien/sonnensystem-dateien/sonne-dateien/sonne_rotation.html

Entstehung von Sonnenflecken



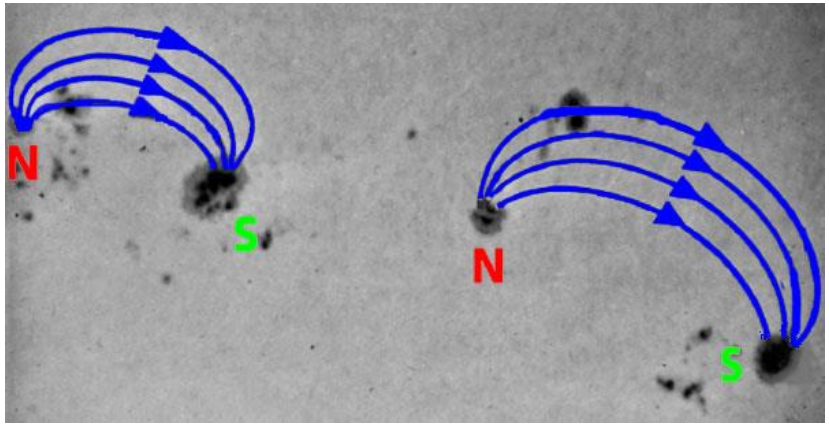
http://astro.wsu.edu/worthey/astro/html/im-sun/sun-magfield-wrapping.gif

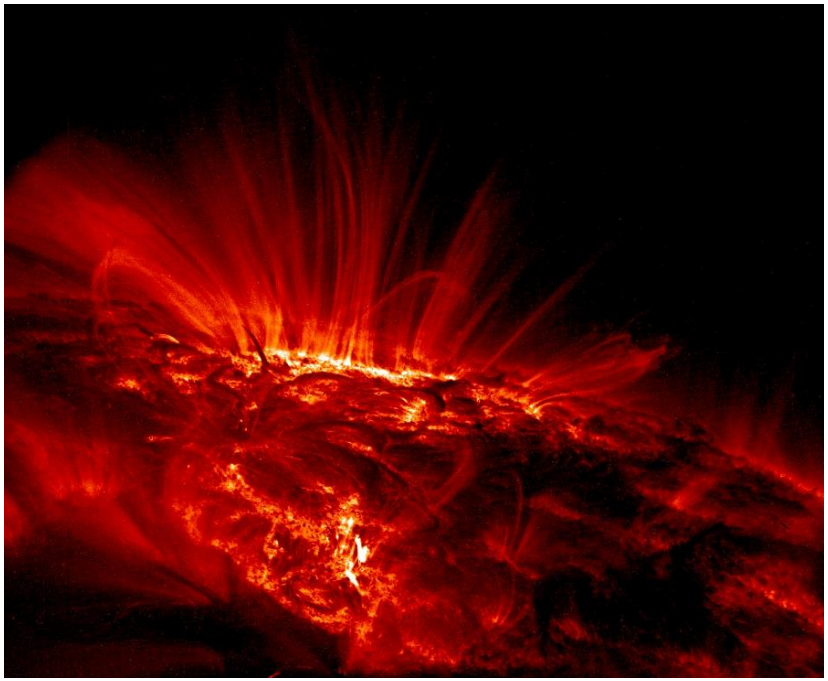
Entstehung von Sonnenflecken



- Sonnenflecken sind lokale Gebiete mit erhöhter Magnetfeldaktivität.
- Das Magnetfeld behindert das Aufsteigen des Gases aus dem Inneren der Sonne. Deshalb ist die Temperatur ca. 2000 K geringer als die normale Temperatur in der Photosphäre.
- Aus diesem Grund erscheint der Sonnenfleck dunkler als die übrige Photosphäre. (*Nach Stefan-Boltzmann hängt die Leuchtkraft von der vierten Potenz der Temperatur ab!*)

Entstehung von Sonnenflecken





Die meisten Fleckengruppen sind bipolar, d.h. die beiden Flecken besitzen eine verschiedene magnetische Polung.

Sonnenflecken im Licht der H_α-Linie

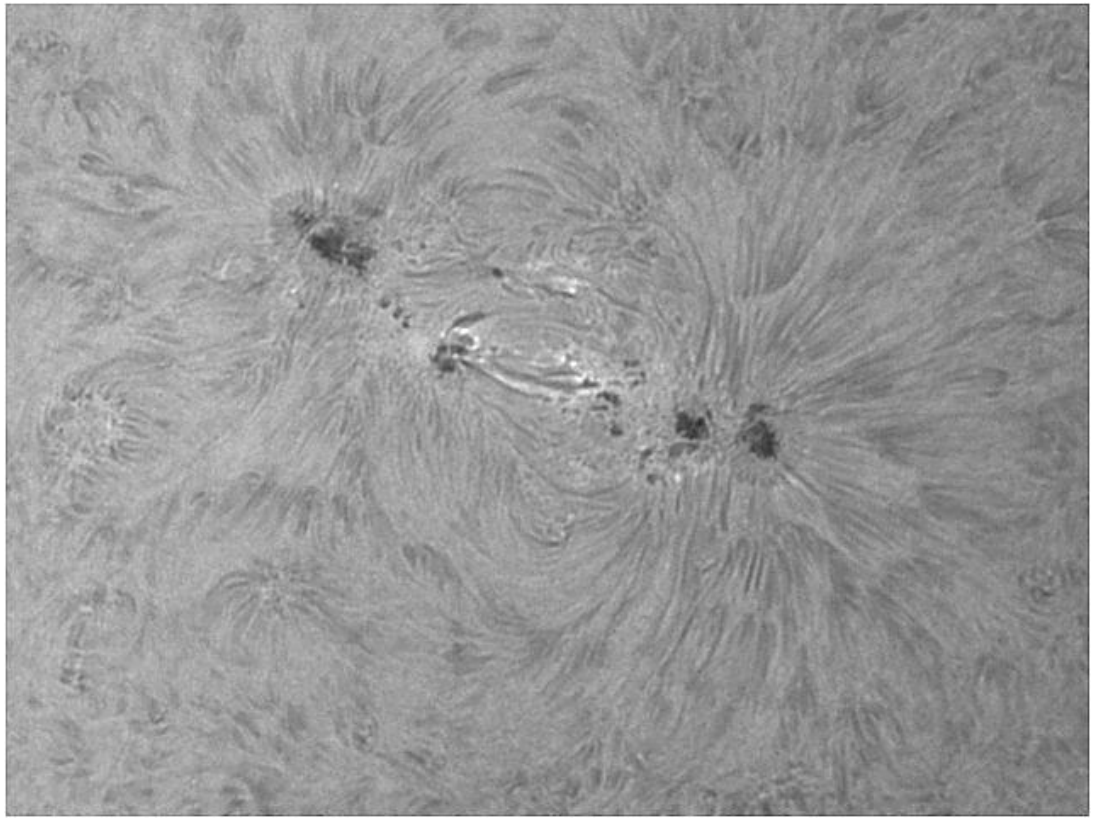



Foto: Dr. Armin Matauschek - Neugersdorf