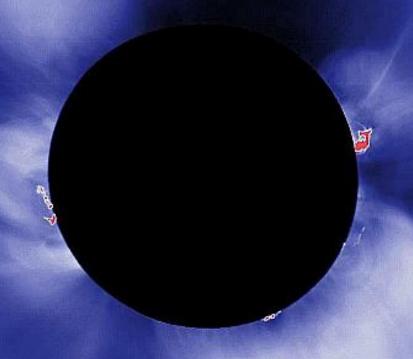
Die Sonne – ein Stern im Detail (4)
Die Sonnenkorona



Die Korona – Aussehen und Erscheinungsformen

Beobachtung

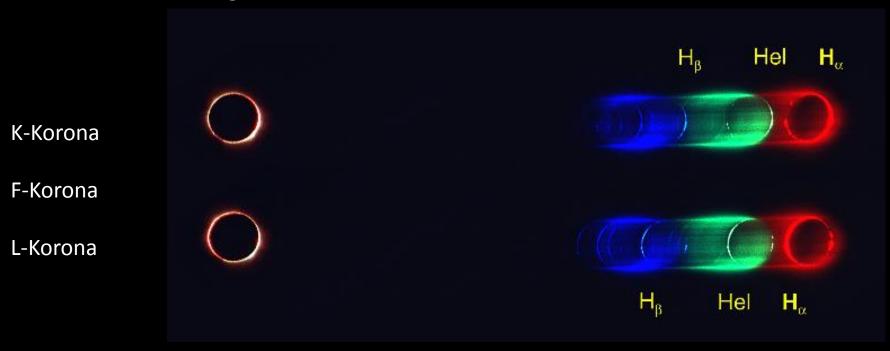
- Gesamte Korona kann nur während einer totalen Sonnenfinsternis beobachtet werden
- Die innere Korona läßt sich in Hochgebirgsobservatorien mit Hilfe des Lyot-Koronogtaphen ganzjährig beobachten
- Außerhalb der Erdatmosphäre wird die solare Korona täglich in ihrer gesamten Ausdehnung im integrierten Licht sowie im kurzwelligen Spektralbereich (UV, Röntgenstrahlung) mittels spezieller Satelliten (SOHO, RHESSI, YOHKOH, TRACE ...) prtmanent überwacht -> Bestandteil des internationalen Space Weather Programms.

Aussehen

- Die Sonnenkorona reicht mehrere Sonnenradien in den Weltraum hinaus
- Die intensivsten Regionen der inneren Korona erreichen eine Flächenhelligkeit, die ungefähr dem des Vollmonds entspricht (~50 Millionen mal schwächer als die Intensität der Photosphäre)
- Die Sonnenkorona ist zeitlich veränderlich in ihrem Aussehen und ihrer Feinstruktur.

Spektrum

Untersucht man das Licht der Sonnenkorona im sichtbaren Spektralbereich, dann kann man aus dem integrierten Licht in Abhängigkeit vom Abstand von der Photosphäre drei verschiedene Strahlungsanteile unterscheiden:



Diese Strahlungsanteile überlagern sich und bilden in der Summe ein Kontinuum mit einzelnen Emissionslinien, die in Abhängigkeit vom Abstand zum Sonnenrand unterschiedlich ausgeprägt sind.

K - Korona

- besitzt ein kontinuierliches Spektrum
- Energieverteilung im Kontinuum entspricht dem normalen Sonnenspektrum

→ Streustrahlung aus der Photosphäre

- Was streut? → Thomson Streuung an freien Elektronen
- Abflachung und fehlende Absorptionslinien → Dopplereffekt → hohe Temperatur
- Aus der Intensität der Streustrahlung kann man auf die Teilchendichte des Wasserstoffs in der unteren Korona schließen
- Polarisation: Stokes-Parameter → Aussagen über die lokale Elektronendichte



F - Korona

- Widerspiegelt das Spektrum der Photosphäre, d. h. ihr Spektrim enthält neben dem Kontinuum auch Fraunhofersche Linien
- Streulicht → interplanetare Staubpartikel (Zodiakallicht)
- Maximum des Kontinuums leicht nach Rot verschoben (Extinktion)
- Leichte Verbreiterung der Absorptionslinien durch den Dopplereffekt
- Dominiert die Korona zwischen 2 und 3 Sonnenradien und ist bis zu 20 Sonnenradien beobachtbar

→ Projektionseffekt

(Staubteilchen verdampfen in einem Bereich, dessen Außengrenze ca. 20 Sonnenradien vom Sonnenzentrum entfernt ist)

Die F-Korona hat physikalisch nichts mit der eigentlichen Sonnenkorona zu tun

L - Korona

Die extrem hohen Temperaturen in der Korona führen dazu, daß alle Stoffe in Form eines Ionen – Elektronen – Plasmas vorkommen.

- sehr hohe Ionisationsstufen (insbesondere Metalle)
- sehr intensive "verbotene" Linien

Grüne Koronalinie (530,3 nm Fe XIV) Rote Koronalinie (637,4 nm Fe X) Gelbe Koronalinie (569,4 nm Ca XV)

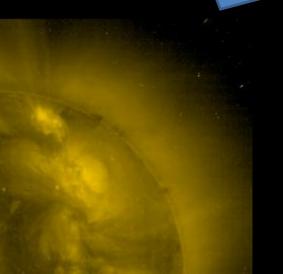


108,3 nm He

Die Ionisation erfolgt überwiegend durch inelastische Elektronenstreuung (Stoßionisation)

→ Starke Emissionen besonders im UV- und Röntgenbereich

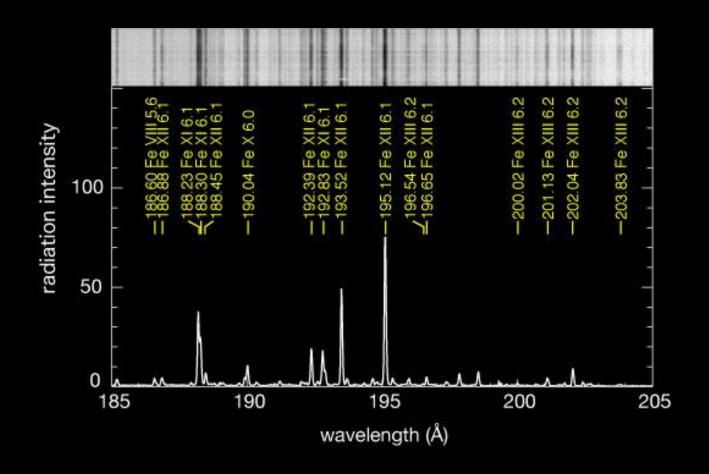
Der Anteil der L-Korona an deren Gesamtstrahlung beträgt lediglich 1 %



Solare Röntgenstrahlung

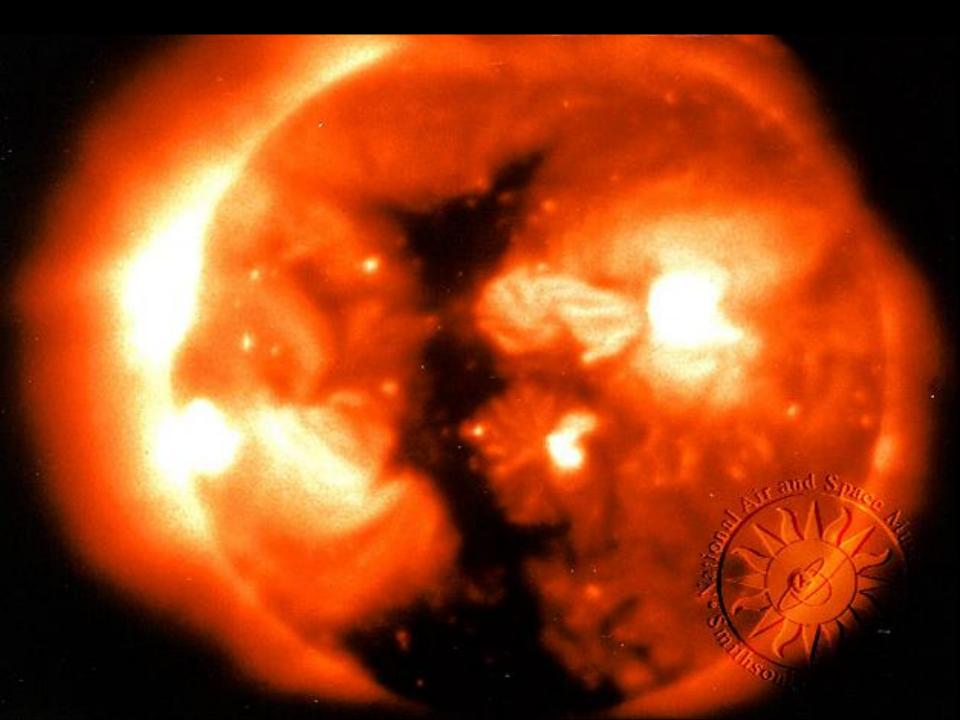
Die solare Röntgenstrahlung wurde 1948 bei einem Raketenaufstieg entdeckt

Das Röntgenspektrum der Korona entspricht weitgehend einem "charakteristischen" Spektrum, welches von einem schwachen Kontinuum (Bremsstrahlung) überlagert ist.



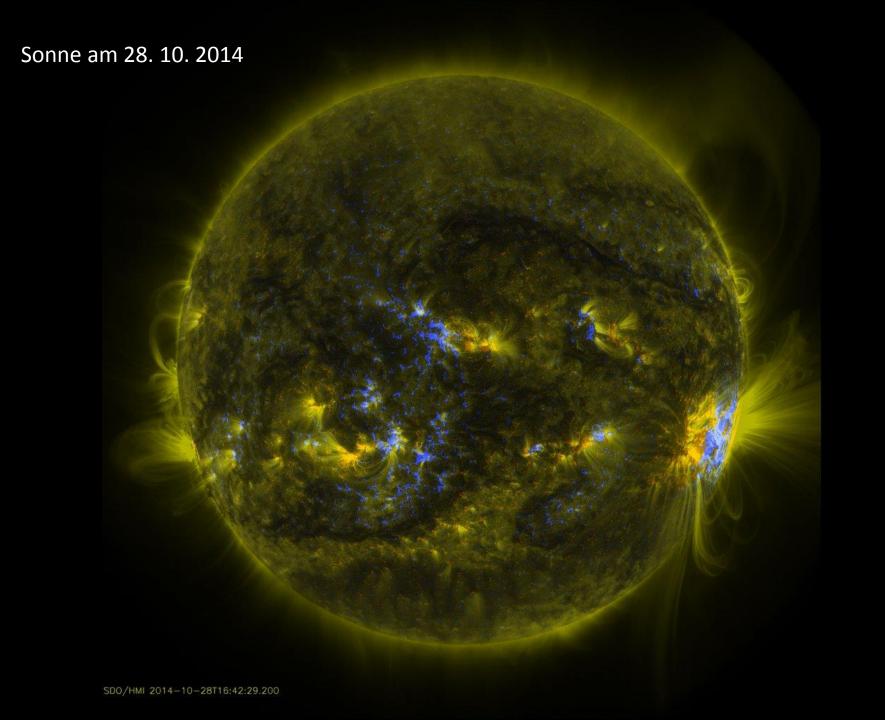
Die erste Aufnahme der Sonne im Röntgenlicht gelang 1973 mit einem abbildenden Röntgenteleskop auf der Raumstation Skylab

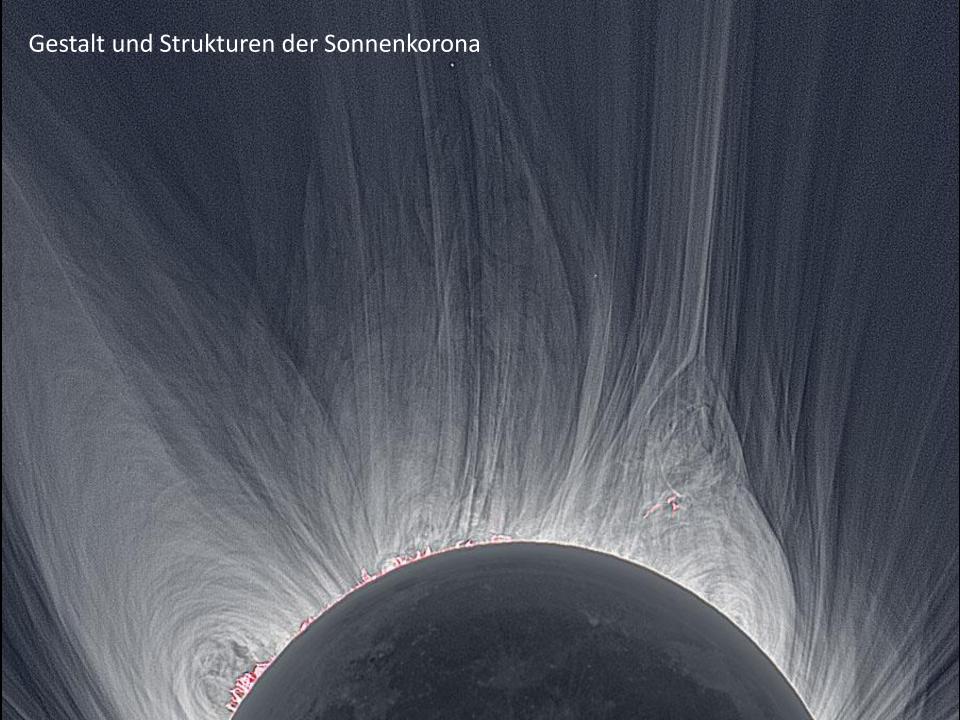




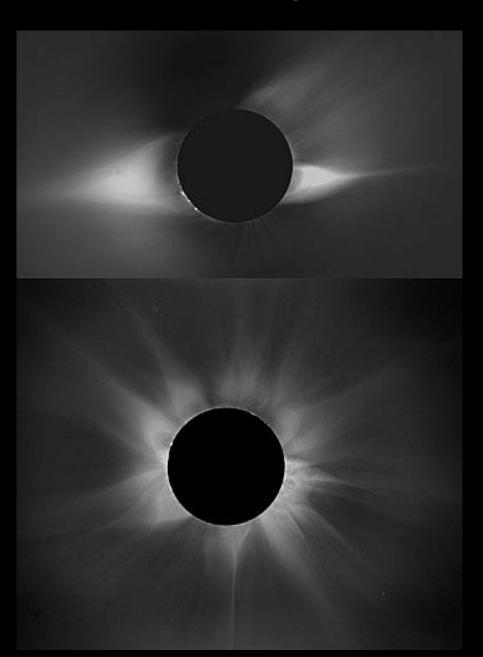


RHESSI beobachtet seit 2002 die Sonne im Röntgen- und Gammabereich bei Energien von 3 keV bis 17 MeV. Durch ein System von Gitterkollimatoren in Verbindung mit der Rotation des drallstabilisierten Satelliten kann die Sonne mit einer Auflösung von je nach Energiebereich 2 bis 36 Bogensekunden untersucht werden. Die verwendeten gekühlten Halbleiterdetektoren haben eine Energieauflösung zwischen 1 keV bei niedrigen und 5 keV bei hohen Energien. Diese Kombination hoher räumlicher und spektraler Auflösung ist in diesem Energiebereich bei RHESSI erstmals verwirklicht. Neben den Beobachtungen der Sonne untersuchte RHESSI auch Gammastrahlungspulse, die in Gewitterregionen auf der Erde erzeugt werden.



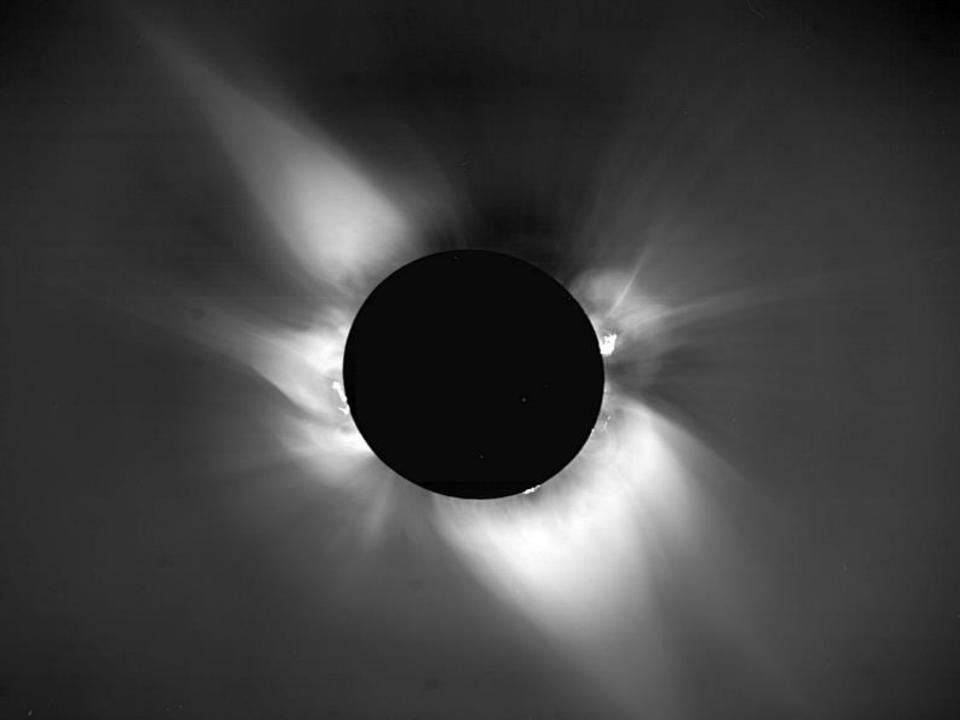


Die Form der Korona hängt stark von der Sonnenaktivität ab



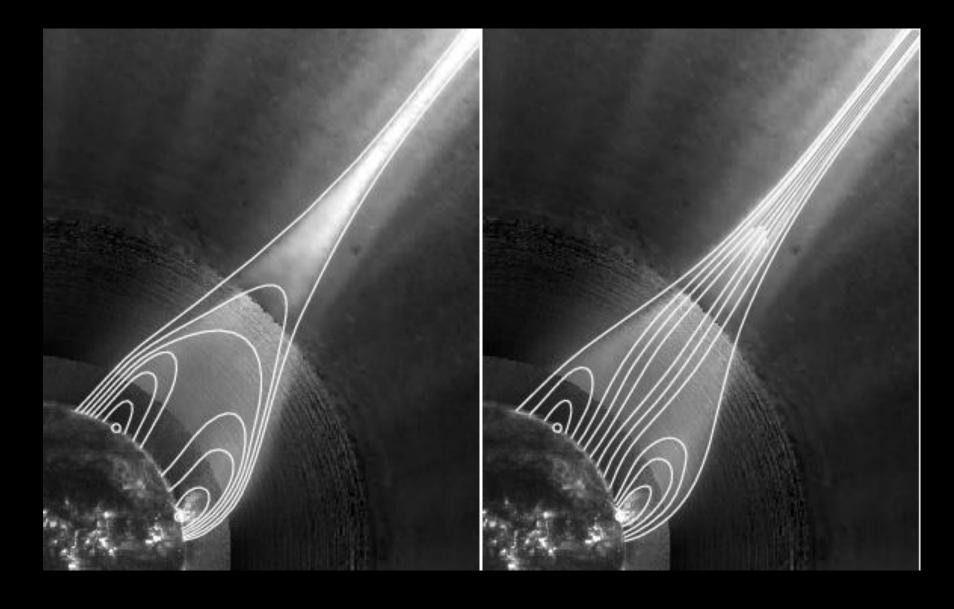
Ruhige Sonne (Sonnenfleckenminimum)

Aktive Sonne (Sennenfleckenmaximum)



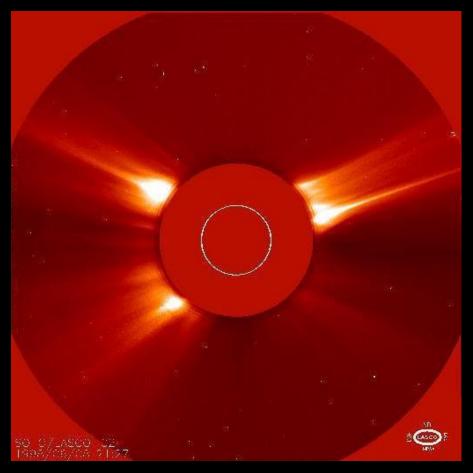


Helmet Streamer



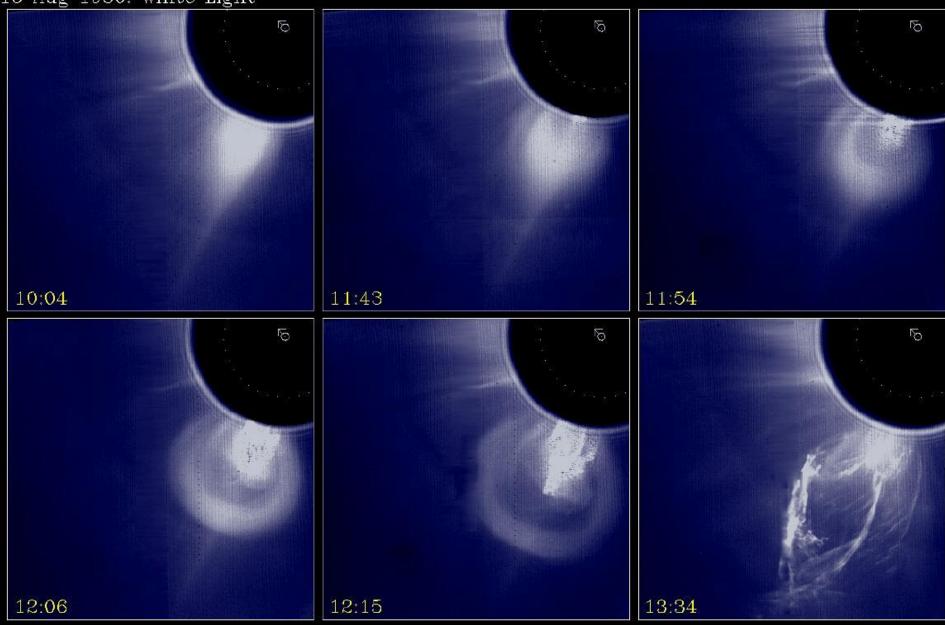
Helmet-Streamer – langgezogene, an der Basis breite und zu einer Spitze ausgezogene Strukturen der sichtbaren Korona, gehen oft von größeren Sonnenflecken und aktiven Regionen aus, die sich über weite Bereiche überbrücken. Sie sind außerdem in vielen Fällen mit großen Protuberanzen assoziiert, deren Material wahrscheinlich vom solaren Magnetfeld eingefangen und in den Streamern in die äoßeren Regionen der Korona transportiert wird.





Zerstörung eines Helmet Streamer durch einen koronalen Masseauswurf

18 Aug 1980: White Light



Source: High Altitude Observatory/Solar Maximum Mission Archives

Magnetfeldstruktur von Helmet Streamer

