

Die Sonne

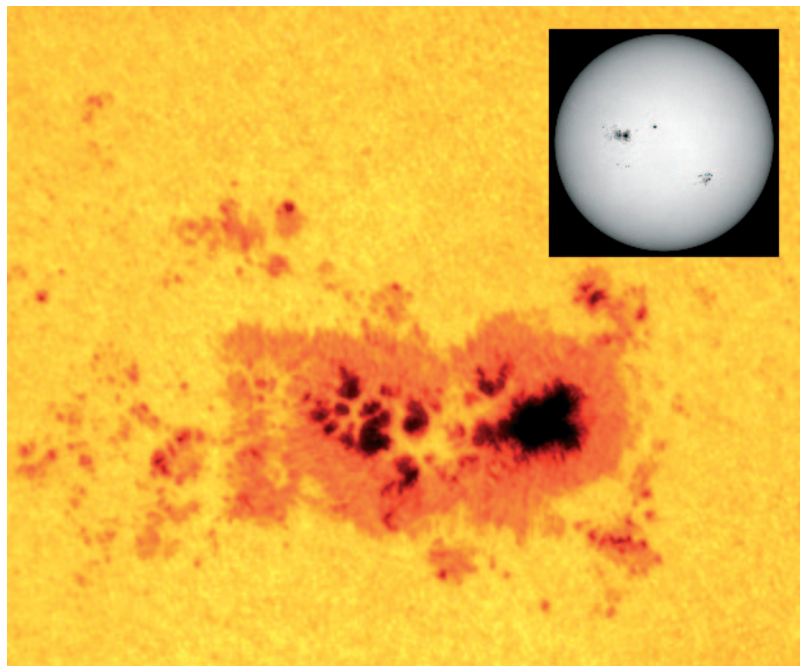
Ein Energieversorger

Die Sonne ist - direkt oder indirekt - der Motor fast aller Abläufe in der Atmosphäre. Obwohl nur der zweimilliardste Teil der gesamten von der Sonne ausgehenden Strahlung die Erde erreicht, reicht dieser Anteil aus, um genügend Energie für sämtliche Wettervorgänge und Lebensformen auf der Erde zu liefern.

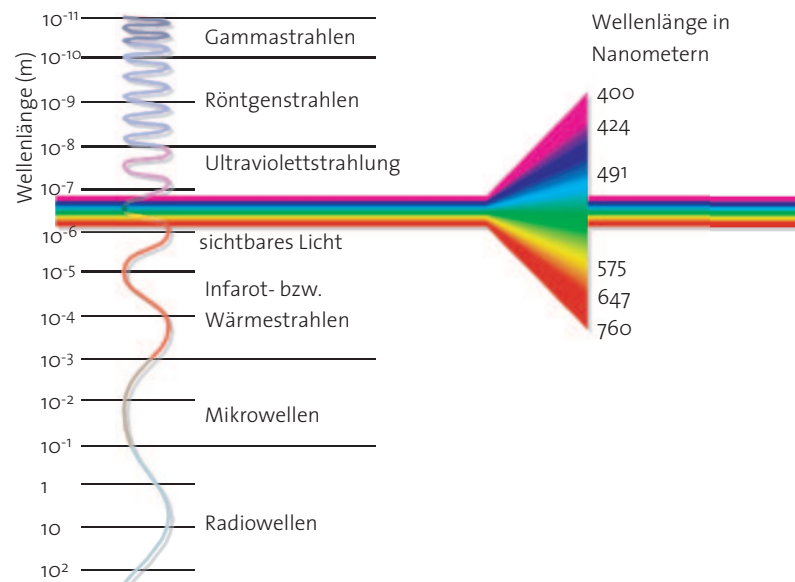
Der Energiebetrag, der pro Zeiteinheit auf eine bestimmte Flächeneinheit an der Außengrenze der Atmosphäre auftrifft, wird als Solarkonstante bezeichnet. Sie beträgt rund $1,94 \text{ cal/cm}^2/\text{min}$ oder 1.370 Watt/m^2 . Das bedeutet, dass ein Quadratcentimeter an der Außengrenze der Atmosphäre bei senkrechtem Strahlungseinfall einen Energiebetrag von 1,94 Kalorien pro Minute erhält. Allerdings weist die Solarkonstante jahreszeitliche Schwankungen auf, was mit der unterschiedlichen Entfernung zwischen Sonne und Erde zusammenhängt.

Doch Vorgänge auf der Sonne selbst führen zu wesentlich größeren Schwankungen der Strahlungsintensität. Seit 1610 liegen relativ zuverlässige Beobachtungen über turbulente Prozesse auf der Sonne vor. Auffälliges Zeichen sind die Sonnenflecken, dunklere Bereiche der Photosphäre, die etwa 1.700 Kelvin (K) kälter sind als die mittlere Temperatur der Sonnenoberfläche, die etwa 6000 K beträgt.

Sonnenflecken sind besonders stark magnetisierte Bereiche auf der Sonnenoberfläche. Ihre Anzahl und Häufigkeit variiert mit dem elf-jährigen Aktivitätszyklus der Sonne

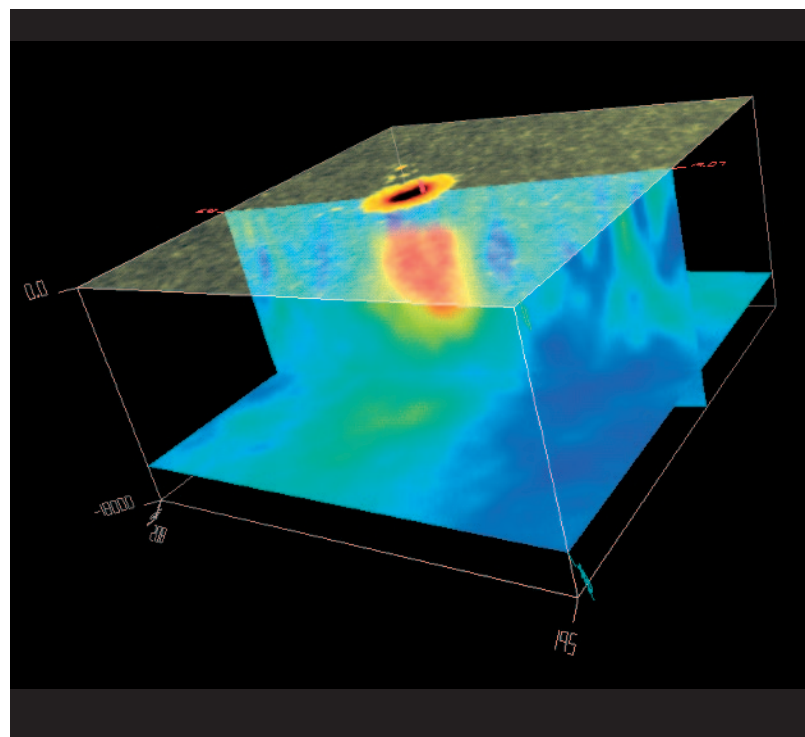


Das sichtbare Licht ist nur ein kleiner Ausschnitt aus dem gesamten Strahlungsspektrum der Sonne. Dieses reicht von den extrem kurzwelligen Gammastrahlen bis zu den langwelligen Radiowellen



Aus den Aufzeichnungen ergab sich ein periodisches Muster. Am bekanntesten ist der 11-jährige Zyklus. Doch dem sind andere Perioden überlagert, was zu großen Unterschieden bei der Anzahl und Intensität der Sonnenflecken führt.

Modelle der Sonnenflecken zeigen ihre Ausdehnung und Struktur im Sonneninneren

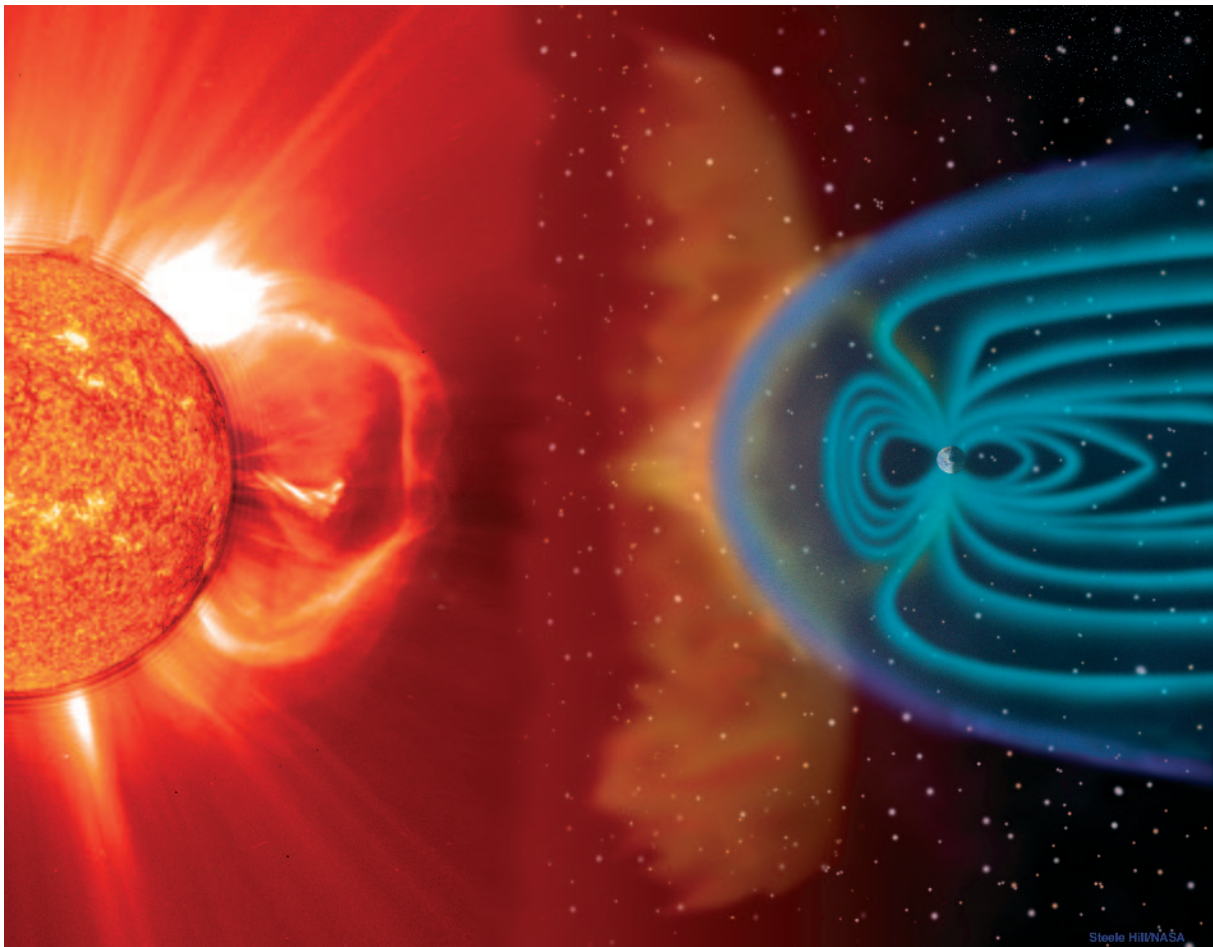


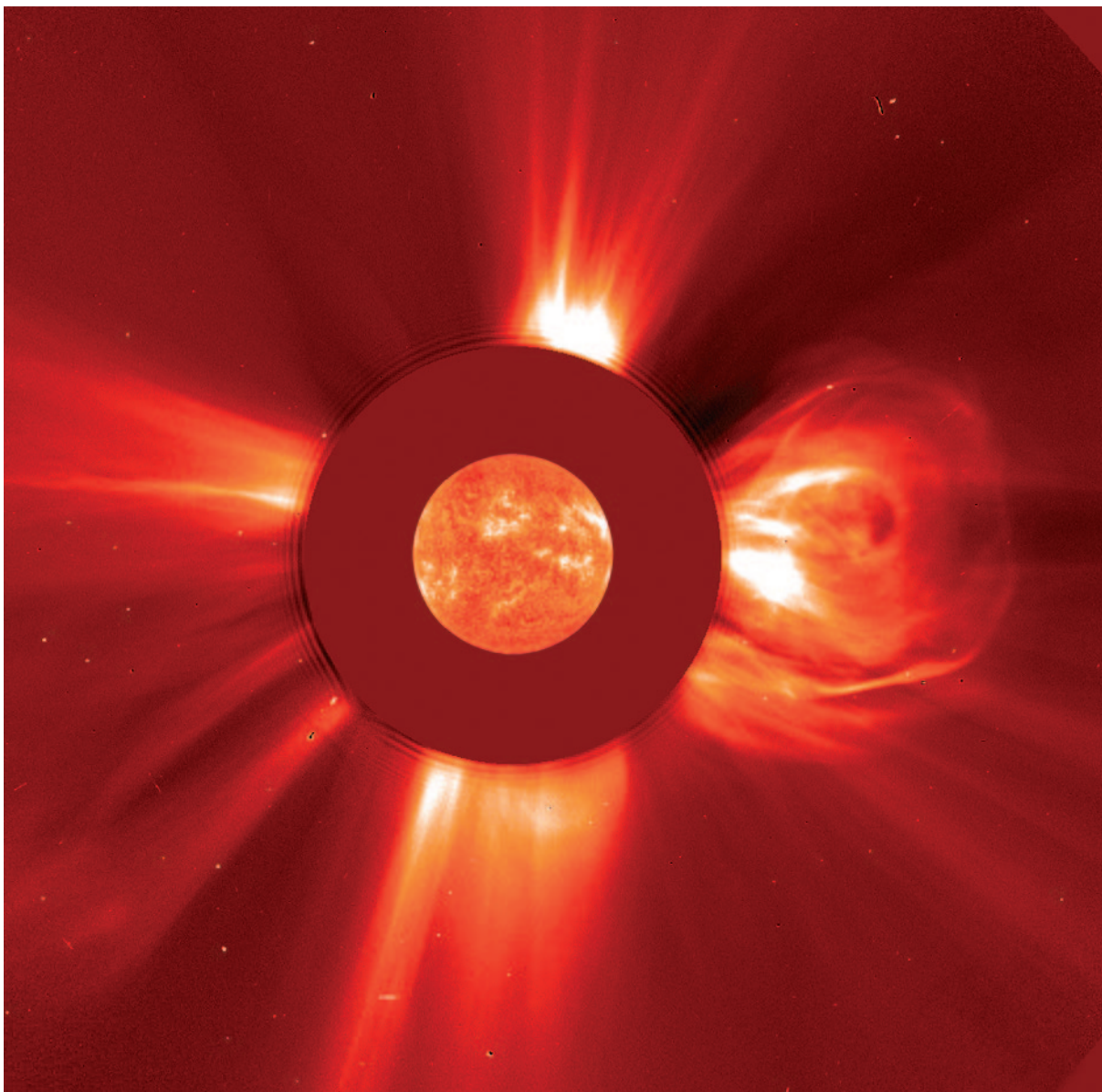
2.1 Der Fusionsreaktor

Früher nahm man an, dass auf der Sonne ein riesiges Feuer brennen würde. Doch wenn der gigantische Sonnenball mit einem Durchmesser von 1,4 Millionen km vollständig mit Öl gefüllt wäre, hätte das gerade mal für rund 10.000 Jahre gereicht. Da die Sonne aber schon etwa 4,5 Milliarden Jahre alt ist und sich in der Blüte ihres Lebens befindet, muss das Feuer, das dort brennt etwas Besonderes sein. In der Sonne konzentrieren sich nahezu 98 % der gesamten Masse unseres Sonnensystems.

Die Sonne ist so groß, dass in ihrem Innern die Erde über 1,3 Millionen mal Platz hätte. Die Energie, die von der Sonne ausgeht, wird tief im Innern erzeugt. Dort herrscht eine Temperatur von rund 15 Millionen K bei einem unvorstellbar hohen Druck, der etwa 340 Millionen mal größer ist als der normale Luftdruck auf Meereshöhe. Erst in den 30er Jahren des 20. Jahrhunderts haben die Physiker herausgefunden, dass

Das Magnetfeld schützt die Erde vor den schädlichen Auswirkungen des energiereichen Teilchenstroms von der Sonne - dem Sonnenwind





Protuberanzen sind gewaltige Ausbrüche glühenden Plasmas aus der Sonnenoberfläche. Sie reichen um ein Mehrfaches des Erddurchmessers ins All hinaus

bei dieser Temperatur und dem gleichzeitig enorm hohen Druck eine Kernfusion stattfindet. Vier leichte Wasserstoffatome (Protonen) verschmelzen über mehrere Zwischenschritte zu einem schwereren Heliumatom (Alpha-Teilchen). Allerdings ist das Endprodukt 0,7 % leichter als die Ausgangsstoffe. Bei diesem Fusionsprozess hat sich der Massenverlust in Energie verwandelt, wird in Form von Gammastrahlung freigesetzt und durch einen Konvektionsprozess an die Oberfläche transportiert, wo diese Energie als Licht und Wärme abgestrahlt wird.

2.2 Die Strahlung

Die von der Sonne ausgestrahlte Energiemenge verteilt sich auf einen breiten Wellenbereich. Das Spektrum der Sonnenstrahlung geht vom Bereich der sehr kurzwelligen Röntgen- und Ultravioletten (UV) Strahlung über das sichtbare Licht bis in den Bereich der langwelligen Infrarot- und Radiostrahlung.

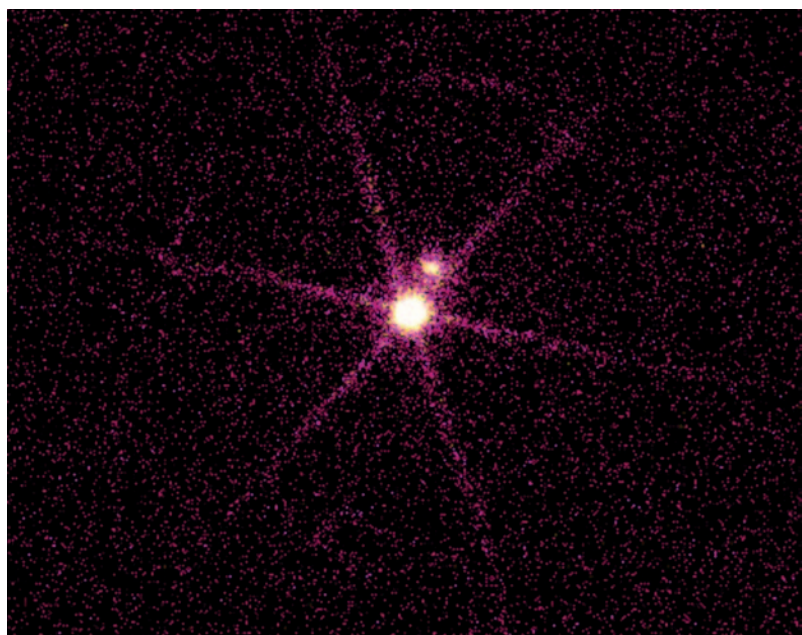
Das sichtbare Licht bildet dabei nur einen sehr kleinen Ausschnitt aus dem Gesamtspektrum. Die einfallende Sonnenstrahlung wird zu rund einem Drittel von der Atmosphäre wieder reflektiert und in den Weltraum zurückgestrahlt. Der Rest wird größtenteils von den Bestandteilen der Atmosphäre und der Erdoberfläche absorbiert. Vor allem Ozon, Kohlendioxid sowie Wasserdampf absorbieren bestimmte Bereiche der kurzwelligen Sonnenstrahlung. Ozon absorbiert im Bereich der UV-Strahlung, Kohlendioxid und Wasserdampf vor allem im infraroten Bereich.

2.3 Das unaufhaltsame Ende

In jeder Sekunde werden durch die Fusion 700 Millionen Tonnen Wasserstoff in Helium umgewandelt. Dabei werden 5 Millionen Tonnen reiner Energie erzeugt und in einem Zeitraum von etwa 1 Million Jahren an die Oberfläche transportiert. Mit der Zeit wird die Sonne also leichter.

Ein weißer Zwerg - so könnte auch das Endstadium unserer Sonne aussehen

Obwohl sie diese unvorstellbar große Masse verliert, dürfte der Brennstoff noch für etwa 5 Milliarden Jahre reichen. Doch gegen Ende ihres Lebens wird das Helium zu schwereren Elementen verbrannt. Dabei dehnt sich die Sonne aus und verschlingt alle Planeten unseres Sonnensystems. Als Roter Riese wird sie noch etwa 1 Milliarde Jahre überleben, um dann das Ende als Weißer Zwerg zu finden.



Wetter, Klima, Klimawandel

Wissen für eine Welt im Umbruch

Podbregar, N.; Schwanke, K.; Frater, H.

2009, VII, 227 S., Hardcover

ISBN: 978-3-540-00839-2