

Sonnenstürme mit Vorwarnung

Joachim Michael Wallasch

Die Sonne ist die Quelle der Energie, die auf der Erde seit ca. 4 Milliarden organisches Leben ermöglicht. Gleichzeitig laufen auf der Sonne auch physikalische Prozesse ab, die diese Lebensvorgänge beeinträchtigen, ja sogar zerstören können. Zusätzlich können technische Prozesse, die für unsere moderne Zivilisation unverzichtbar sind (Telefon, Fernsehen, Mobilfunk, Navigation) durch Auswirkungen der auf der Sonne ablaufenden Prozesse z.T. massiv gestört werden. Es ist also nicht nur aus rein wissenschaftlicher Neugier, sondern auch aus rein wirtschaftlichen Interessen heraus interessant und wichtig, die auf der Sonne ablaufenden Prozesse möglichst gut zu kennen, um Prognosen für ihre Auswirkungen auf die Erde machen zu können. Zahlreiche Satellitenprojekte waren speziell der Beobachtung der Sonne gewidmet. Hervorzuheben sind die beiden amerikanisch-europäischen HELIOS-Sonden, die 1974 bzw. 1976 gestartet wurden und die in Umlaufbahnen um die Sonne gelenkt wurden, die über die Pole der Sonne führten. Eine der Sonden sendet noch heute regelmäßig Daten! Seit 2001 beobachtet die SOHO-Sonde kontinuierlich in verschiedenen Spektralbereichen die Sonne. Die Analyse dieser Bilder ermöglicht das Studium der zeitlich variablen Prozesse, die in der im optischen sichtbaren sog. Photosphäre der Sonne ablaufen.

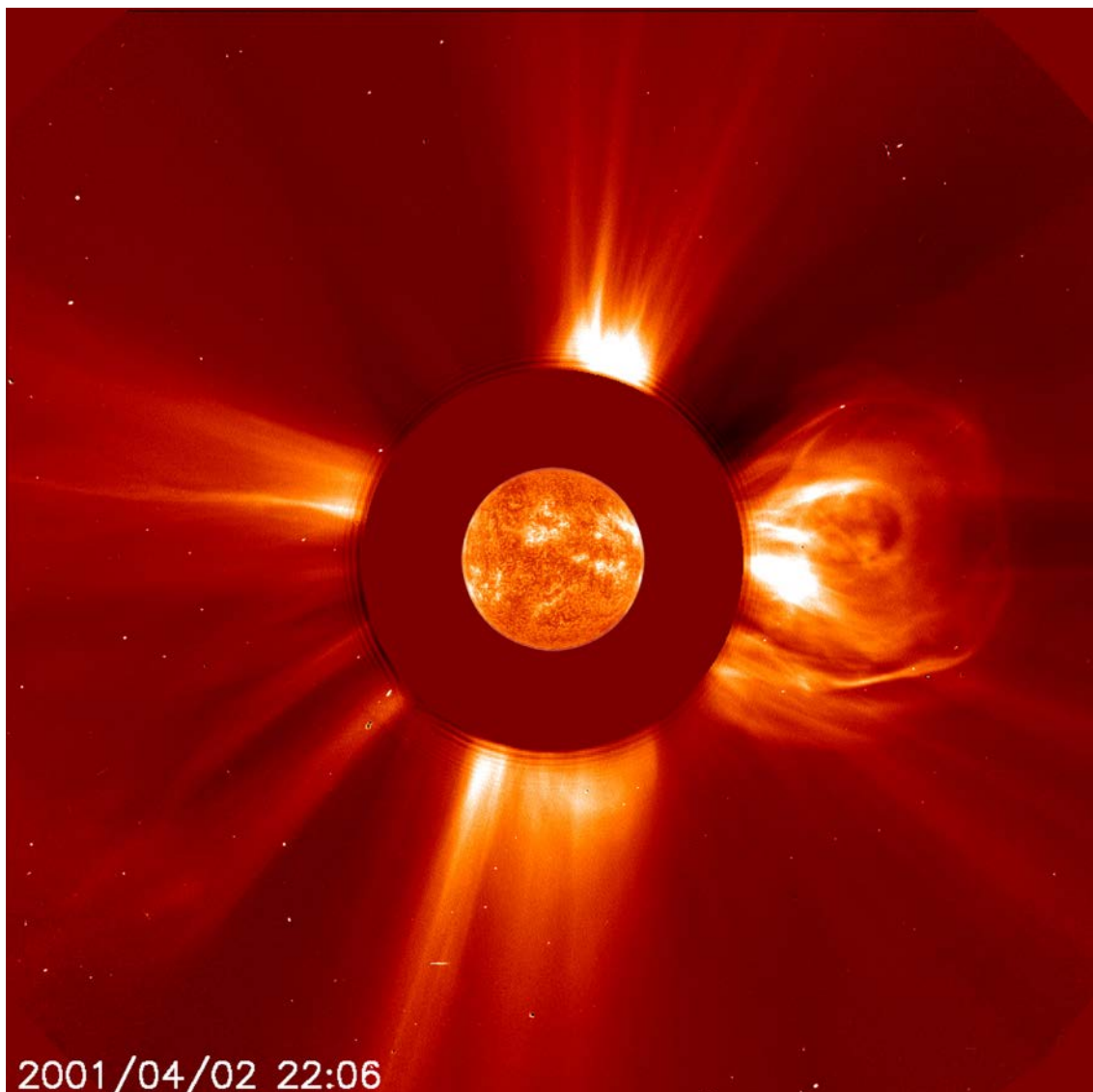


Abb 1.: ©: SOHO Project, NASA's Goddard Space Flight Center,
https://eoimages.gsfc.nasa.gov/images/imagerecords/1000/1331/superflarecombo_lrg.jpg.

Das bekannteste und der praktischen Beobachtung in der Schule am leichtesten zugängliche Phänomen dürfte das der sog. „Sonnenflecken“ sein. Seit der ersten Publikation von Heinrich Schwabe aus dem Jahr 1848 ist bekannt, daß die Zahl der gleichzeitig beobachtbaren Sonnenflecken in einem 11- bzw. 22-jährigen Zyklus schwankt. Im Optischen erscheinen Sonnenflecken als dunkle, fast schwarze Bereiche. Das im Brennpunkt von SuW 9/2007 auf Seite 14 und hier in Abb. 1 gezeigte Bild der Sonne ist aber eine computererzeugte Abbildung, die aus zwei verschiedenen Spektralbereichen (des extremen Ultraviolett) zusammengesetzt ist. In dieser Darstellung sind die Sonnenflecken als helle, weiße Gebiete wiedergegeben. Man erkennt erstens, daß die Sonnenflecken in erster Näherung im Bereich des Sonnenäquators auftreten; zweitens sind am oberen Bildrand Strukturen zu erkennen, die an Magnetfeldlinien erinnern. Und in der Tat ist seit langem bekannt, dass diese dunkleren Bereiche der Photosphäre mit starken Magnetfeldern korreliert sind.

Die Details der zeitlichen Veränderungen dieser Felder und ihrer Wechselwirkung mit der Materie des Sonnenplasmas sind natürlicherweise komplex, allerdings sind die Grundlagen der relevanten physikalischen Prozesse fester Bestandteil des Oberstufenphysikunterrichts; Kreisbahn des Elektrons im konstanten Magnetfeld, Bestimmung der spezifischen Ladung des Elektrons, Massenspektrometer, Zyklotron und Synchrotron u. a. m. Eine klassische Anwendung des Gravitationsgesetzes ist die Berechnung der Mindestgeschwindigkeit der von der Sonne ausgeworfenen Materie.

Der Brennpunktbeitrag „Sonnenstürme mit Vorwarnung“ beinhaltet einige zentrale astronomische Fachbegriffe, deren Bedeutungen sorgfältig eingeführt werden müssen, um mögliche sprachlich bedingte Missverständnisse zu vermeiden:

1. Ein **Sturm** ist für Schüler ein aus der Alltagserfahrung bekanntes meteorologisches Phänomen, dessen Ursachen in der komplizierten Wechselwirkung zwischen der Einstrahlung des Sonnenlichtes auf die Atmosphäre, die Wasseroberflächen und den Erdboden liegen.
2. **Sonneneruptionen** dürfen nicht mit den aus dem Erdkundeunterricht thematisierten Phänomenen einer **vulkanischen** Eruptionen verwechselt werden.
3. **Aktive Regionen** sind die mit den Sonnenflecken korrelierten Bereiche der Photosphäre.
4. **Radiospektren** registrieren die Frequenzabhängigkeit und Intensität von Radiostrahlung, die bei der Bewegung geladener Teilchen in Magnetfeldern abgestrahlt wird (z. B. Synchrotronstrahlung).
5. Von der Sonnenoberfläche strömen ständig elektrisch geladene Teilchen („Sonnenwind“) weg, deren Bahnen zunächst durch die inhomogenen, zeitlich veränderlichen Magnetfelder der Sonne bestimmt werden. Gelangen diese Teilchen des Sonnenwindplasmas in die Erdatmosphäre, so werden Polarlichter erzeugt.

Die im Artikel angesprochene Gefährdung von Astronauten in der Erdumlaufbahn entspricht der Gefährdung durch radioaktive Strahlung. Geladene Teilchen können entweder direkt die Schutzhülle der Raumstationsteile oder Raumanzüge durchdringen, oder sie erzeugen durch Wechselwirkung mit den Materialien der Raumstation elektromagnetische Strahlung, die in den Organismus eindringen und ihn potentiell schädigen kann. Dieses Problem steht auch im Zentrum der Frage, wie Menschen während eines Raumflugs zum Mars und zurück vor den Auswirkungen von Sonneneruptionen geschützt werden könnten.