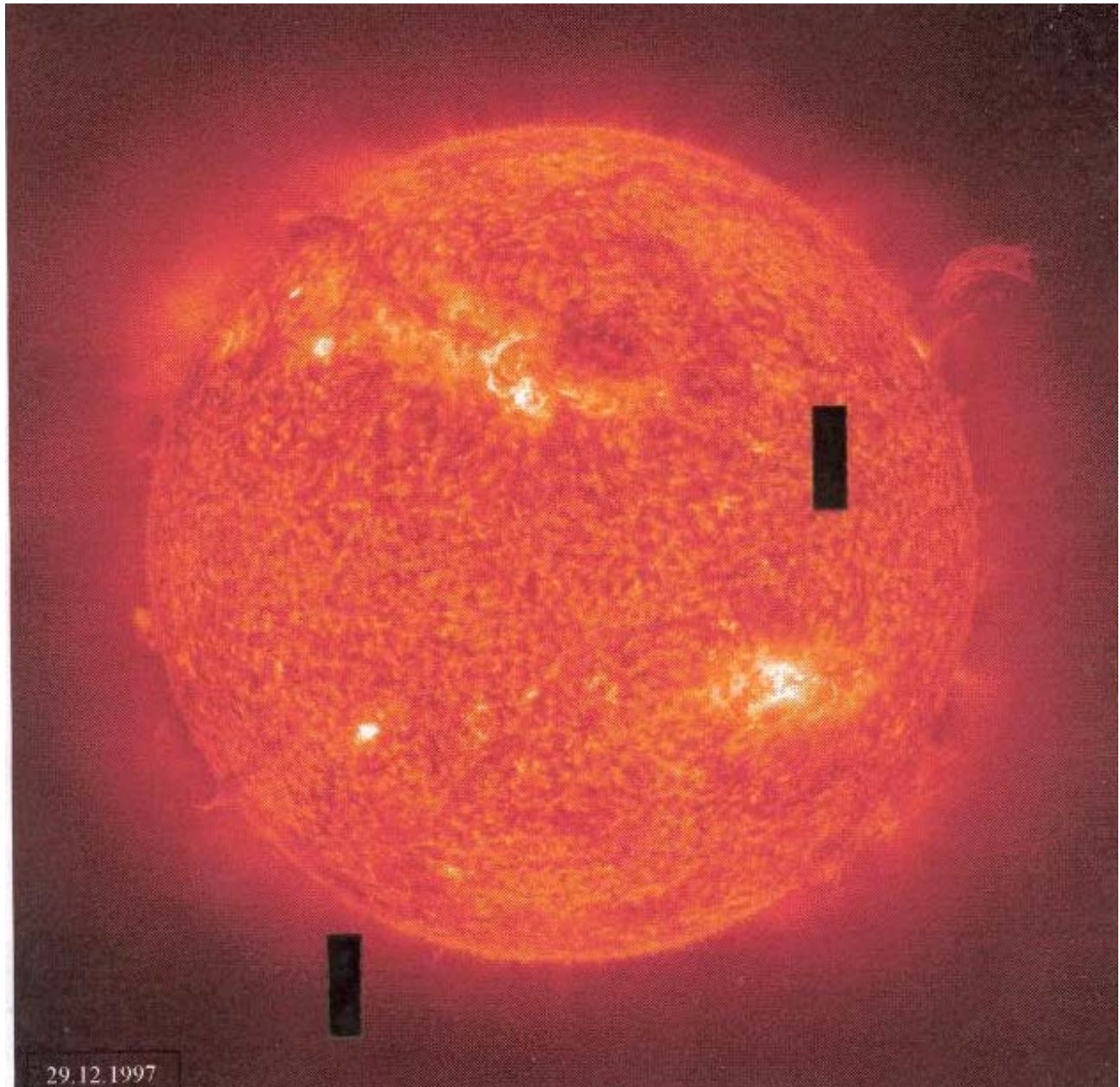


Sonnenbeobachtung im Internet



Jugendforschtarbeit 1998
von
Christian Dally und Alexander Grefrath

Sonnenbeobachtung im Internet

Inhaltsverzeichnis

1. Kurzfassung

2. Einleitung

3. Einstieg in die Sonnenphysik

3.1 Sonnenklänge

3.2 Eine Reise durch die Sonnenphysik

3.3 Das Sonnenkino

3.4 Teilgebiete der Sonnenphysik

3.4.1 Protuberanzen und Filamente

3.4.2 Flares

3.4.3 Die Sonnenkorona

3.4.4 Der Sonnenwind

3.4.5 Auswirkungen eines Sonnensturmes auf der Erde 3.4.6 Oszillationen

4. Aufgabensammlung

5. Linksammlung

6. Literaturverzeichnis

1. Kurzfassung

Die Sonne kann man nicht mit "unbewaffnetem" Auge beobachten, deshalb benutzen Schüler unserer Schule ein Fernrohr mit Sonnenfilter oder ein kleines Radioteleskop. Seit wenigen Jahren jedoch stehen uns Schülern einzigartige Bilder und unzählige Daten von wissenschaftlichen Sonnensatelliten und Observatorien zur Verfügung. Man benötigt allerdings einen Internetanschluss.

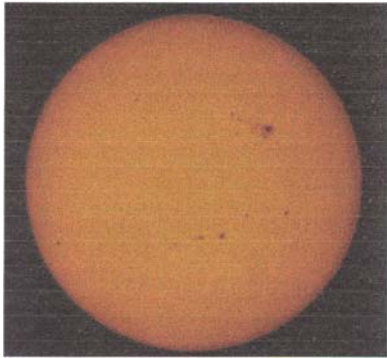
In unserer Arbeit möchten wir zeigen, wie man das Internet sinnvoll zur Sonnenbeobachtung nutzen kann. Bei effektiver Nutzung des Internets kann man sich anhand der zur Verfügung stehenden Daten schnell, ausführlich und insbesondere aktuell über die physikalischen Vorgänge auf der Sonne informieren. Bei unseren Internetreisen begegneten wir Daten, Bildern und Filmen, von denen die Schülergenerationen vor uns nur träumen konnten. Die schönsten und besten von ihnen haben wir auf CD-ROM gebrannt und dieser Arbeit beigelegt.

Anband dieses Materials haben wir versucht, dem Leser die Physik der Sonne anschaulich nahe zu bringen. Aufgaben zur Sonnenphysik sowie eine aktuelle Linksammlung runden diese Arbeit ab.

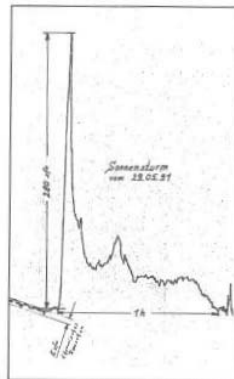
2. Einleitung

Sonnenbeobachtung im Internet soll keine Aufforderung für den Leser sein, sich einer reinen virtuellen Sonnenbeobachtung zu widmen. Unsere Arbeit ist viel mehr als Ergänzung für die aktive, direkte Beobachtung mittels Fernrohr, Radioteleskop,... gedacht. In ihr möchten wir zeigen, wie das Internet trotz seiner verwirrenden Informationsfülle konkret und praktisch genutzt werden kann. Außerdem möchten wir alle ermuntern, dieses mächtige Werkzeug zur Sonnenbeobachtung zu nutzen.

Seit Jahren widmen sich Schüler unserer Schule der Sonnenbeobachtung. So z.B. Andreas Goris mittels Fernrohr und Fotoapparat (siehe Abb. 2.1). Auch im Radiobereich gelang es unseren Vorgängern erfolgreich Sonnenstürme aufzuzeichnen (siehe Abb. 2.2).

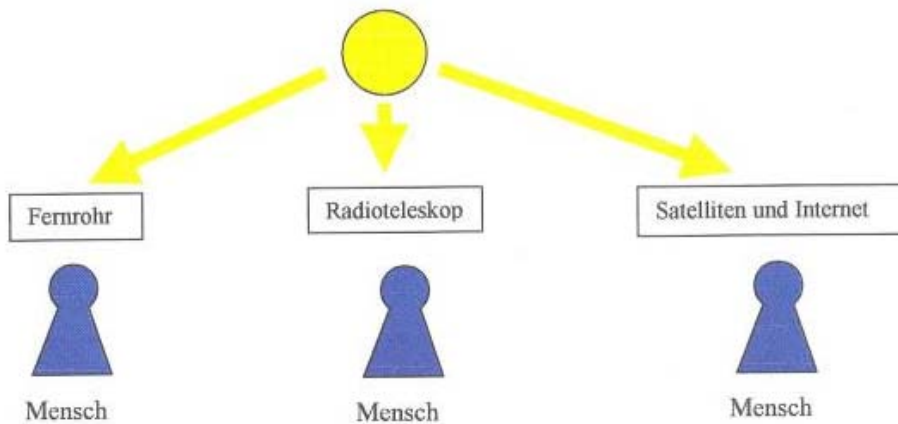


(Abb. 2.1: Sonnenfoto von Andreas Goris)



(Abb. 2.2: Sonnensturm vom 29.05.1991)





Wir benutzen nun Satelliten und das Internet zur Sonnenbeobachtung. Die Sonne ist also geblieben, nur die Geräte haben sich gewandelt.



(Abb. 2.3: Sonnenbeobachtung im Wandel der Zeit)

3. Einstieg in die Sonnenphysik

Das Internet liefert eine Flut von Daten, Bildern, Grafiken und Filmen zur Sonnenphysik. Aus dieser Datenmenge muss man die wichtig erscheinenden Daten heraus filtern. Dies bedarf jedoch entsprechender Kenntnisse. Um dem Leser dieser Arbeit Zeit und Kosten zu ersparen, haben wir die besten Informationen, die wir bei unseren Internetreisen gefunden haben, auf der beiliegenden CD-ROM zusammengestellt.

	Diese Reise durch die Sonnenphysik vermittelt auf leichtverständliche Weise Basiswissen über die Sonne. Viele Phänomene der Sonne werden hier anhand von Bildern näher erläutert.
	Das Sonnenkino ist eine Zusammenstellung von verschiedenen GIF-Animationen. Es wird kurz beschrieben was man sieht.
	Hinter diesem Icon verbirgt sich auch einen Sonnenkino. Allerdings liegen die Filme im MPEG-Format vor. Ohne entsprechende Treiber lassen sie sich nicht anschauen. Im Verzeichnis MPEG-Treiber finden Sie einen brauchbaren Treiber.
	Hier finden Sie einige Sonnenklänge. Wenn Sie über eine Soundkarte verfügen und Ihr System richtig konfiguriert ist, können Sie sich diese Töne anhören.

(Abb. 3.1: Startseite der CD-ROM)

Die beiliegende CD-ROM bietet die Möglichkeit für einen anschaulichen, leichtverständlichen Einstieg in die Sonnenphysik. Um auf die obige Startseite der CD-ROM zu gelangen, öffnen Sie Netscape oder den Internet Explorer und geben als Adresse den Buchstaben ihres CD-ROM Laufwerks, gefolgt von `:/jufo/start/start.htm` ein. Wenn Sie auf die Icons (links vom Text) klicken gelangen Sie auf die jeweiligen Seiten.

3.1 Sonnenklänge

Die Sonnenklänge bringen die Sonne auf akustische Weise näher. Klicken sie auf eine der folgenden Grafiken auf der Seite der Sonnenklänge und genießen Sie diesen Klang. Hier finden Sie auch weitere Erläuterungen.

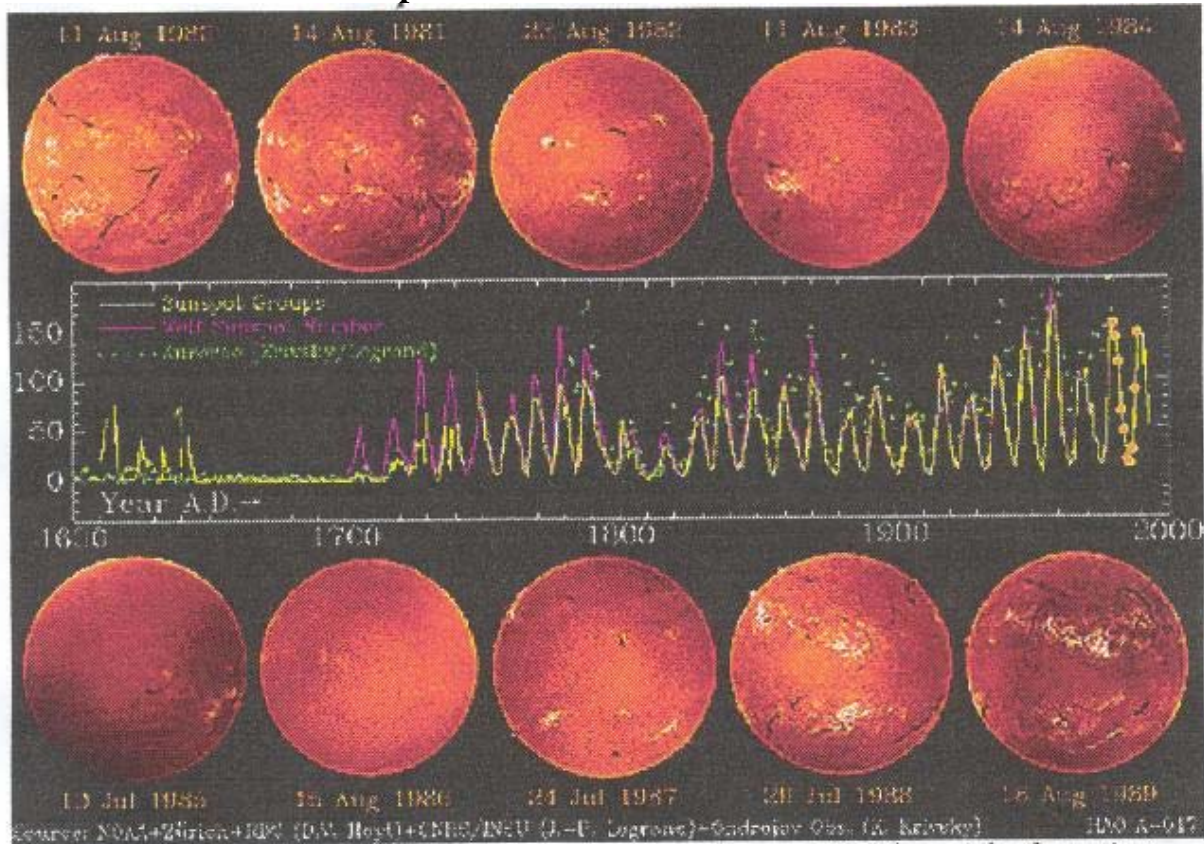


(Abb.: 3.1.1.: Ein Sonnenklang)

3.2 Eine Reise durch die Sonnenphysik

Das erste Icon führt Sie zur Reise durch die Sonnenphysik. Diese Reise vermittelt an Hand von Bildern und kurzen Texten ein Grundwissen über die Sonne. Hier ein Beispiel:

Ein paar Extra-Infos zu Sonnenflecken

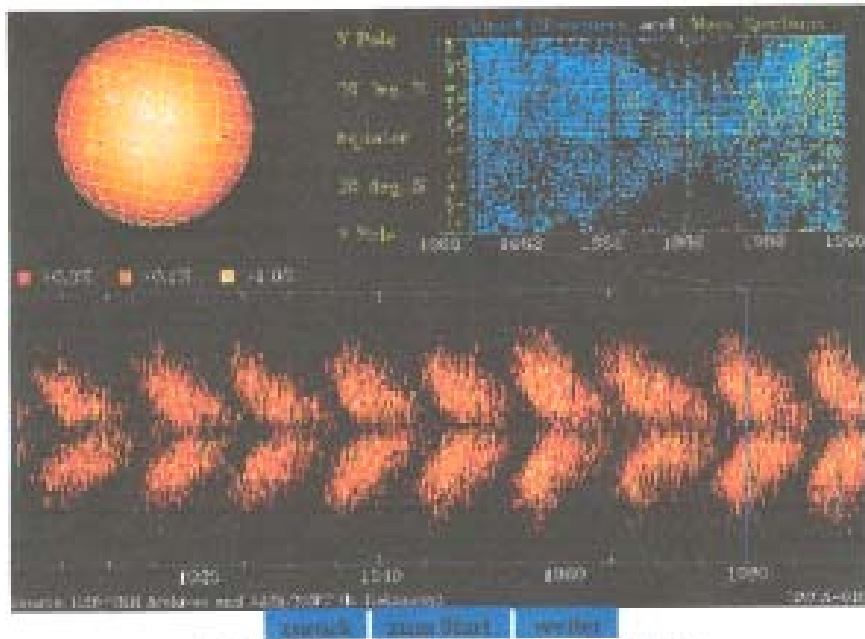


Ein Sonnenfleckenzyklus dauert nicht wie vorher einmal gesagt 11 Jahre, vielmehr variiert seine Länge. Er kann 9 bis 11,5 Jahre dauern, im Mittel ist er 10,8 Jahre lang. Der Einfachheit halber nummeriert man die Zyklen durch. Nummer eins war der Zyklus von 1755 bis 1766.

In dem Graphen erkennt man, dass die Maxima nicht immer gleich groß sind. Zwischen den Jahren 1645 und 1715 sind nur sehr wenige Sonnenflecken zu beobachten gewesen, Maxima sind nicht zu erkennen. Man nennt dieses lange Sonnenflecken Minimum "Maunder Minimum", nach E. W. Maunder der sich damit beschäftigte. Die H-alpha-Aufnahmen der Sonne sollen zeigen, dass die Zahl anderer Sonnenaktivitäten, wie Filamente, mit der Zahl der Sonnenflecken steigt oder sinkt.

Im Sonnenfleckenminimum 1986 bis 1987 zeigen die Aufnahmen tatsächlich fast keine Aktivitäten.

Die untere Graphik zeigt ein Schmetterlingsdiagramm, auf der Abszisse ist die Zeit aufgetragen, auf der Ordinate der geographische Breite, bei welcher ein Sonnenfleck gefunden wurde. Wie man sehen kann, überlappen sich die einzelnen Sonnenfleckenzyklen ein wenig. Wenn die letzten Flecken vom alten Zyklus noch in Äquatornähe existieren erscheinen bei etwa 40 Grad Breite bereits die ersten Flecken des neuen Zyklus. Das Diagramm in der rechten Ecke zeigt bei welchen Breiten die Korona zu welcher Zeit Lichtstreifen hatte. Bei einem Fleckenminimum hat die Korona kaum Lichtstreifen in Polnähe. Die grünen Punkte zeigen Materieausstöße.







(Abb. 3.2.1: Eine Seite der Reise durch die Sonnenzyklen.)

3.3 Das Sonnenkino

MPEG-Format

Um diese Filme abspielen zu können benötigen Sie einen MPEG- Treiber. Falls Sie keinen besitzen, können Sie den benutzen, welcher dieser CD-ROM im Verzeichnis MPEG- Treiber beiliegt. Zur Installation müssen Sie ihn nur doppelt anklicken.

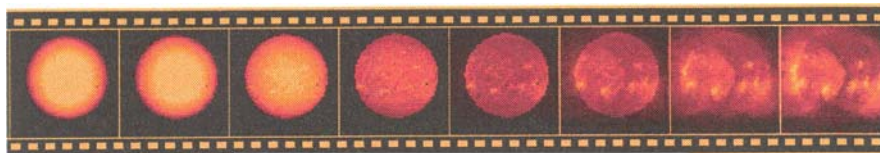
	Dieser Film zeigt einen Flug um die Sonne. Man kann Protuberanzen und Flares im Spektrum der Röntgenstrahlung sehen.		Dieser Film zeigt einen koronalen Massenausstoß. Um die Korona aufnehmen zu können, wurde die Sonnenscheibe abgedeckt.
	Hier sieht man den Ausstoß und das Wiederabfließen der Materie einer Protuberanz.		Bei diesem Film wurde eine schmalen Streifen der Photosphäre abgefahren und die Breite der H-alpha Linie aufgezeichnet.
	Dieser Film ist ein Magnetogramm der Sonnenscheibe und ihrer Umgebung.		Der linke Teil des Filmes zeigt die Sonne im Röntgenbereich, der rechte zeigt sie im sichtbarem Spektrum.
	Eine Aufnahme von Fe XV ist hier zu sehen.		Dieser Film zeigt eine Überblendung. Am Anfang sieht man die Sonne im sichtbarem Licht, später im H-alpha-Licht und am Schluß im Röntgenbereich.

Klicken Sie hier um [zum Start](#) zurückzukehren.

(Abb.: 3.3.1: Das Bild zeigt die Startseite der MPEG- Filme. Klicken Sie auf die Bilder, um die Filme anzuschauen)

(Abb.: 3.3.1: Das Bild zeigt die Startseite der MPEG- Filme. Klicken Sie auf die Bilder, um die Filme anzuschauen)

Das Sonnenkino ist eine Auswahl von GIF- und MPEG- Filmen, die im Internet zu finden sind. Auf Filmen kann man die Entstehung und Veränderung von Aktivitätsgebieten besser beobachten und ihre Ursachen erkennen als auf Einzelbildern. Ein besonders schöner Film liegt im MPEG-Format vor. Es ist der "Film08.mpg". Er zeigt eine Überblendung vom sichtbarem Licht bis ins Röntgenspektrum. Sie können diesen Film aber nur abspielen, wenn sie einen MPEG- Treiber installiert haben. Verfügen Sie über keinen solchen Treiber können Sie den auf der CD-ROM vorhandenen verwenden. Leider haben wir nur diesen Treiber als Freeware gefunden. Drei der MPEG-Filme kann er leider nicht abspielen.



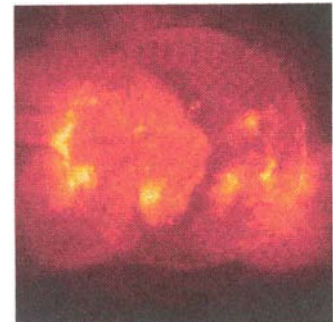
(Abb.:3.3.2: Dies sind Ausschnitte aus dem MPEG-Film Nr.8)

3.4 Teilgebiete der Sonnenphysik

3.4.1 Protuberanzen und Filamente

Protuberanzen sind mit die schönsten Erscheinungen auf der Sonne. Sie entstehen am Sonnenrand in der oberen Chromosphäre und der unteren Korona. Diese Erscheinungen haben niedrigere Temperaturen als ihre Umgebung, aber eine höhere Dichte.

Das Phänomen der Protuberanzen kann gewöhnlich nur im Licht bestimmter Spektrallinien gesehen werden, wie z.B. in der H-alpha-Linie. Bei totaler Sonnenfinsternis sind sie mit dem Auge erkennbar. Die auf der Sonnenscheibe liegenden Filamente sind das gleiche Phänomen wie Protuberanzen. Sie unterscheiden sich aber darin, dass die Filamente auf der Sonnenscheibe in Absorption und die Protuberanzen am Sonnenrand in Emission erscheinen. Die Protuberanzen bestehen hauptsächlich aus nicht ionisierten Wasserstoffatomen. Dies ist für die H-alpha-Emission verantwortlich. Die entstehenden Wellenlängen übertreffen bzgl. ihrer Helligkeit die des koronalen Hintergrundes. Filamente hingegen haben die helle Sonnenscheibe als Hintergrund, deshalb überwiegt hier die Absorption. Protuberanzen und Filamente bilden sich entweder durch das Aufsteigen von Material aus der Chromosphäre in die Korona oder das häufiger vorkommende Abfließen von Material aus der Korona in die Chromosphäre.



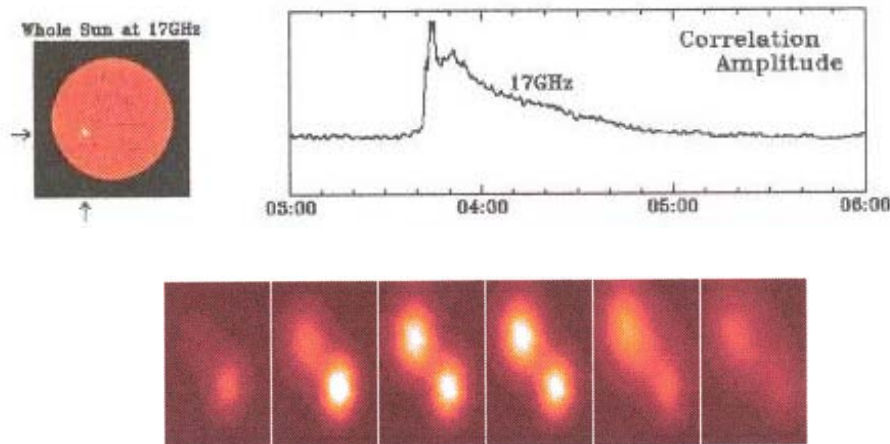
(Abb. 3.4.1.1 und rechts Abb. 3.4.1.2.: Die Bilder sind Ausschnitte aus MPEG-Filmen Diese Filme zeigen einen Materieausstoß und die Verbindung von Protuberanzen mit Flares. Auch in der Reise sind interessante Bilder von Protuberanzen und Filamente zu sehen.)

Man unterscheidet noch zwischen stationären und aktiven Protuberanzen und Filamenten. Die stationären Protuberanzen können bis zu einem Jahr ihre Grundform beibehalten. Sie befinden sich in älteren, fleckenlosen Aktivitätsgebieten über der magnetisch neutralen Linie. Die Feldlinie der Gebiete entgegengesetzter magnetischer Polarität überbrücken die neutrale Linie in Form von Bögen. Sie durchsetzen die Protuberanzen und werden durch dessen Gewicht nach unten gedehnt, wodurch sich die magnetische Spannung erhöht und die Protuberanzen getragen wird. Am Anfang sind stationäre Protuberanzen Filamente, die sich entlang der Neutrallinie erstrecken. Filamente werden durch die differentielle Rotation in helographischer Breite gestreckt. Gegenüber den stationären Protuberanzen machen die aktiven von ihnen Formänderungen in wenige Minuten. Sie sind mit Fleckengruppen verknüpft und besitzen zwei Erscheinungsformen: Bögen (Loops); Kondensationen und Knoten. Hierbei strömt Material aus der Korona ab, welches früher aus der Chromosphäre ausgeworfen wurde. Die Bogenprotuberanzen verbinden Gebiete entgegengesetzter magnetischer Polarität in entstehenden Fleckengruppen, aber quer zur Neutralinie. Wenn Material von der Chromosphäre aufsteigt, ist dies meistens mit einem Flare verbunden.

3.4.2 Flares

Ein Flare besteht in der plötzlichen Freisetzung von großen Energiemengen. Diese in einem Aktivitätsgebiet entstehenden Flares strahlen über den ganzen Bereich des elektromagnetischen Spektrums. Jedoch sind Flares gewöhnlich nur im monochromatischem Licht erkennbar. Ein Flare ist am besten in der H-alpha- oder K-Linie zu erkennen. Die Aktivitätsgebiete in denen Flares auftreten sind meistens sehr komplex. Vor dem Auftreten von Flares kommt es zu einer Veränderung des umgebenden Magnetfeldes, welches sich durch Änderung der stationären Filamente andeuten kann. Diese Filamente steigen mit starker Beschleunigung auf und verschwinden beim Aufleuchten des Flares. Kurze Zeit nach dem Aufleuchten des Flares ist das Magnetfeld wieder in seinen normalen Zustand zurückgekehrt. Die H-alpha-Emission, die beim Flare entsteht, ist eine Folge der Temperaturerhöhung in der oberen Chromosphäre und der unteren Korona. (In der Kinossammlung sind einige Filme über das Phänomen "Flare" zu betrachten.)

Ein Flare erreicht rasch seine maximale Helligkeit. Die erste Phase einiger Flares, insbesondere energiereicher, ist die Abstrahlung harter Röntgenstrahlung, gefolgt von einem langsamen Anstieg und Abfall der Intensität der weichen Röntgenstrahlung. Gleichzeitig werden auch Wellenlängen im sichtbaren und ultravioletten Bereich gesendet. Der rasche Anstieg der Energiefreisetzung lässt sich sehr gut im Radiobereich erkennen (siehe folgende Abbildungen). Auch der langsame exponentielle Abfall der Strahlung zeigt sich bei der 17-GHz-Komponente des dargestellten Flares deutlich.



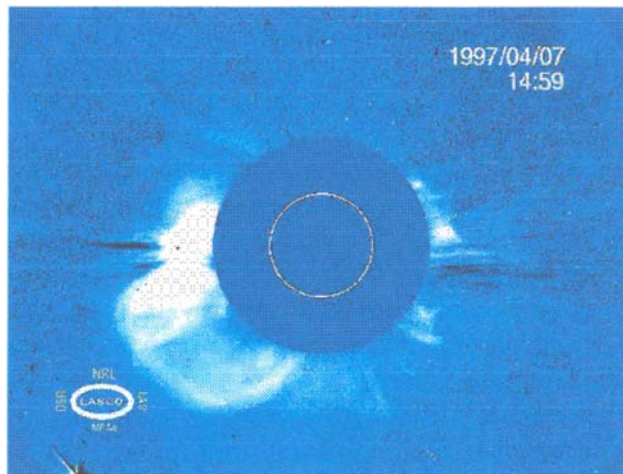
(AbbJ.4.2.1: Ein Sonnensturm im Radiobereich)

Die harte Röntgenstrahlung entsteht durch die, auf halbe Lichtgeschwindigkeit beschleunigten, Elektronen, welche mit anderen Teilchen zusammenstoßen und Bremsstrahlung abgeben. Der Ablauf der Ereignisse bei einem Flare über einem Aktivitätsgebiet beginnt mit der Speicherung großer Energiemengen im Magnetfeld. Wird dann diese Energie freigesetzt, so werden Elektronen dadurch stark beschleunigt. Durch die Wechselwirkung der Elektronen mit dem Magnetfeld und dem umgebenden Plasma wird elektromagnetische Strahlung vom Röntgen- bis zum Radiobereich erzeugt. Hierdurch erhitzt sich die Chromosphäre und die Korona so, dass Material ausgestoßen wird. Die primäre Energiequelle ist also das Magnetfeld. Je komplexer das Magnetfeld ist, desto größer ist die Wahrscheinlichkeit für einen Flare.

In einem bipolaren Gebiet oder zwischen Gebieten entgegengesetzter Polarität existiert eine neutrale Schicht, die Kraftlinien entgegengesetzter Richtung trennt. Eine kleine Instabilität genügt zur Vereinigung oder Berührung der Feldlinien. Dies führt dann zur Freisetzung von Energie, zur Beschleunigung von Teilchen und zu Plasmaausstoßen.

3.4.3 Die Sonnenkorona

Die Korona ist die äußerste Schicht der Sonne, sie erstreckt sich mehr als einen Sonnenradius weit ins All. Mit zunehmender Entfernung von der Sonne wird ihre Dichte immer geringer. Da sie extrem lichtschwach ist, wird sie von der Photosphäre im sichtbaren Spektrum überstrahlt, deshalb konnte man sie lange Zeit nur während Sonnenfinsternissen studieren. Heute sind die Beobachtungsmöglichkeiten besser. Im Radiobereich kann man sie auf der Erde zu jeder Tageszeit beobachten. Im Weltall gelingen sogar gute Aufnahmen im sichtbarem Spektrum. (Und jeder Amateur kann exzellente Aufnahmen fast umsonst bekommen, er muss sie sich nur aus dem Internet holen.) Man hat auch Röntgenaufnahmen der Korona gemacht. Eigentlich sollte man erwarten, dass sie dort nicht leuchtet, aber sie tut es. Zunächst könnte man vermuten, dass es sich um Synchrotronstrahlung handelt. Dies ist aber nicht so. Die Röntgenstrahlung ist thermischen Ursprungs. Dazu muss die Korona sehr heiß sein. Viel heißer als die Photosphäre mit ihren 5800 Kelvin. Jetzt stellt sich natürlich die Frage, wie die relativ kalte Photosphäre die Korona so stark aufheizen kann. Dies ist so, als wolle man auf einer Herdplatte, die nur einige hundert Grad heiß werden kann, einen Stoff auf einige tausend Grad erhitzen. Auf dem ersten Blick ist es physikalisch nicht möglich. Wenn sie nicht auf thermische Weise aufgeheizt wird, muss dies wohl anders geschehen, aber wie?



(Abb.3.4.3.1: Dieser Ausschnitt aus einem MPEG- Film zeigt den Massenauswurf aus der Korona.)

Eine Theorie basiert auf Annihilation, der Vernichtung von gegensätzlichen magnetischen Feldlinien. Die im Magnetfeld der Sonne gespeicherte Energie wird hierbei in Wärme umgewandelt. Auf einigen Röntgenaufnahmen sind Teile der Korona dunkel, sie emittiert dort also keine Röntgenstrahlung. Man nennt diese Gebiete koronale Löcher. In diesen Löchern gehen die Magnetfeldlinien, die die Korona durchsetzen, nicht direkt wieder zur Sonnenoberfläche zurück, sondern sie reichen sehr weit ins All. Das Plasma der Korona kann an dieser Stelle sehr leicht entweichen, deshalb ist die Teilchendichte in einem solchem Loch sehr viel geringer als im Rest der Korona.

3.4.4 Der Sonnenwind

Der Sonnenwind ist ein stetiger Strom von geladenen Teilchen, der aus den koronalen Löchern kommt. Er hat eine Geschwindigkeit zwischen minimal 200km/s und maximal 900km/s; meist liegt sie jedoch zwischen 400km/s und 500km/s. In Erdnähe hat der Sonnenwind eine Teilchendichte von etwa 10 Teilchen pro cm^3 . Diese Teilchen sind hauptsächlich Elektronen und Protonen, aber auch Ionen und Kerne. Die wichtigsten Kerne sind die Heliumkerne, sie haben einen Anteil von 4 bis 5 Prozent. Verwunderlich ist, dass einige Heliumatome nur einfach ionisiert sind, die Temperatur der Korona sollte sie eigentlich zweifach ionisieren. Möglicherweise stammt die Materie des Sonnenwindes gar nicht direkt aus der Korona, sondern aus tieferen, kühleren Schichten und sie verlässt die Sonne nur durch ein koronales Loch.

3.4.5 Auswirkungen eines Sonnensturmes auf der Erde

Bei sehr starken Sonnenwinden (Sonnenstürmen) kann man auf der Erde folgende Auswirkungen beobachten:

Entstehung von starken Polarlichtern in hohen geographischen Breiten

Stauchung des Magnetfeldes

Stromnetze und Telefonleitungen werden gestört

Erdatmosphäre heizt sich auf und dehnt sich aus, was Satelliten gefährden kann

Eindringen von Elektronen in die Atmosphäre

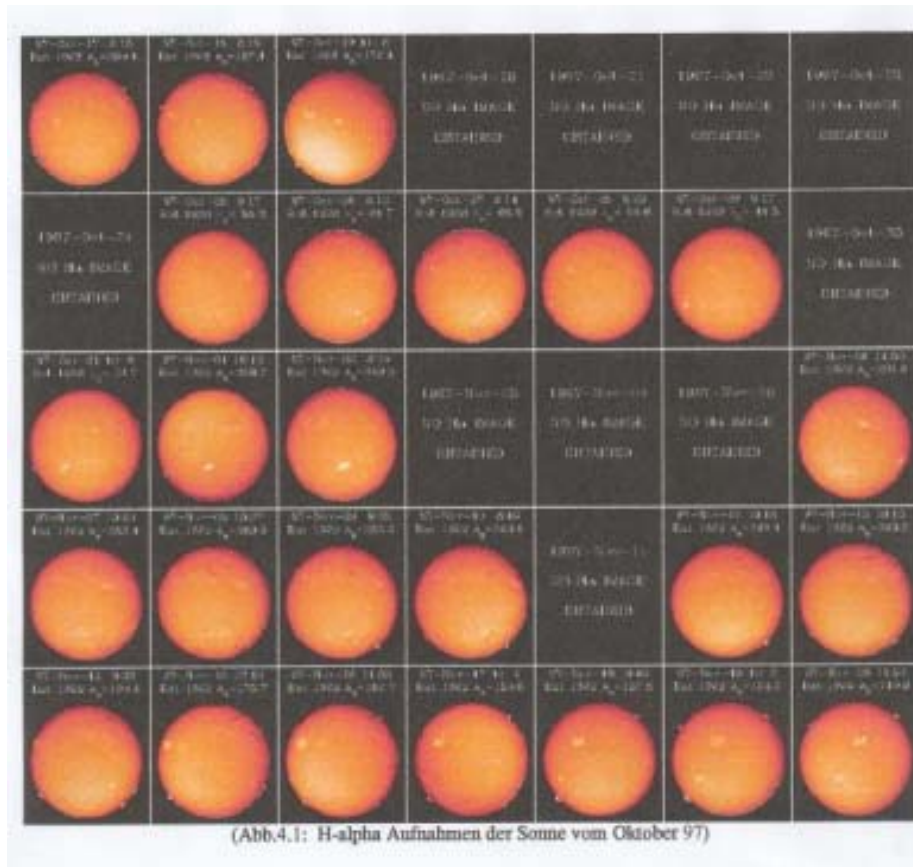
Fehler in der Satellitenübertragung

Zusammenbruch der Kurzwellenkommunikation

3.4.6 Oszillationen

Über ein Phänomen der Sonne wissen die meisten Menschen nur sehr wenig. Die Sonne oszilliert. Vielleicht hat der eine oder andere Leser schon einmal vom Fünfminutenrhythmus der Sonne gehört, bei dem sich große Teile der Sonnenoberfläche mit circa 0,5 km/s heben und senken. Dies ist aber nicht die einzige Oszillation der Sonne, sondern man hat schon einige Millionen Schwingungsformen entdeckt. Sie alle addieren sich zu einem unregelmäßigen Muster auf. Um einzelne Schwingungsformen zu erkennen, sind zum Teil sehr lange Beobachtungen nötig. Warum die Sonne überhaupt schwingt, ist noch nicht bekannt. Möglicherweise regen die auf- und absteigenden Plasmablasen, die auch die Granulation verursachen, die Sonne zum Schwingen an.

4. Aufgabensammlung



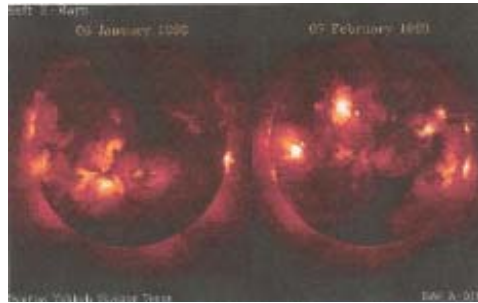
(Abb.4.1: H-alpha Aufnahmen der Sonne vom Oktober 97)

Aufgabe 1:

Oben sehen Sie H-alpha-Aufnahmen der Sonne. Errechnen Sie anhand dieser Bilder die Rotationsdauer für drei verschiedene Breitengrade. Deuten Sie ihre Ergebnisse!

Aufgabe 2:

Erstellen Sie ein t-s-Diagramm der von der Sonne ausgesandten Teilchen, die nach dem Flare vom 6. Januar 1997 auf die Erde zu flogen. Benutzen Sie hierzu den Film 07 aus der GIF-Film-sammlung. Handelt es sich um eine gleichförmige Bewegung mit konstanter Geschwindigkeit? Deuten Sie ihr Ergebnis!



(Abb.4.2: Zwei Röntgenaufnahmen der Sonne)

Aufgabe 3:

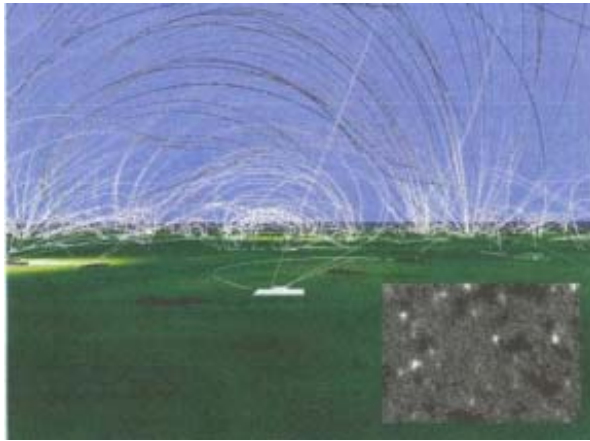
Dieses Bild zeigt eine Aufnahme der Sonnenkorona im Röntgenbereich. Berechnen Sie die notwendige Mindesttemperatur für thermische Röntgenstrahlung. (Röntgenstrahlung beginnt etwa bei einer Wellenlänge von 10^{-8} m).



(Abb.4.3: Aufnahmen von Polarlichtern)

Aufgabe 4:

Einige Tage nach einem Sonnensturm beobachtete man diese Polarlichter auf der Nordhalbkugel der Erde. Versuchen Sie die Entstehung dieser Erscheinung zu erklären. Schauen Sie sich dazu auch den achten Film im GIF-Kino auf der beiliegenden CD-ROM an.



(Abb. 4.4: Das Bild stellt das Magnetfeld der Sonne dar. Man sieht deutlich wie sich Magnetfeldlinien schleifenförmig von der Photosphäre in die Atmosphäre der Sonne erstrecken.)

Aufgabe 5:

Die Korona ist eine sehr heiße Sonnenschicht. Sie ist sehr viel heißer als die tieferliegende Photosphäre. Die "kalte" Photosphäre (ca. 6000 K) kann die Korona nicht auf eine Temperatur aufheizen, die höher ist als ihre eigene. Dies widerspricht den Gesetzen der Thermik. Versuchen Sie das Problem zu lösen. Das obige Bild kann Ihnen helfen eine Antwort zu finden. Andere Hilfen sind möglicherweise die GIF-Filme 4 und 5.



(Abb.4.5: Ein Komet stürzt in die Sonne)

Aufgabe 6:

Der Schweif des Kometen zeigt nicht radial von der Sonne weg. Warum?

5.Linksammlung

Ein Link zu einer informierenden und erklärenden Seite:

<http://Jasco2.mpae.gwdg.de/solar/sun.htm>

Diese Seite bietet eine gute Einführung in englischer Sprache in die Sonnenphysik. Daten von der Sonne werden übersichtlich zusammengefasst, außerdem findet man hier eine Fülle von verschiedenen Bildern.

Links zu Filmen:

<http://solar.nro.nao.ac.jp/~nisiho/>

Hier findet man verschiedene Bilder und zwei GIF-Animationen, von der ganzen Sonnenscheibe.

http://orpheus.nascom.nasa.gov/synoptic/soho_movie.html

Auf dieser Seite kann man sich Filme von verschiedenen Eisen- und Heliumlinien, von Magnetogrammen und weicher Röntgenstrahlungen ansehen.

<http://seal.nascom.nasa.gov/gallery/current/>

Hier findet man Filme im QT - und im MPEG-Format. Sie zeigen die Sonne zum Teil im ultravioletten Licht. Man kann Eruptionen verschiedener Größe bewundern.

<http://bang.lanl.gov/solarsys/raw/sun/index.htm>

Bei dieser Adresse findet man Filme mit unterschiedlichen Formaten. (MPG,A VI,MOV ,FLC); sie zeigen die Korona und das Magnetfeld der Sonne. Z.T. sind es Aufnahmen im Bereich der weichen Röntgenstrahlung. Die Adresse bietet auch verschiedene Bilder und Graphen an.

http://umbra.nascom.nasa.gov/ssu/magnetic_carpet.html

Hier findet man tolle Filme über das Magnetfeld der Sonne, allerdings sind sie zum Teil sehr groß (22Mbyte).

<http://hesperia.gsfc.nasa.gov/sftheory/toc.htm>

Die Sonne wird bei mehreren Filmen im Röntgenbereich gezeigt. Bei einem Film sieht man, wie ein Komet in die Sonne stürzt.

Ein Link zu einem "Sonnensound":

<http://soi.stanford.edu/resuts/sounds.html>

Hier findet man die drei Sonnenklänge, die wir auch auf der CD-ROM gespeichert haben.

Links zu aktuellen Daten über die Sonne:

<http://www.sec.noaa.gov/index.html>

Diese Seite ist eine sehr wichtige Seite für den Amateur - Sonnenbeobachter. Man erhält von hier aus das tägliche Weltraumwetter, stündliche Daten über den Fluss der Röntgenstrahlung und dem Fluss von Protonen und Elektronen. Hier findet man auch die berühmten SOLAR GEOPHYSICAL DATA. Außerdem bekommt man von dieser Seite das zuletzt aufgenommene H-alpha-Gesamt Bild der Sonne und zusätzlich noch Ausschnitte von Aktivitätsgebieten aus New Mexiko. Diese sind auch als Magnetogramme erhältlich.

Links zu aktuellen Daten über die Sonne (Fortsetzung):

<http://www.Kis.uni-freiburg.de/halpbba.html>

Neuste H-alpha-Bilder von der Sonne und kleines Archiv vom April- Dezember 1996 und Juni - Dezember 1997

<http://www.solar.ifa.hawaii.edu/ARMaps/armaps.html>

Hier bekommt man Gitternetzaufnahmen mit eingezeichneten Aktivitätsgebieten auf der Sonne. Man kann auf aktuelle Daten und Archivdaten zurückgreifen.

<http://www.solar.ifa.hawaii.edu/MWLT/today.html>

Hier erhält man die neuesten Weißlichtaufnahmen der Sonne.

<http://solar.nro.nao.ac.jp/>

Von dieser Seite kann man auf Radioaufnahmen der Sonne zurückgreifen. Es besteht die Möglichkeit tägliche Bilder und auch frühere Bilder aufzurufen.

<http://umbra.nascom.nasa.gov/images/latest.html>

http://umbra.gsfc.nasa.gov/eit/eit_full_res.html

Auf dieser Seite erhält man die neusten ultravioletten Aufnahmen von dem Satelliten SOHO.

6. Literaturverzeichnis

- | | | | | |
|---|---|------------------------------------|---|---|
| 1 | Gondolatsch, Friedrich;
Groschopf, Gottfried;
Zimmermann, Otto; | Astronomie I | Die Sonne und
ihre Planeten | Klett; 1985 |
| 2 | Jokipii, J. R.;
McDonald, Frank B. | Spektrum der
Wissenschaft | Auf der Suche
nach den
Grenzen der
Sonnensystems | Juni 6/1995 |
| 3 | Kippenhahn, Rudolf | Der Stern auf dem wir
leben | Den
Geheimnissen
der Sonne auf
der Spur | 1990 |
| 4 | Moore, Patrick;
Hunt, Garry | Atlas des Sonnensystems | | Herder; 1985 |
| 5 | Nesme-Ribes,
Elizabeth Baliunas,
Sallie L.; Sokoloff,
Dmitry | Spektrum der
Wissenschaft | Magnetismus
und
Aktivitätszyklen
von Sternen | Oktober 10/1995 |
| 6 | Roth, G.D. | Handbuch für
Sternfreunde | Beobachtung
und Praxis | Springer-Verlag;
Band 2; 4.Auflage
1989 |
| 7 | Scheffler, H.;
Elsässer, H.; | Physik der Sterne und der
Sonne | | Wissenschaftsverl;
1990 |