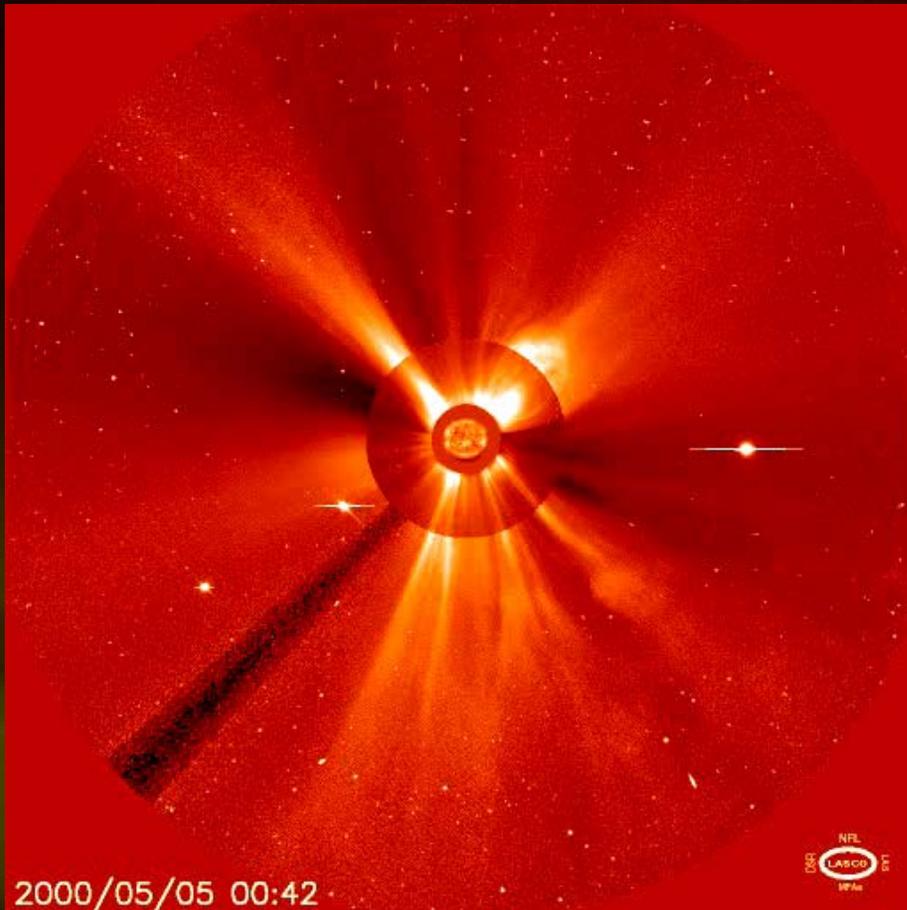


Sonne - Erde - Weltraumwetter



Vortrag im Rahmen der
Ringvorlesung

„Unsere Sonne - Feuer des
Lebens“

Paulinerkirche, Göttingen
9. Mai 2007

Rainer Schwenn,
Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
Katlenburg-Lindau
Schwenn@linmpi.mpg.de

Die Sonne, stets verehrt als Quell' allen Lebens immerwährend, perfekt geformt, makellos

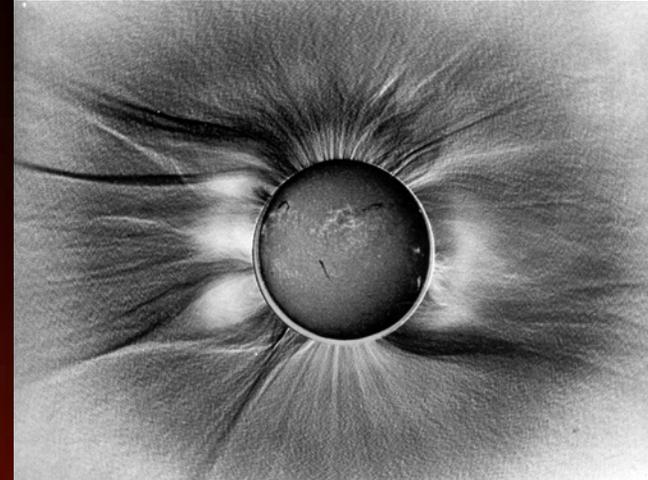
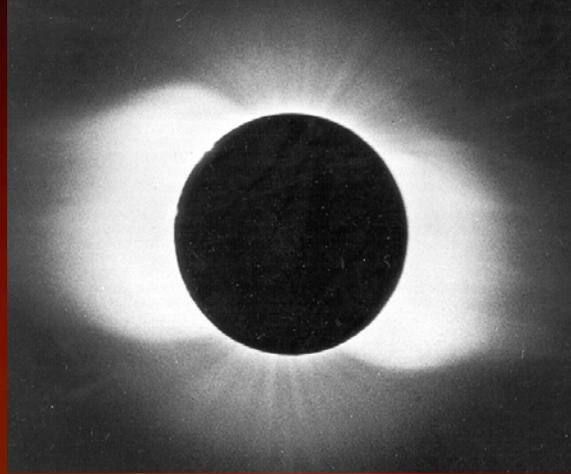
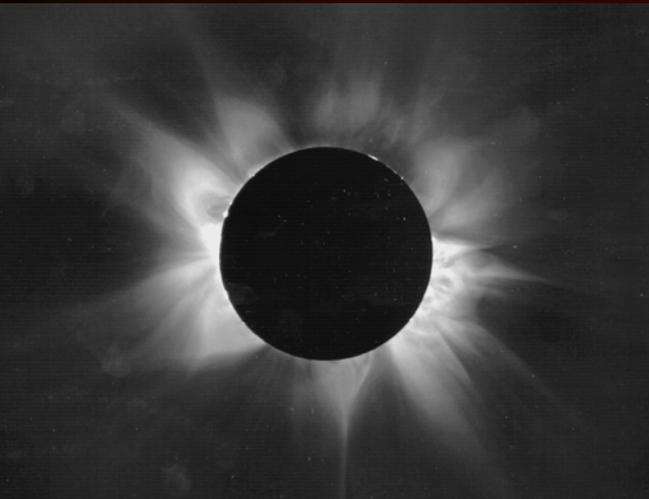


Aton, die Sonne, wurde in Ägypten
durch Echnaton zum Gott erklärt

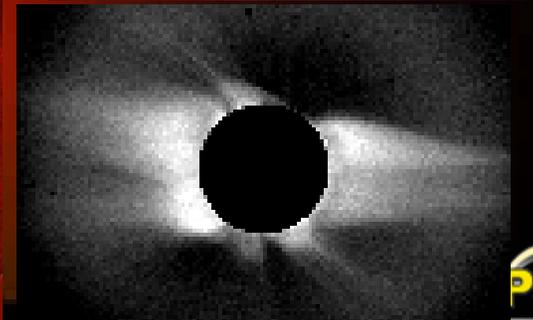
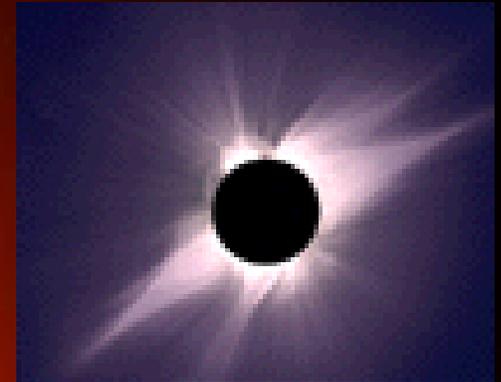
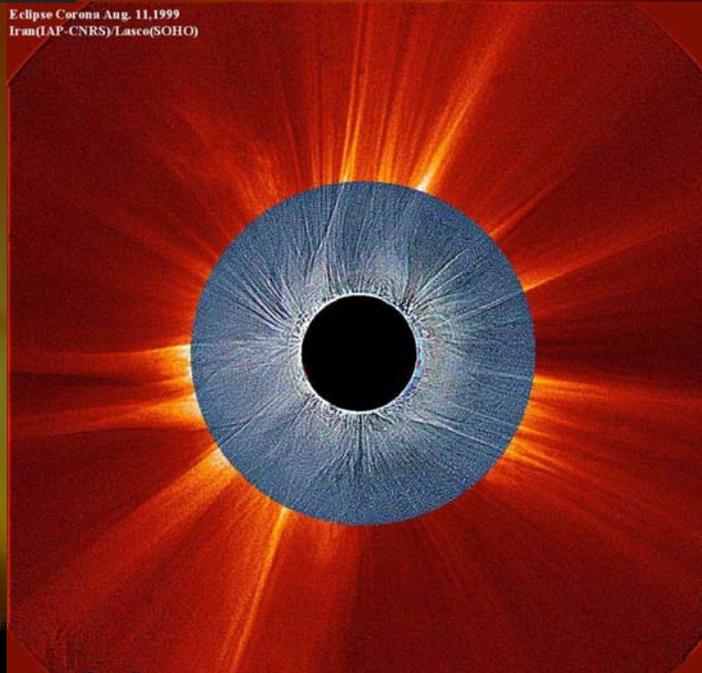


Sonnengott Huitzilopochtli im
Zentrum des aztekischen
Kalenders

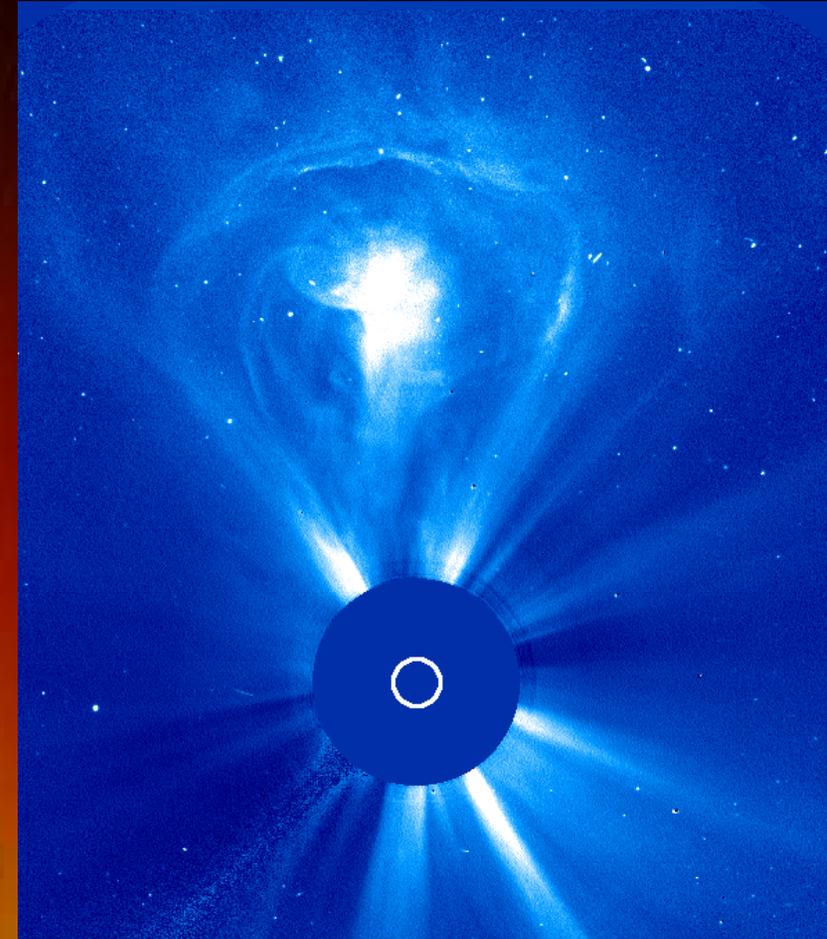
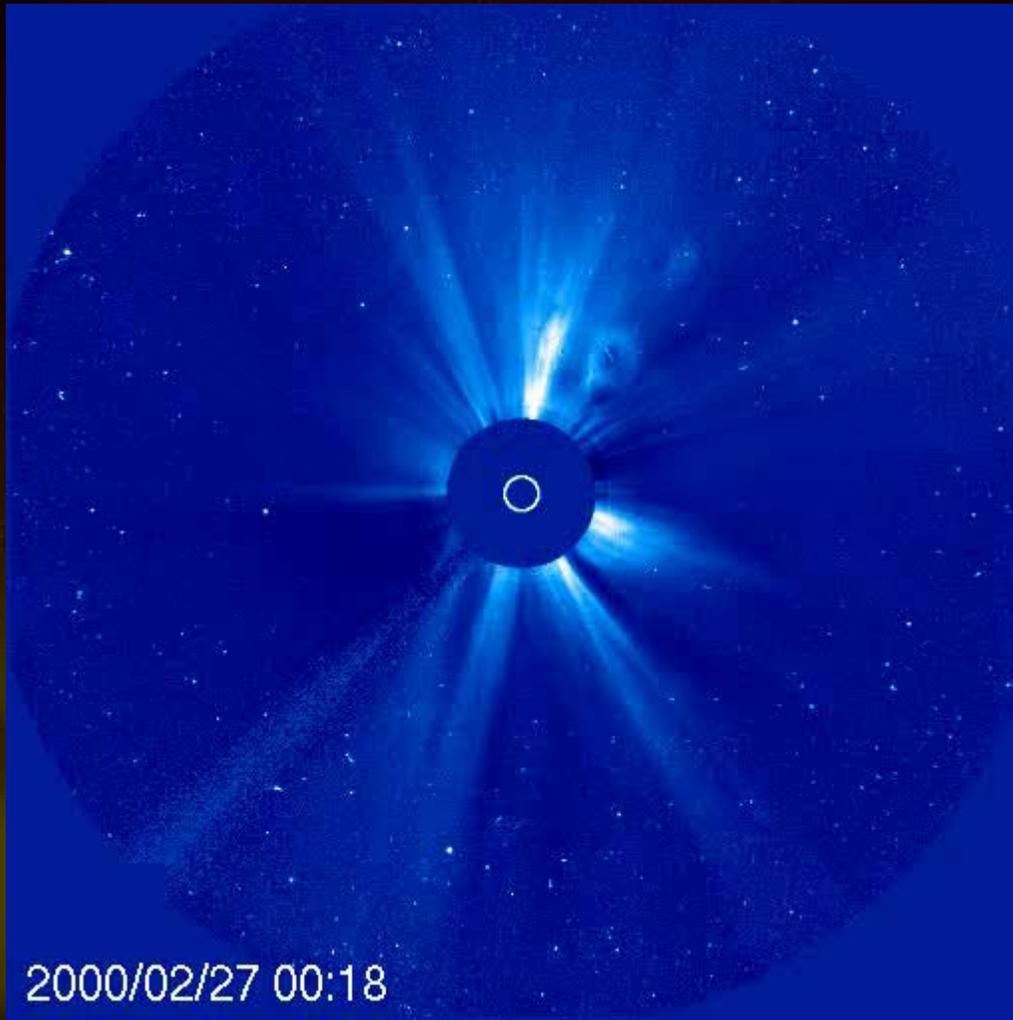
Sonnenfinsternisse zeigen: Unsere Sonne ist ja gar nicht so gleichförmig!



Eclipse Corona Aug. 11, 1999
Iran(IAP-CNRS)Lasco(SOHO)



Gelegentlich läßt die Sonne es richtig krachen!



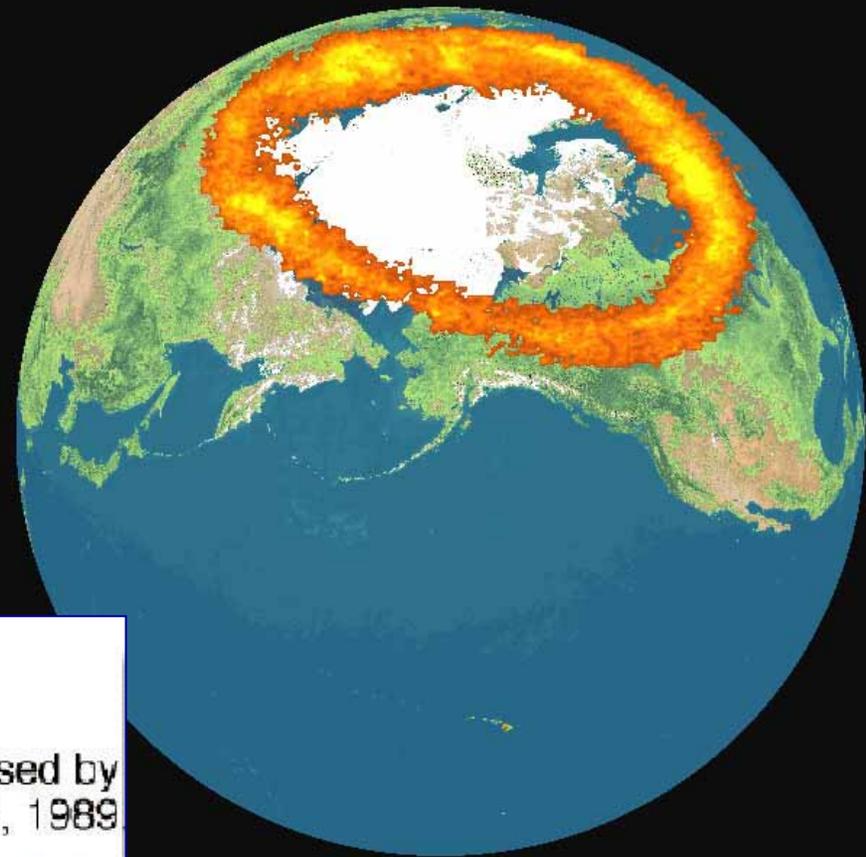
Ein gewaltiger Massenauswurf ("Coronal Mass Ejection", CME).
Die von CMEs angetriebenen Stoßwellen lassen das gesamte
Sonnensystem erzittern!

“Geomagnetische Stürme”

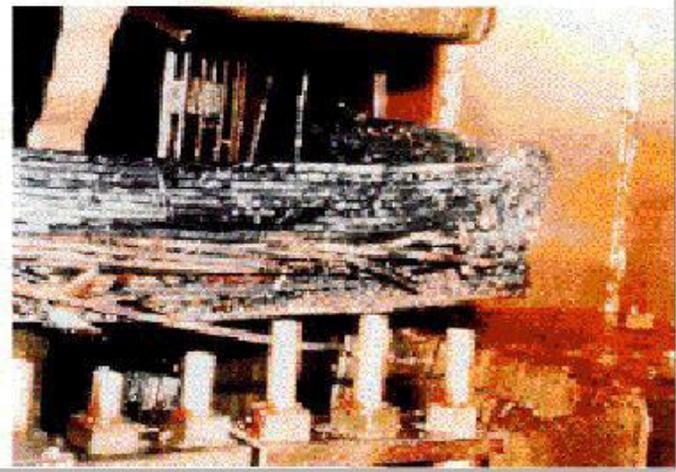
lassen auf der Erde die Kompaßnadeln tanzen und Polarlichter hell leuchten



Nordlichter (Aurora): Weltraumwetter, sichtbar gemacht!



PJM Public Service
Step Up Transformer
Severe internal damage caused by
the space storm of 13 March, 1989



Feuerwerke auf der Sonne können
selbst auf der Erde zu
beachtlichen Knalleffekten
führen...

Weltraumwetter!

Weltraumwetter: was geht uns das an?

Unsere moderne Hi-Tech-Gesellschaft wird immer empfindlicher!

Im Bereich Kommunikation sind Satelliten heute unentbehrlich:

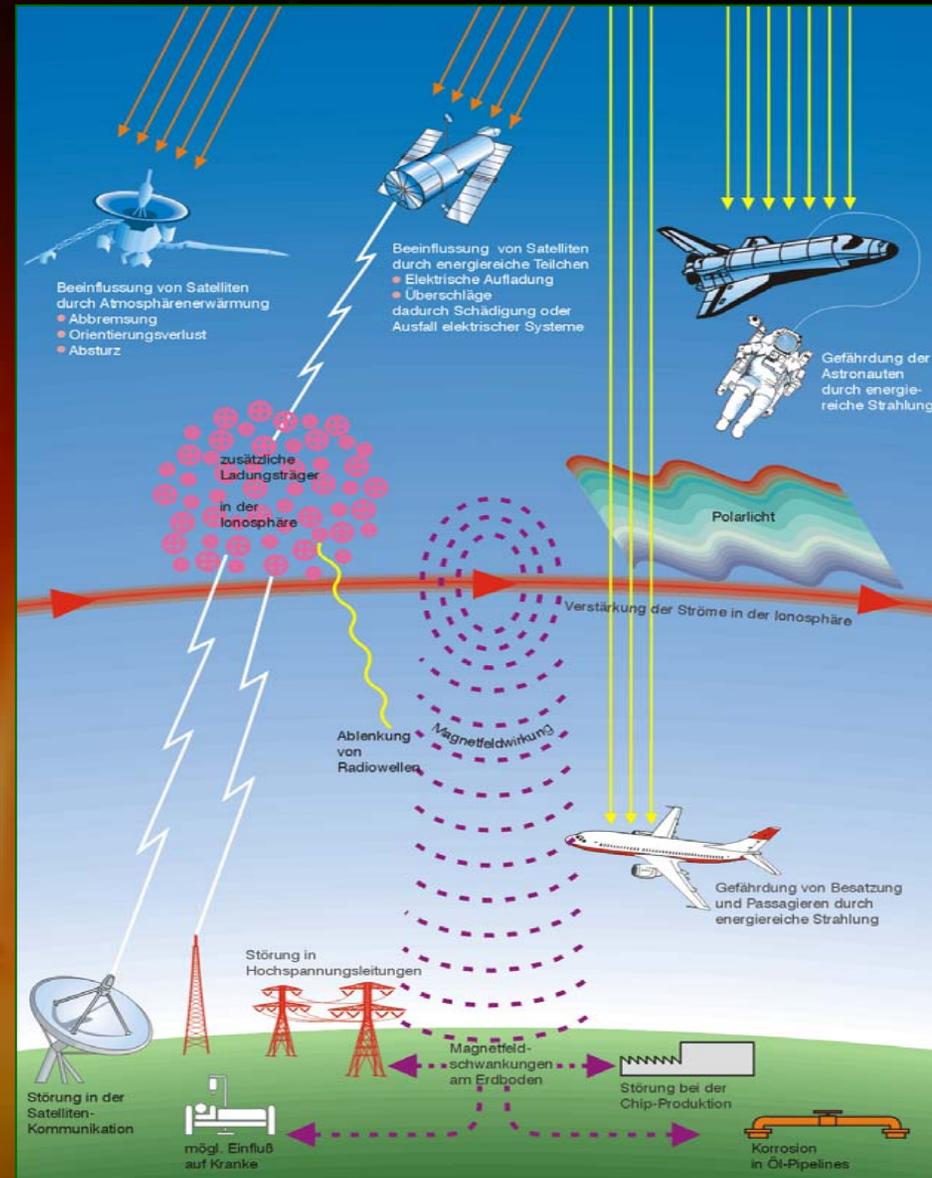
- Rundfunk, Fernsehen,
- Telefon rund um die Erde, Handys,
- Internet, E-mail,
- GPS, Galileo.

Neue Technologien für Satelliten:

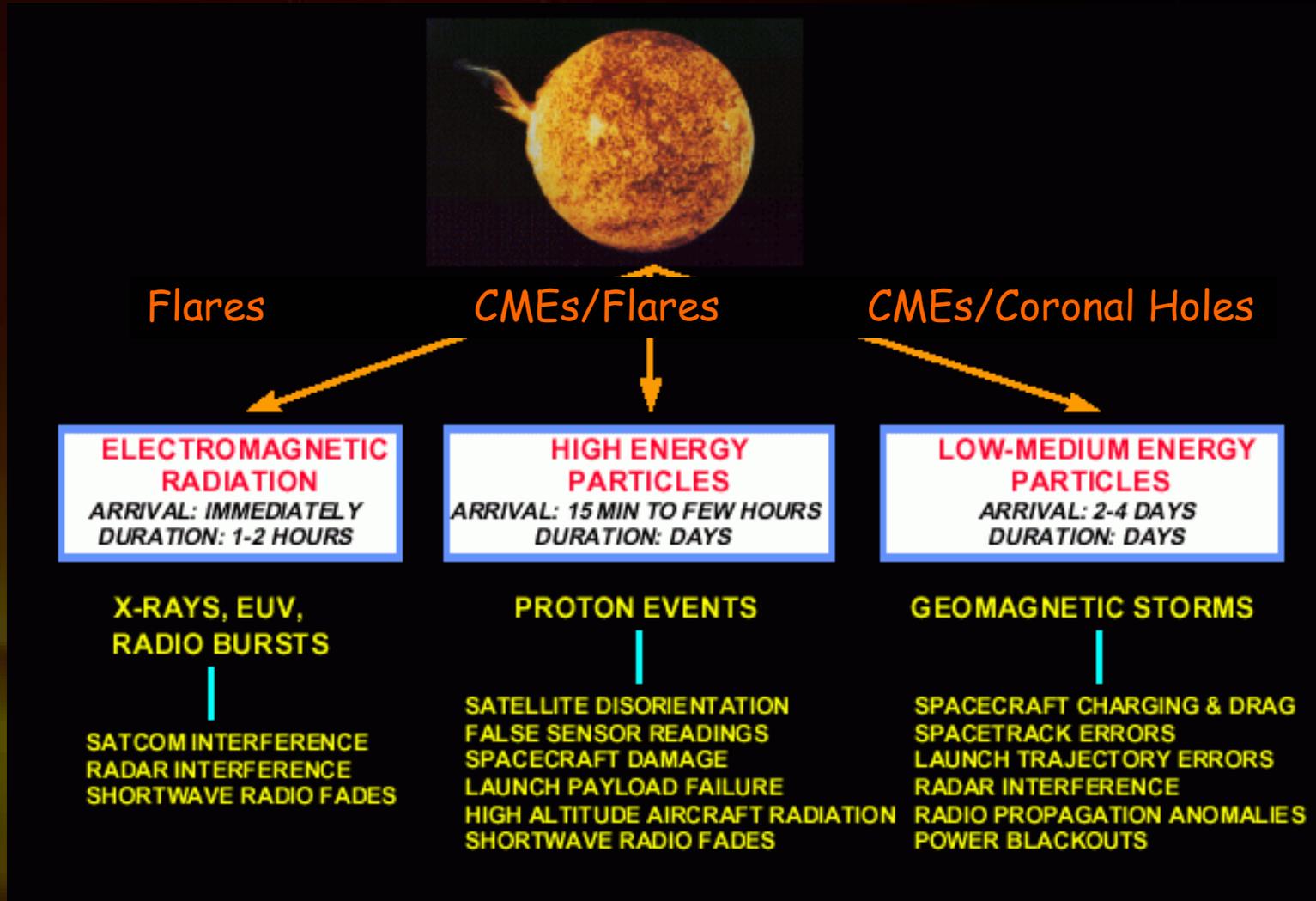
- Immer komplizierter,
- Miniaturisierung,
- Digitalisierung,
- Leichter, schneller, billiger...

Menschen im Weltraum:

- Raumstation,
- Missionen zu Mond, Mars und weiter...



Auswirkungen von Sonnenstürmen auf die Erde

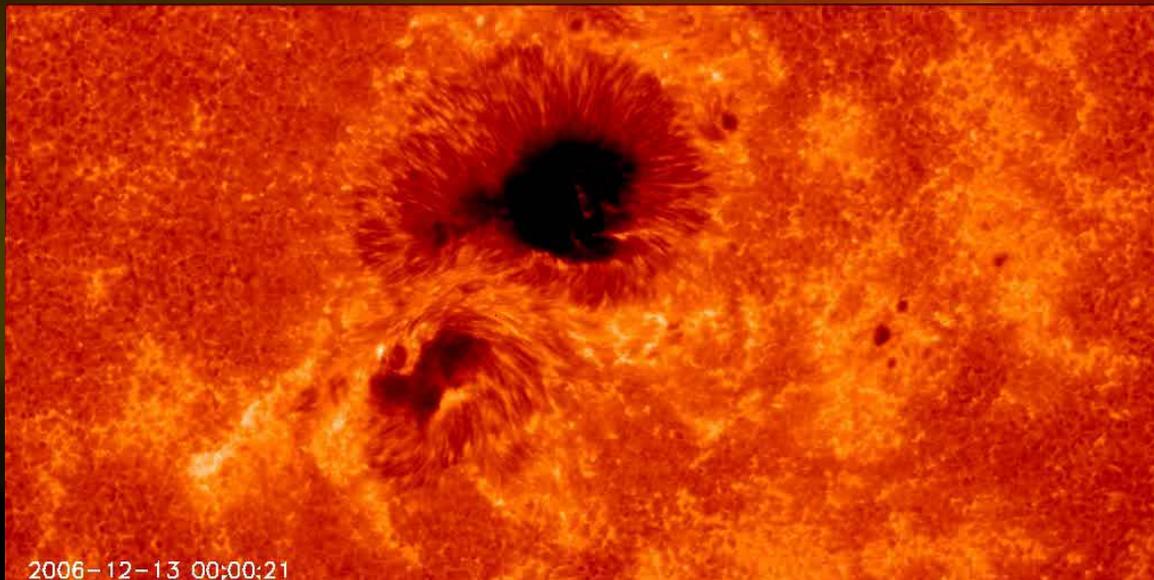
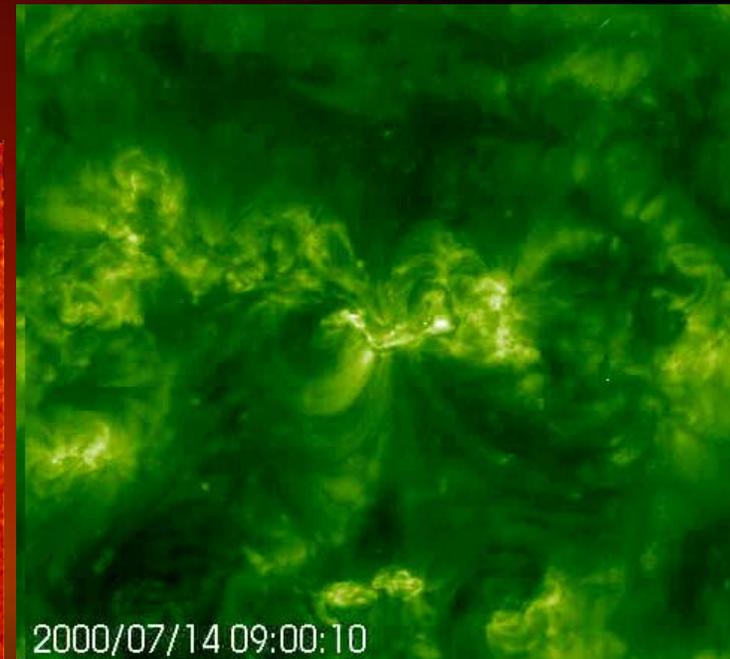
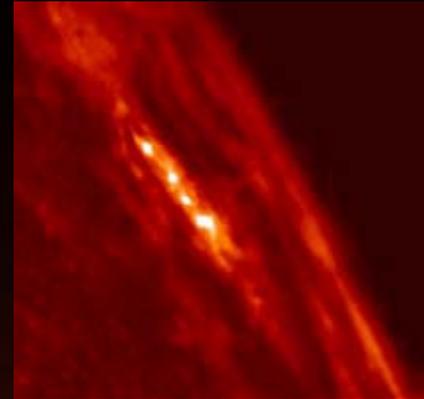


Die Wirkungen dieser drei Effekte sind ganz unterschiedlich

1. Strahlung von Flares

Sichtbares Licht, EUV-, Röntgen- und Gammastrahlung

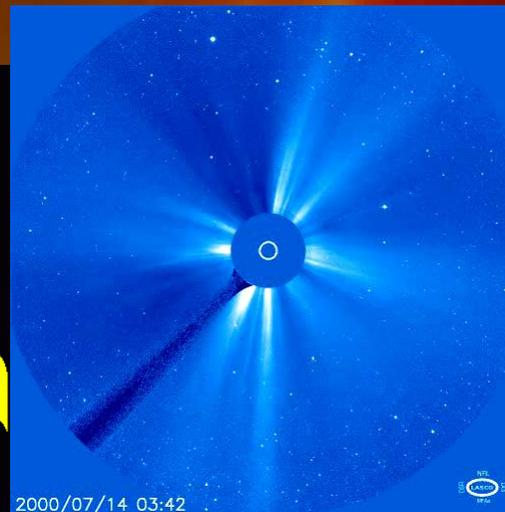
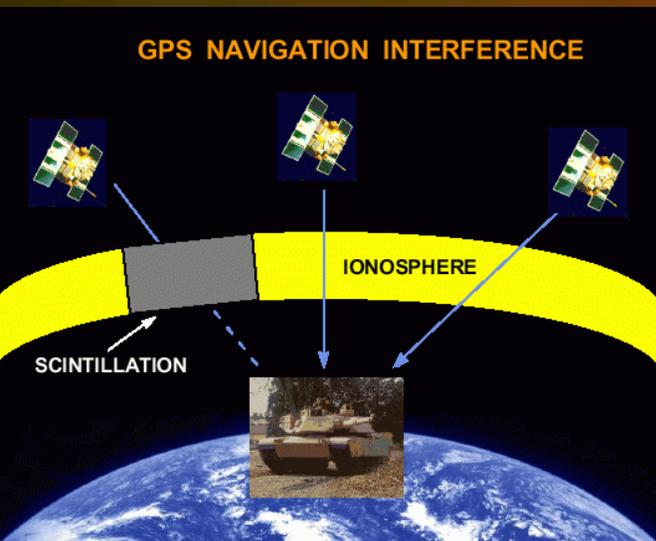
- bewirken sehr abrupte Aufheizung und Ionisierung der oberen Atmosphäre, verändern die Ozonschicht,
- führen zur Abbremsung von Erdsatelliten, sowie Störungen im Funkverkehr



2. Energiereiche Teilchen

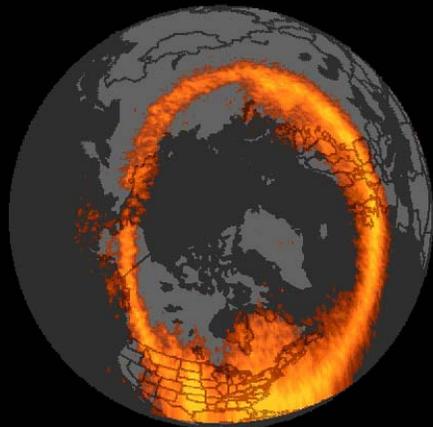
Elektronen und Ionen mit Energien bis 100 MeV, selten bis GeV

- bewirken Heizung und Ionisation der oberen Atmosphäre,
- elektrifizieren die Mesosphäre,
- führen zu Störungen im Funkverkehr, zu Schäden an Satellitenoberflächen, Solarzellen etc,
- durchdringen Satelliten und beschädigen ihre Elektronik,
- bewirken gefährliche Strahlungsdosen für Astronauten.



3. Plasmawolken von Massenauswürfen

führen zu starken Schwankungen des geomagnetischen Feldes, zu Polarlichterscheinungen bis in niedrige Breiten, zu Störungen im Funkverkehr, zur Abbremsung von Erdsatelliten, zur elektrischen Aufladung und Beschädigung von Satellitenoberflächen,



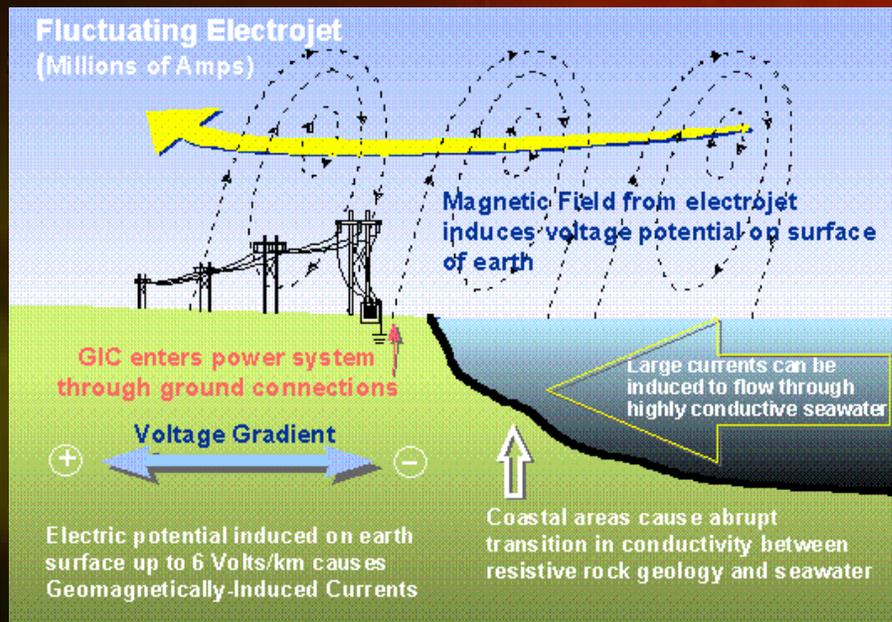
16 JUL 2000, 00:01



3. Plasmawolken von Massenauswürfen

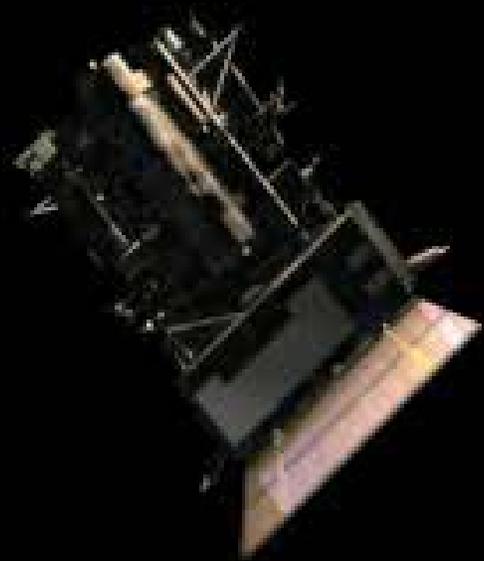
Dadurch

- verlieren manche Satelliten ihre Orientierung,
- werden Elektroniken in Satelliten beschädigt,
- werden Erdströme (GICs) induziert, die Stromnetze belasten oder gar beschädigen,
- werden sogar biologische Systeme beeinflusst.



Wie macht die Sonne unser Weltraumwetter?

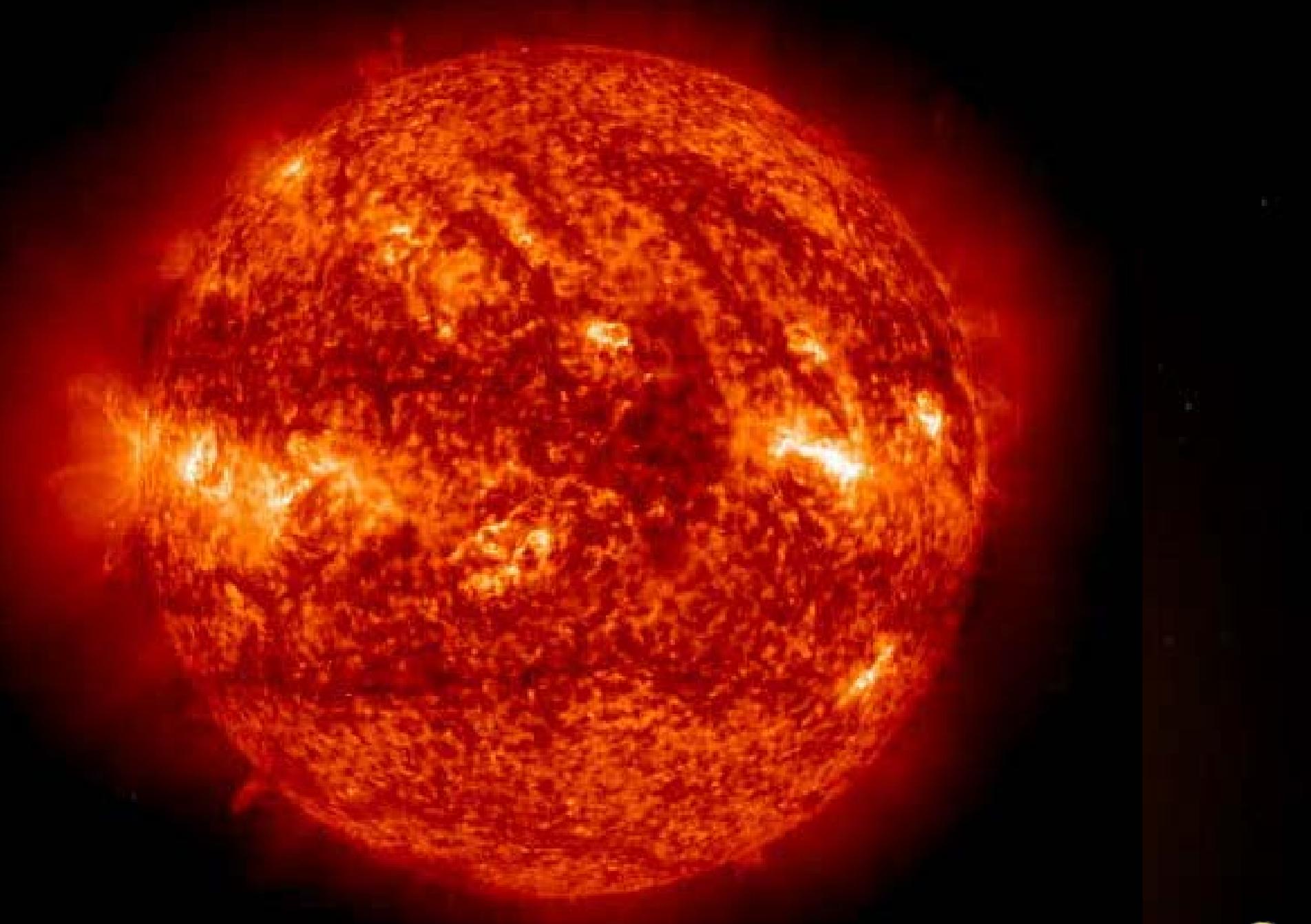
Viele Fragen sind noch offen, die Sonne birgt manche Rätsel!
Deshalb geht Sonnenforschung weiter, auch vom Weltraum aus.



esa
ISD VisuLab

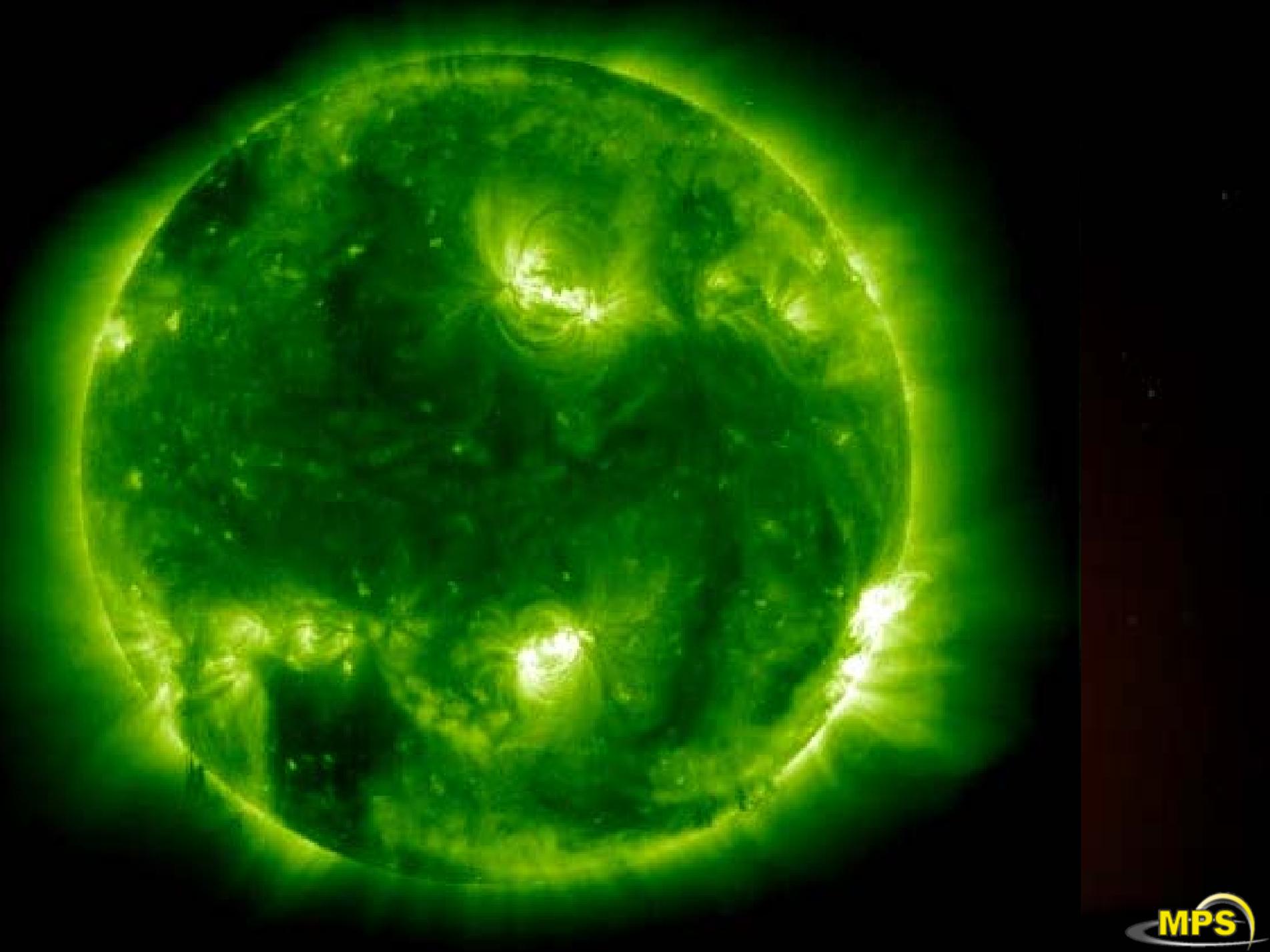
Das
Weltraumobservatorium
SOHO
(*Solar and Heliospheric
Observatory*),
ein Gemeinschaftsprojekt
von ESA und NASA.

Die Instrumente
beobachten seit 1996
die Sonne rund um die Uhr.

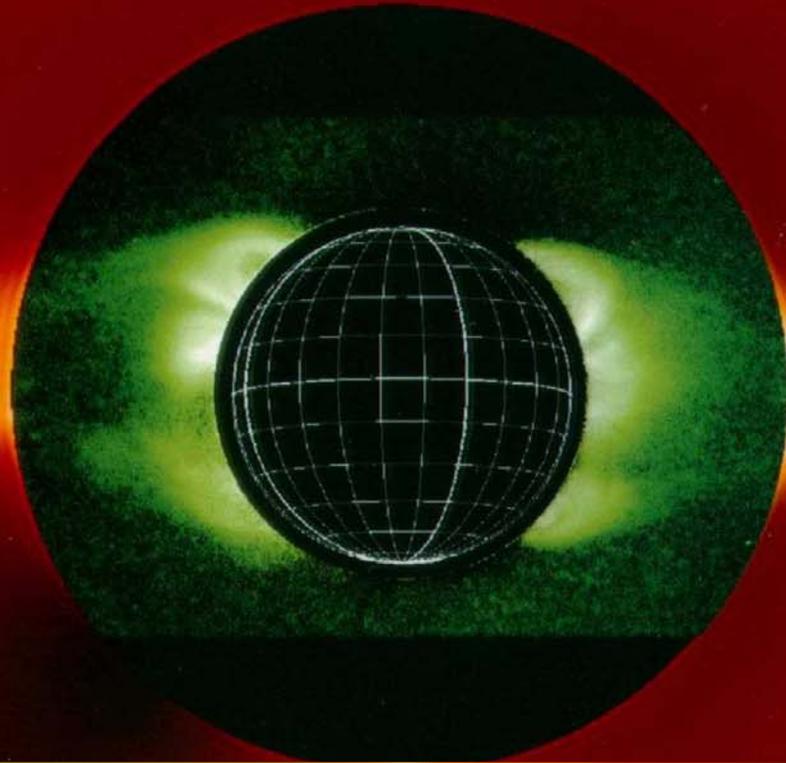


2000/01/08 02:40:36





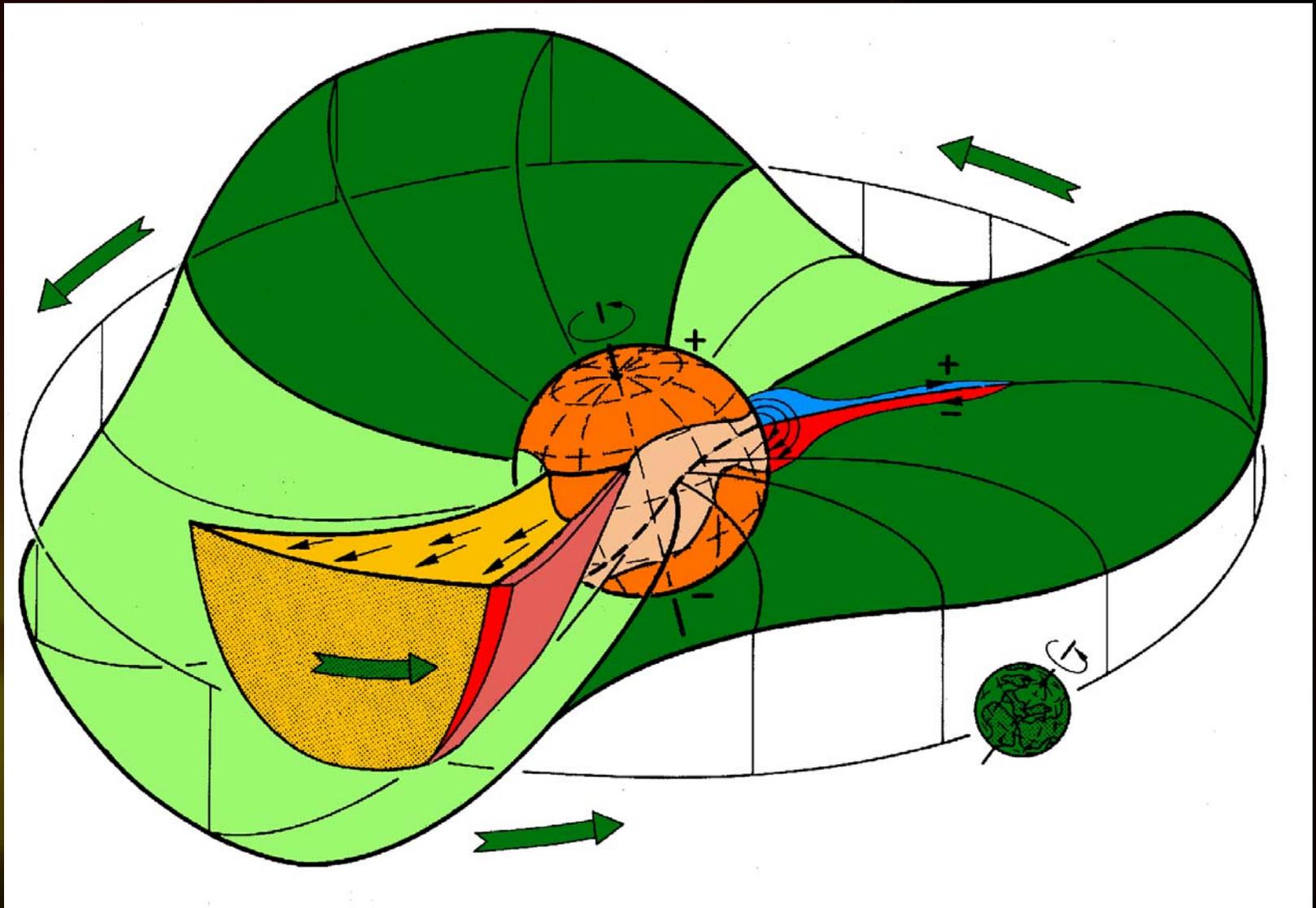
Die Korona der Sonne



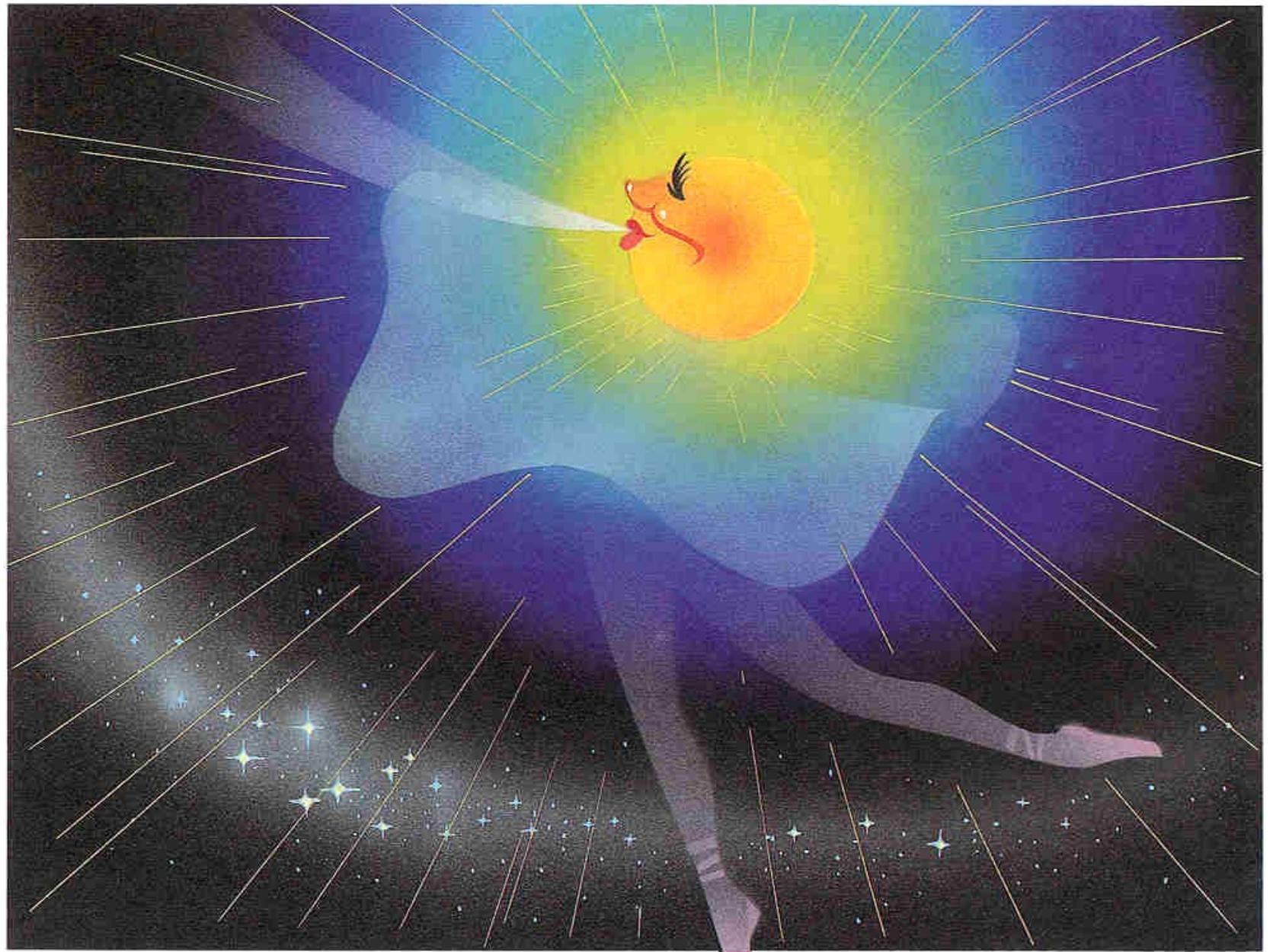
LASCO-C1/C2, am 1.2. 1996

Die Korona zur Zeit minimaler Sonnenaktivität: Eine flache Scheibe!

Die Sonne als „Ballerina“



Das innere Sonnensystem, nahe einem Minimum an Aktivität

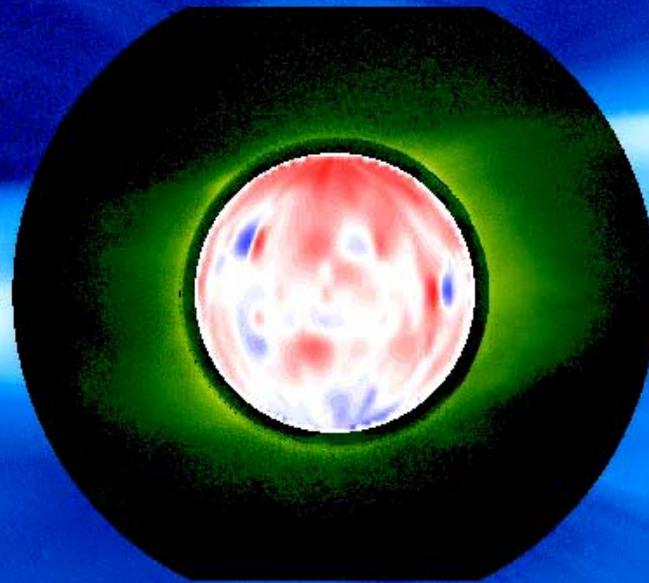


Hok
84

Die Sonne als „Ballerina“

Die Ballerina Sonne dreht sich im Tanz...

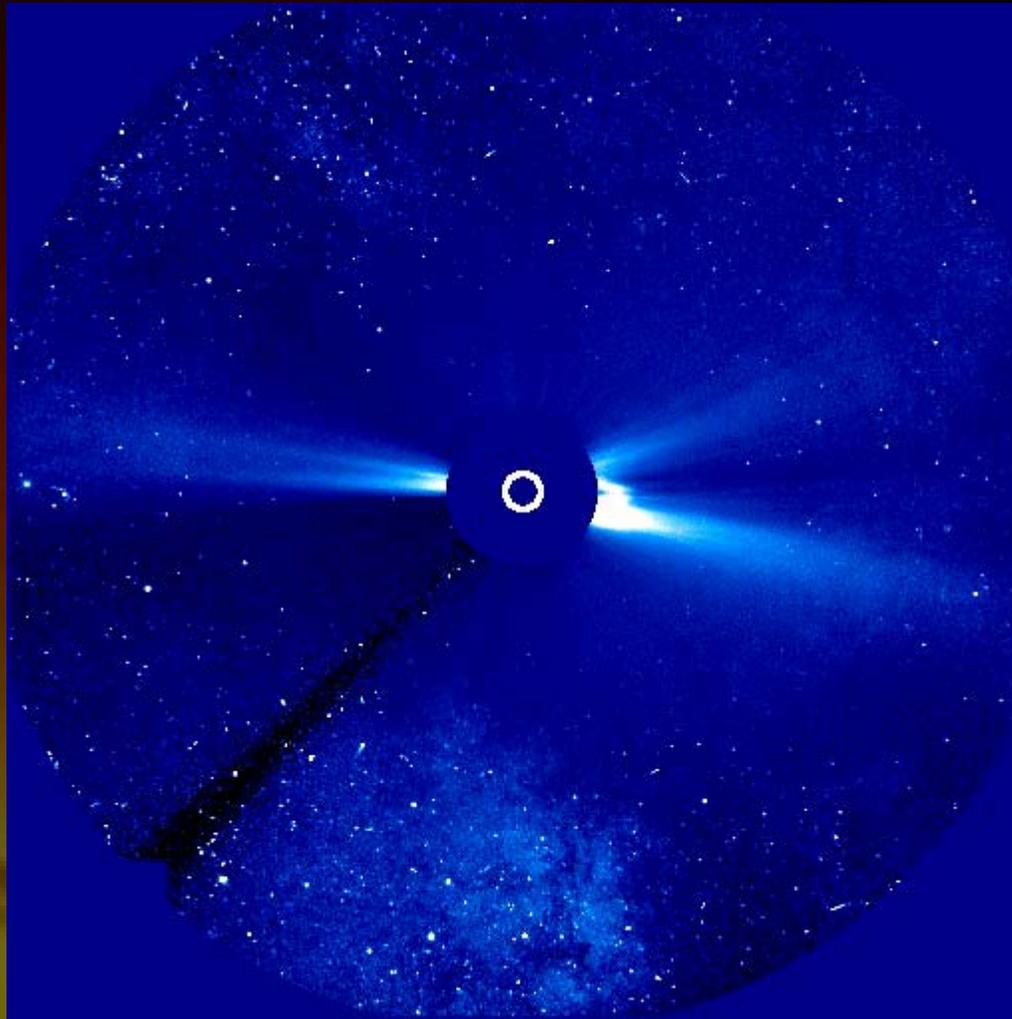
1996/08/12 23:02 UT



NRL
DSR LASCO LAS
MPAe

Die Korona der Sonne zur Zeit geringer Aktivität im Sommer 1996

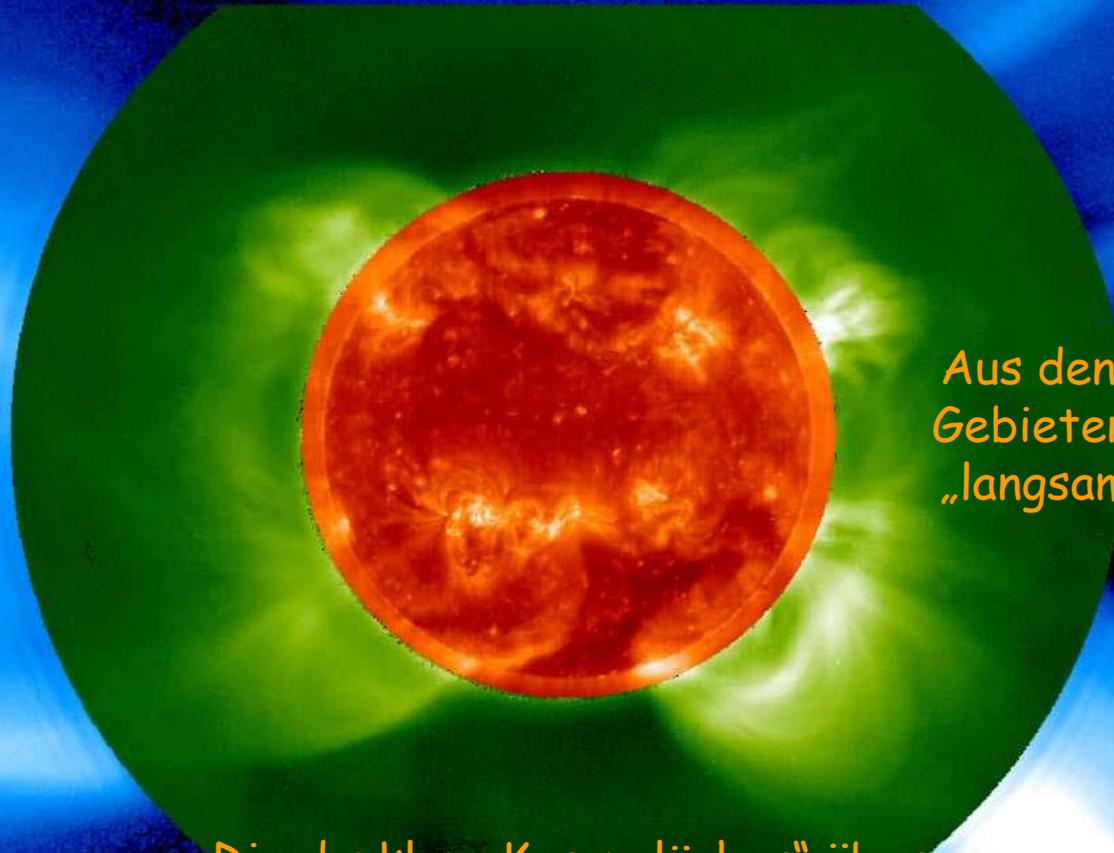
LASCO/SOHO macht den Sonnenwind sichtbar



Die Korona der Sonne um Weihnachten 1996:

- Ständig "weht" der Sonnenwind,
- Ein kleiner Komet stürzt in die Sonne,
- Im Hintergrund zieht die Milchstraße vorbei.

Zwei Zustände vom Korona und Sonnenwind



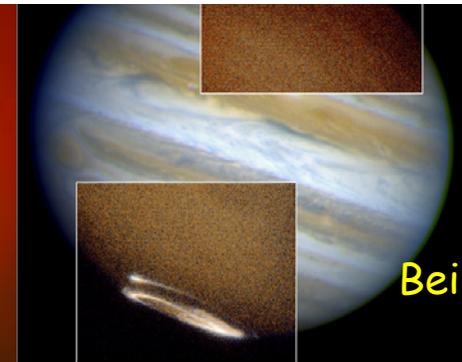
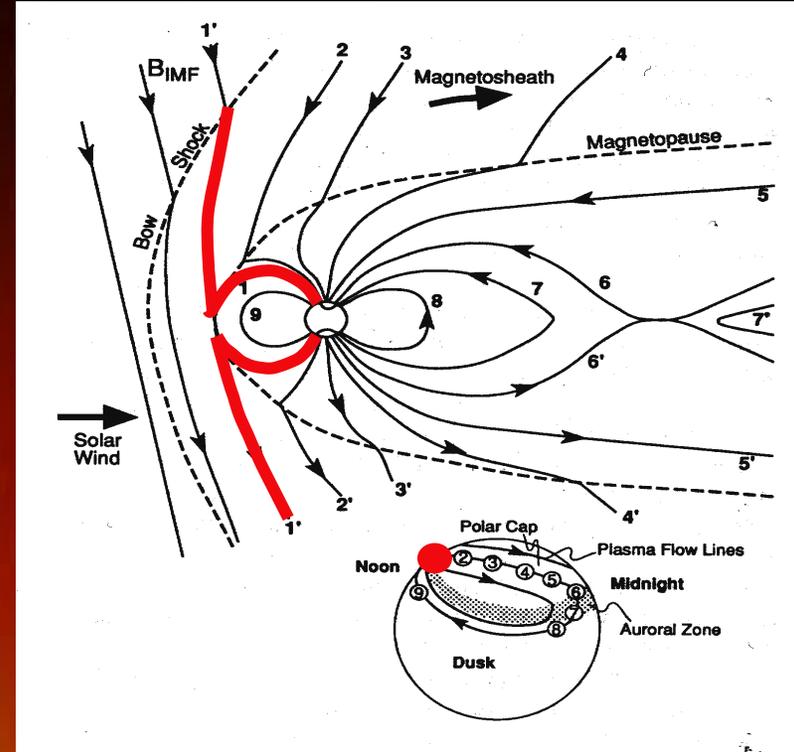
Aus den hellen, aktiven
Gebieten entweicht der
„langsame“ Sonnenwind

Die dunklen „Koronalöcher“ über
den Polkappen sind die Quellen
des „schnellen“ Sonnenwindes

Die Korona der aktiver werdenden Sonne (1998), gesehen von **EIT** und **LASCO-C1/C2**

Wann gibt es geomagnetische Stürme?

Wenn das interplanetare Magnetfeld (IMF) eine starke Südwärts-Komponente hat: "Rekonnektion"

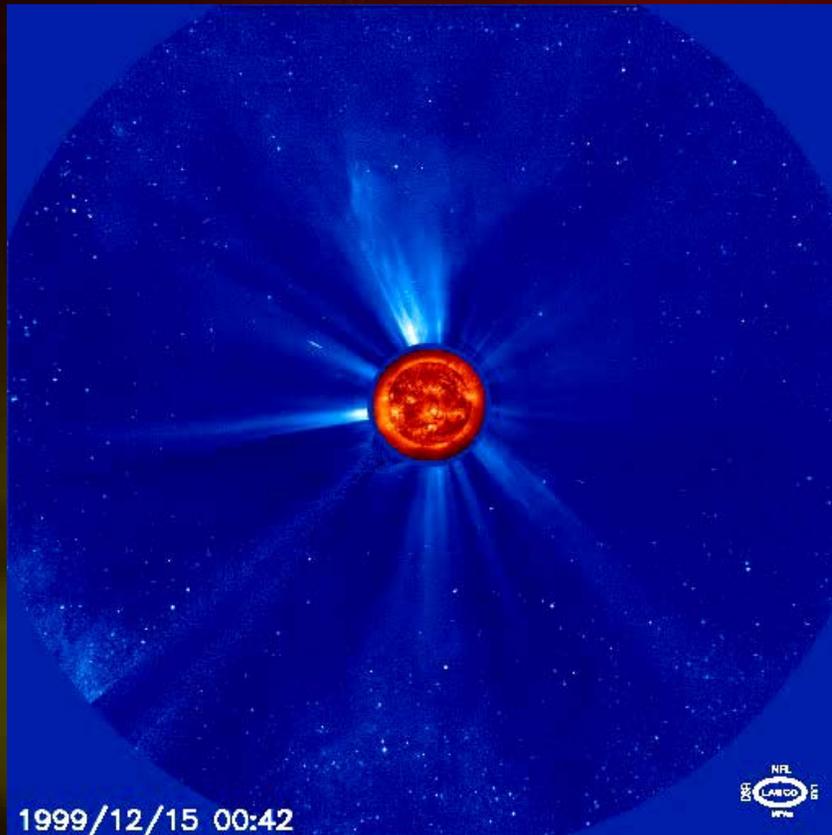


Bei Jupiter

Dann entstehen helle Polarlichter über der Erde

Wie kommt es zu Südwärtskomponenten des IMF?

Im Normalfall ist das Feld rein radial ausgerichtet, hat also bei der Erde (nahe dem Sonnenäquator) keine Südwärtskomponente.

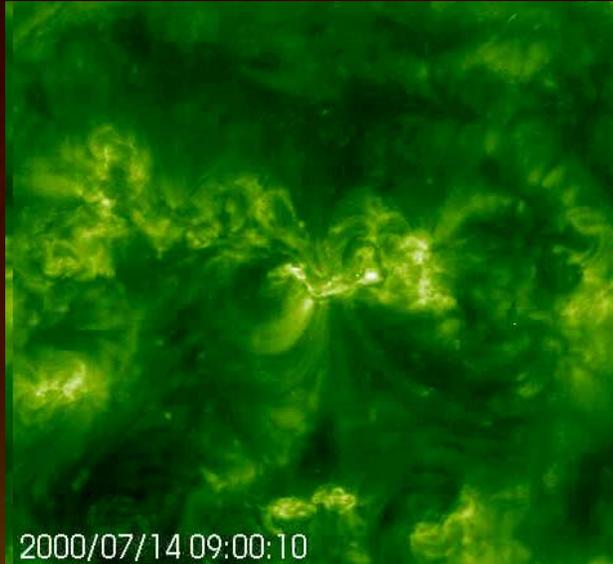


Solche Auslenkungen gibt es

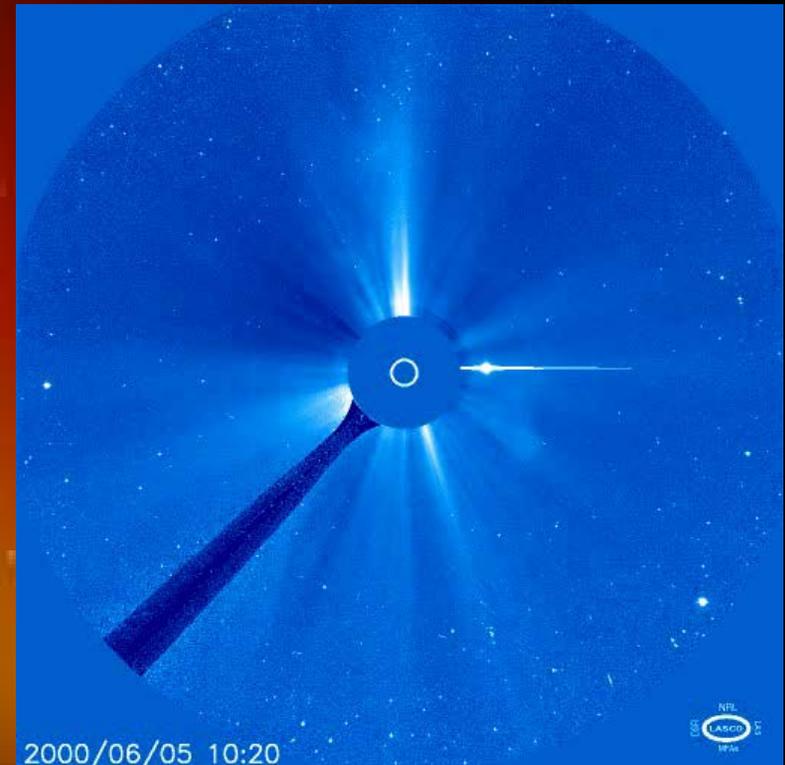
1. Durch Alfvénwellen, die nur in schnellen Strömen aus Koronalöchern vorkommen. Das sind also Produkte der **ruhigen Sonne:** Bartels' M-Regionen!
2. Durch Kompression an den Fronten und innerhalb von Magnetischen Wolken im Gefolge von großen CMEs. Die großen magnetischen Stürme sind Produkte der **aktiven Sonne.**

Wie kommt es zu Südwärtskomponenten des IMF?

Am stärksten wirkt die aktive Sonne!

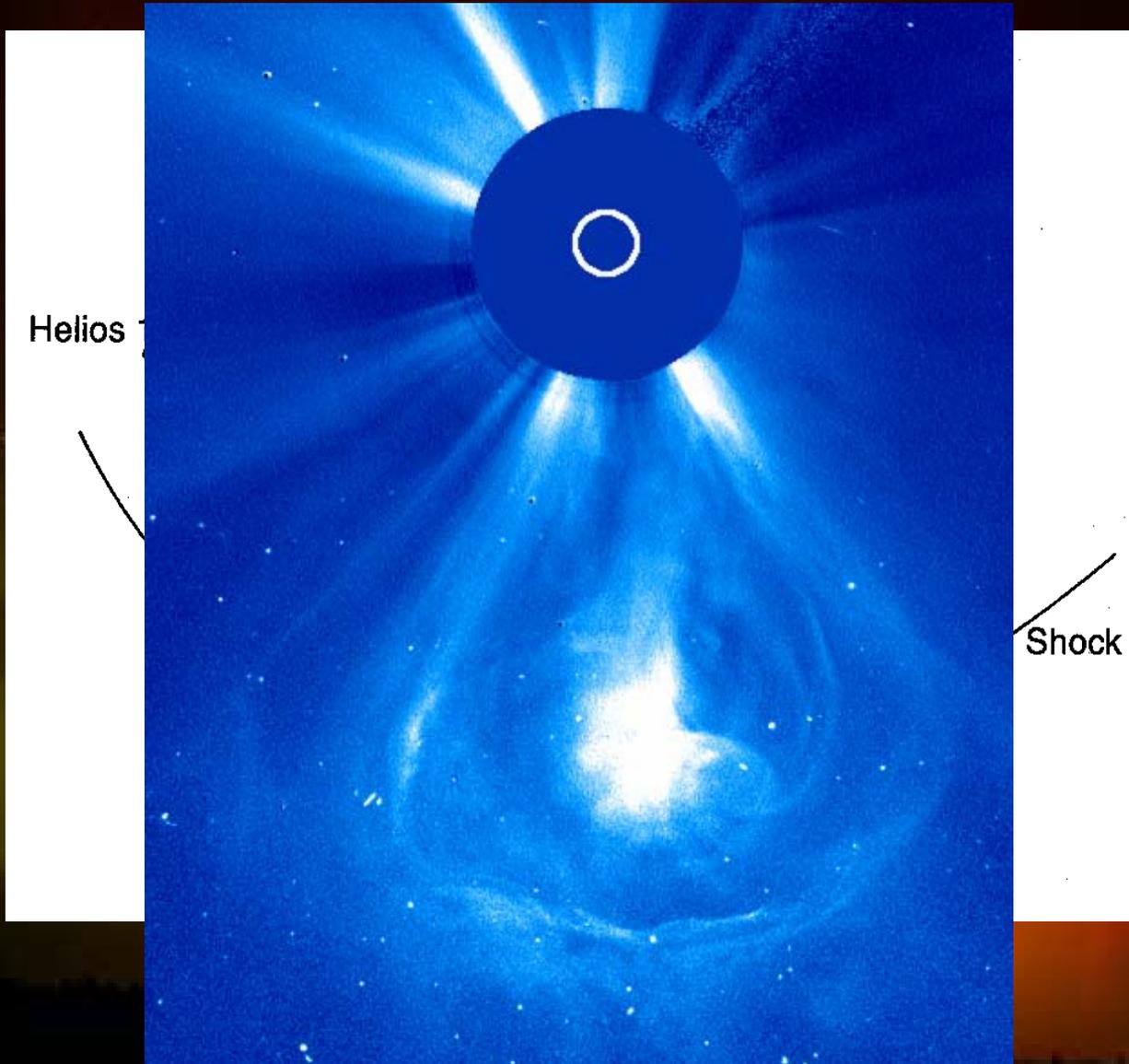


Flares/CMEs,
interplanetare Stoßwellen,
Turbulenz, energiereiche
Teilchen...



Wie kommt es zu Südwärtskomponenten des IMF?

Flussröhren in Plasmawolken von CMEs

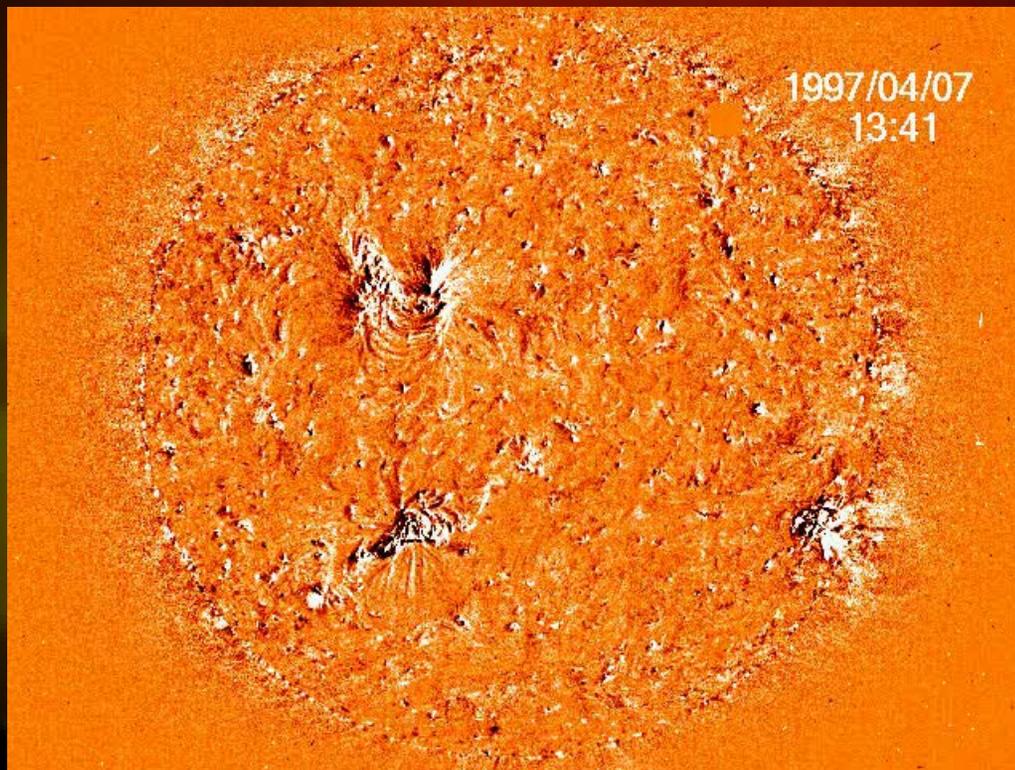


Wenn eine solche spiralförmige Struktur einen Beobachter überstreicht, sieht er gelegentlich auch starkes südwärts gerichtetes Magnetfeld, die Ursache für starke geomagnetische Störungen

Warum sind Vorhersagen des Weltraumwetters noch immer so unsicher?

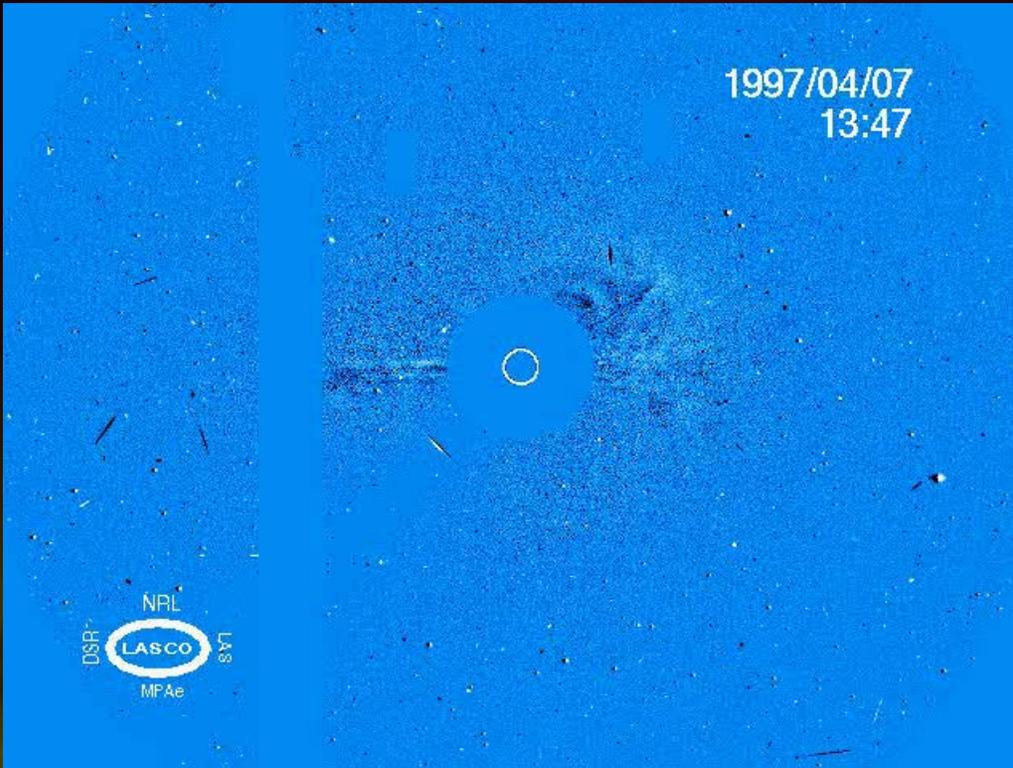
Bis SOHO konnten wir noch nicht einmal erkennen, ob ein CME nach vorne oder nach hinten losging!

Erst die gleichzeitigen Beobachtungen der Sonnenscheibe im EUV erlauben zu unterscheiden: nach vorne oder nach hinten!



Eine Druckwelle („EIT-Welle“) in der Sonnenatmosphäre, ausgelöst durch das Flare am 7.4.1997.

Halo-CMEs und Vorhersagen des Weltraumwetters



- immer noch Glücksspiel...?

Die Folge war eines der ersten eindeutig erdwärts gerichteten „Halo“-CMEs, beobachtet mit **LASCO-C3** am 7.4.1997.

NASA gab eine Pressekonferenz am 8.4.,

- CNN zeigte diesen Film am 9.4.,
- es gab einen Riesenwirbel in den Medien der USA,
- die Bildzeitung brachte eine Meldung auf der Titelseite am 10.4.,
- es gab wirklich einen starken geomagnetischen Sturm am 10.4...



Zyankopfe
Fein...

Von D...
Dieser unhr...
Immer mehr...
mittel in Supp...
die Semi-Tube...

Bild

UNABHÄNGIG · ÜBERPARTEILICH



Bei Bayern sensationell sei an. Der gestern, daß Toni zur neu

Dänemark 4,50,- dkr., Finnland 7,- Fmk., Norwegen 10,- nkr., Spanien 140 Ptas., Car. Ins. 150 Ptas.

...T-Shirt
aus und lief direkt ins Wasser. Man sieht Sam an, wie sehr sie sich auf diesen Tag gefreut hat.
Foto: John Pauly/Glamour



Bonn plant:

Pfand auf Waschmittel-Kartons und Bierdosen

Von ROLF KLEINE
Jetzt sollen auch Waschmittelkartons und Farbeimer pfandpflichtig werden! Ein Verordnungsentwurf von Umweltministerin Angela Merkel (CDU) sieht vor: Für Einwegverpackungen von Reinigungsmitteln und Farben (ab 2 Kilo Inhalt) soll ab Anfang 1999 ein

Pfand von „mindestens zwei Mark“ erhoben werden. Der Merkel-Entwurf: „Das Pfand ist jeweils bei Rücknahme der Verpackung zu erstatten.“

Pfandpläne gibt es auch für die Bierdose: Um einen weiteren Anstieg der Verwendung von Getränke-Einwegverpackungen zu verhindern, soll

ab Mitte 1998 Lizenzen für eine bestimmte Anzahl Dosen an Brauereien und Limonaden-Abfüller vergeben werden: Die Unternehmen dürfen danach nur noch so viele Dosen verkaufen wie ihre Genehmigung zuläßt – wer mehr in Umlauf bringt, muß Strafe zahlen.
rok

Regierungschef am 1. Arbeitstag festgenommen

Bürgerkrieg in Zaire – jetzt überstürzen sich die Ereignisse. In der Hauptstadt Kinshasa ließ Staatschef Mobutu Regierungschef Tshisekedi festnehmen. Mobutu und Tshisekedi gelten als Erzfeinde. Zum neuen Regierungschef ernannte Mobutu General Likulia Bolongo. Die USA forderten gestern Mobutu zum Rücktritt auf.

Kinder essen zu viel, zu fett, zu süß

Mehr als die Hälfte der deutschen Schulkinder ernährt sich falsch (Deutsche Gesellschaft für Ernährung). Die Kids essen zu viel, zu fett, zu salzig und zu süß. Es mangelt ihnen an lebenswichtigen Mineralstoffen wie Calcium und B-Vitaminen. Dies ist vor allem eine Folge davon, daß sie in der Schule immer weniger Milch trinken. Der Verbrauch von Schulmilch ist in den vergangenen zwei Jahren bundesweit um ein Drittel zurückgegangen.

Explosionen auf der Sonne

Schon 43 Satelliten kaputt



Gigantische Sonneneruptionen, aufgenommen von der SOHO-Sonde (mit Filter).

Ungeheure Hitzestürme. Pausenlos Explosionen wie von Millionen Wasserstoffbomben. Gasfackeln fegen ins All – so lang wie die Entfernung zwischen Erde und Mond.

DIE SONNE TOBT. Ein NASA-Sprecher: „So etwas haben wir

noch nie erlebt, seit die Sonnenaktivitäten gemessen werden.“

Fotos der Sonde SOHO zeigen die riesigen Feuer, die wie Fluten um die Sonne jagen.

Gestern abend erreichten die ersten Ausläufer der Explosionen die obere Magnet-

schicht der Erde. Ein kleinerer Ausbruch im Januar zerstörte einen Rundfunk-Sender.

Ganze Systeme, so die NASA, könnten diesmal ausfallen: TV-Sender, Spionage-Satelliten. **Insgesamt sind durch Sonneneruptionen 43 Satelliten beschädigt.**

Heute 23.15

Heike Makatsch Die Show

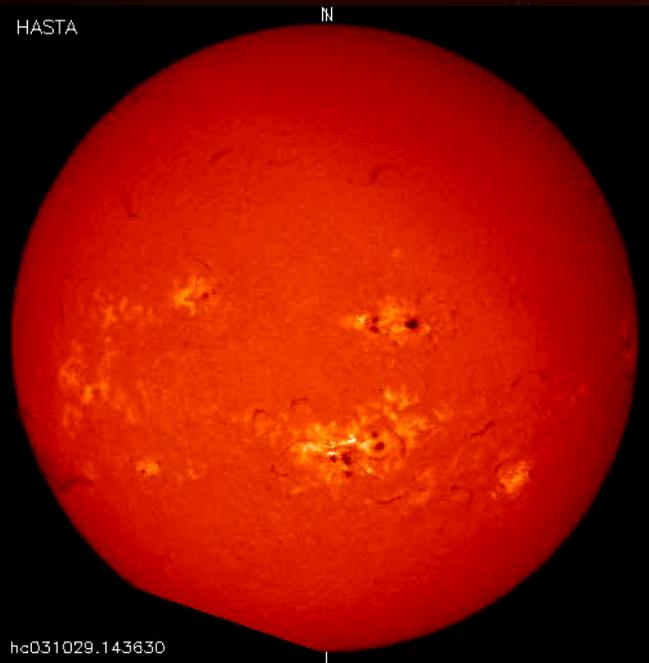
Die Nacht gehört ihr:
Schräge Typen,
Prominente,
Szene-News und
Kurioses. Dazu live
die Top-Acts aus der internationalen Musik-Szene.

Ihre Gäste heute sind:
Kai Wiesinger, Friedrich Küppersbusch,
Dariusz "Tiger" Michalczewski, Blur,
Sabrina Setlur, u. a.

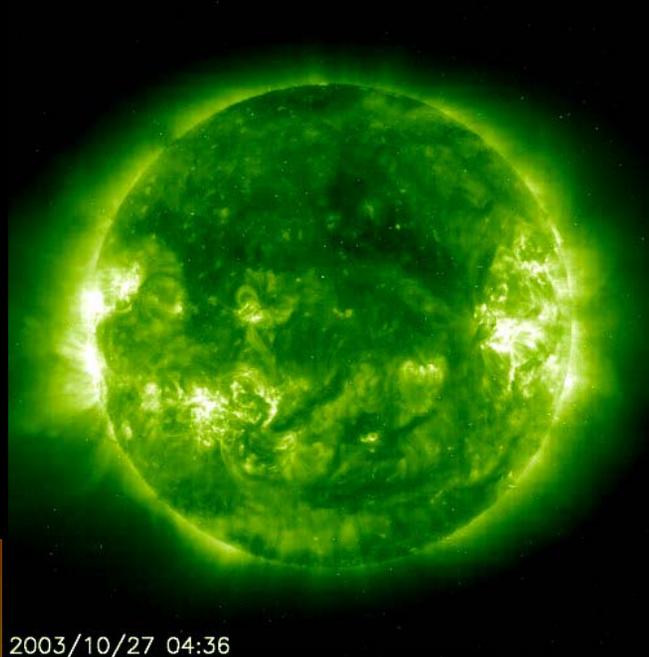
RTL2

Die Riesenergebnisse vom 28./29. Oktober 2003

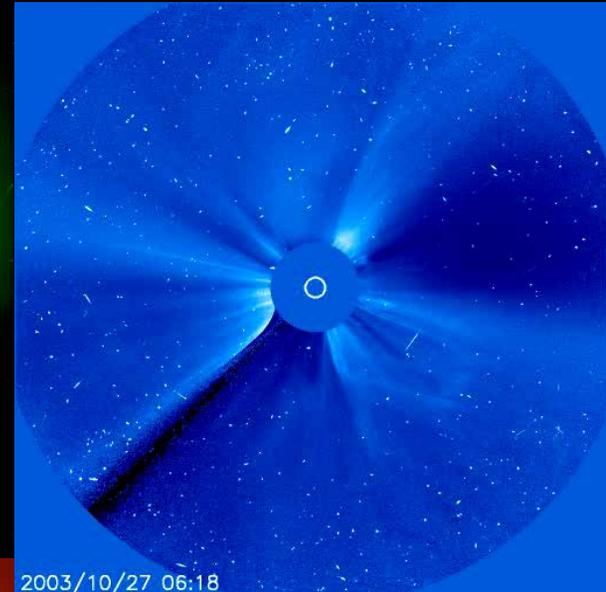
Ein X 17,2 flare am 28.10.2003,
Ein X 10,0 flare am 29.10.2003



HASTA in El Leoncito



EIT auf SOHO



LASCO-C3 auf SOHO

Die „Schneestürme“ rühren von extrem energiereichen Flareteilchen her, die sogar Satelliten und Instrumente durchdringen und CCDs stören können.

Die Riesenergebnisse vom 28./29. Oktober 2003

Juhnke-Sohn spricht

Ich habe mich für Vater geschämt




Oliver Juhnke (51)

Harald Juhnke (74)

Man kann ja über alles reden. Das ganze Wochenende für **0 Cent!**

Der neue 300-Tarif: Jetzt kein jeder samstags, sonntags und an allen gesetzlichen Feiertagen für 0 Cent! telefonieren!

Anmelden unter: www.t-com.de oder 0800 33 03333

Einfach magisch. T-Com

Donnerstag, 25344
30. Oktober 2003, 0,50 €

BILD

UNABHÄNGIG · ÜBERPARTEILICH

www.bild.de

Berlin - Er leidet so sehr am Herz-Kreislauferlei! Oliver Juhnke (51) spricht erstmals offen über sein Leben als Juhnke-Sohn. Wie er die Kind unter dem Alkohol-Exzessen gelitten hat, wie er sich schämte, wie sehr er seinen Vater Harald Juhnke trotz allem vermisst - Seite 6

Papa Franz sooo stolz

Er hat gerade Joel sein Schwesterchen gezeigt



Franz Beckenbauer (64) kommt mit seinem Sohn Joel (13) aus der Kniele. Die hat der Kleine sein Schwesterchen Francesco das erste Mal gesehen. Der Kaiser über seine weitere Familienplanung - Seite 10

Flammensturm im All

Explobiert die Sonne?

Noch nie geschaut, gigantische Eruptionen auf der Sonne! Entstehung fotografieren Forscher durch grünlich abgedunkelte Teleskope ungeheurer Feuerstöße - die hellen Flecken; Mitte, links und rechts! Wie Kataklysmen jagen Magnetimpulse durchs All zur Erde. Was passiert mit uns? Kann das ganze Gestirn explodieren? Seite 8

Betonfertiggaragen bis zu 60 % günstiger als gemauerte!

Clevere Bauherren sparen an den Kosten - nicht an der Qualität. Beispiel Garage: Bis zu 60 Prozent günstiger sind Betonfertiggaragen im Vergleich zu gemauerten. Das zeigt die Studiengemeinschaft für Fertigung e.V. in einem aktuellen Preis-Leistungsvergleich. Mehr Infos unter:

www.betonfertiggaragen.de

Wieder Erhöhung der TV-Gebühren?

Die Interessierten von ARD und ZDF beraten heute über eine TV-Gebührenerhöhung. 1,80 Euro mehr pro Monat (17,95 statt 16,15 Euro). Die zuständige Bundesfunkkommission schlägt eine Anhebung von 1,25 Euro vor. Erntedankfest (CSN) platziert für eine Nullrunde.

NACHRICHTEN

Letzer Briefe Seite 6

Jet stürzte ab
Rosenheim - Ein voll genutzter AlphaJet stürzte bei Rosenheim ab und brach sich in sieben Achter. Pilot und Copilot rieten sich mit dem Fallschirm.

SARS durch Katzen
London - Die gefährliche Lungenerkrankung SARS (bisher 803 Tote) kann sich bei Hauskatzen und Freigängern entwickeln und von diesen Tieren auch weitergetragen werden. Das fanden niederländische Wissenschaftler heraus.

Rakent bei Air Berlin
Berlin - Passagier Rakent bei Air Berlin. Die Fluglinie beförderte in diesem Jahr bereits über 8 Mio. Passagiere. Bei Ende des Jahres soll die Zahl auf 9,5 Mio. steigen.

CD von Berlusconi
Rom - Italiens Präsident Silvio Berlusconi (67) bringt eine CD mit selbstgestrichelten Liebesliedern heraus. Sie werden von seinem Lieblingsmusiker Marina Abietto gesungen.

Bäse
Frankfurt - Das (18 Uhr) 3611

Hat er kalifornien angezündet?

Los Angeles - 18 Tote, über 75 000 Menschen auf der Flucht - die unbekanntesten Wochentage sind die schlimmsten in der Geschichte Kaliforniens! Mit einem Phantombild (Foto oben) und 10 000 Dollar Kopfgeld belohnen die Behörden nun nach dem etwa 20-jährigen Warden, der die Brände gelegt hat.

Die Feuer hat dieses Reh eingekesselt!

Nina und die Rücken-Gymnastik

Nina ist 'ne ganz fleißige. Den ganzen Tag sitzt die Sprach-Studentin an der Schreibmaschine und am Schreibtisch und lernt. Abends tut ihr immer der Rücken ganz doll weh. Aber jetzt geht's schon viel besser, weil sie beim Arzt...

war. Der hatte einen ganz privaten Tipp: Oft mal ein bisschen Yoga machen. Das wirkt ja sooo entspannend...



Umfrage Merkel holt Schröder bei Beliebtheit ein

Hamburg - Historischer Hottip: Die SPD-Nutzer sind noch 24 % der Deutschen, die CDU behauptet ihre absolute Mehrheit (51 %), die FDP (7 %) jeweils 36 % der Deutschen wählen.

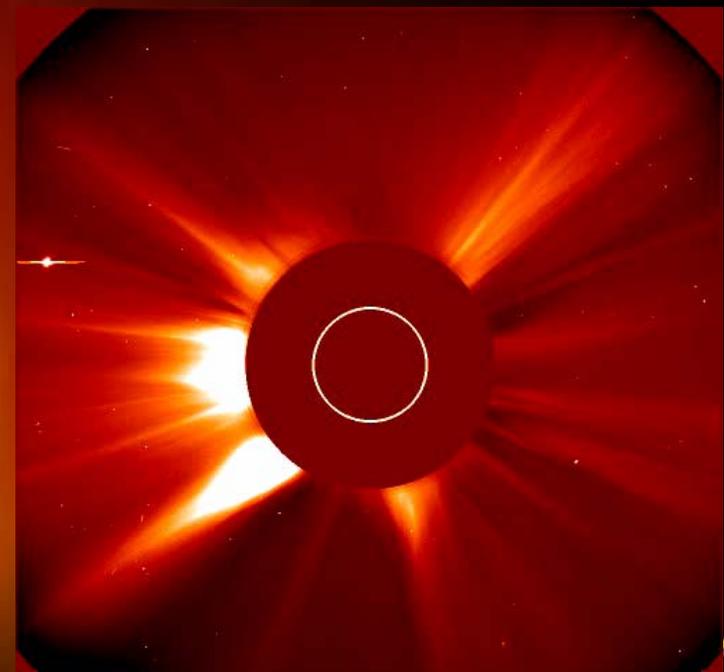
wahl wäre ein Prozentpunkt weniger als in der Vorwoche. Die CDU behauptet ihre absolute Mehrheit (51 %), die FDP (7 %) jeweils 36 % der Deutschen wählen.

nen bleiben stabil bei 11 %. CDU-Chefin Merkel ist jetzt genauso beliebt wie Kanzler Schröder (SPD) - jeweils 56 % der Deutschen wählen.

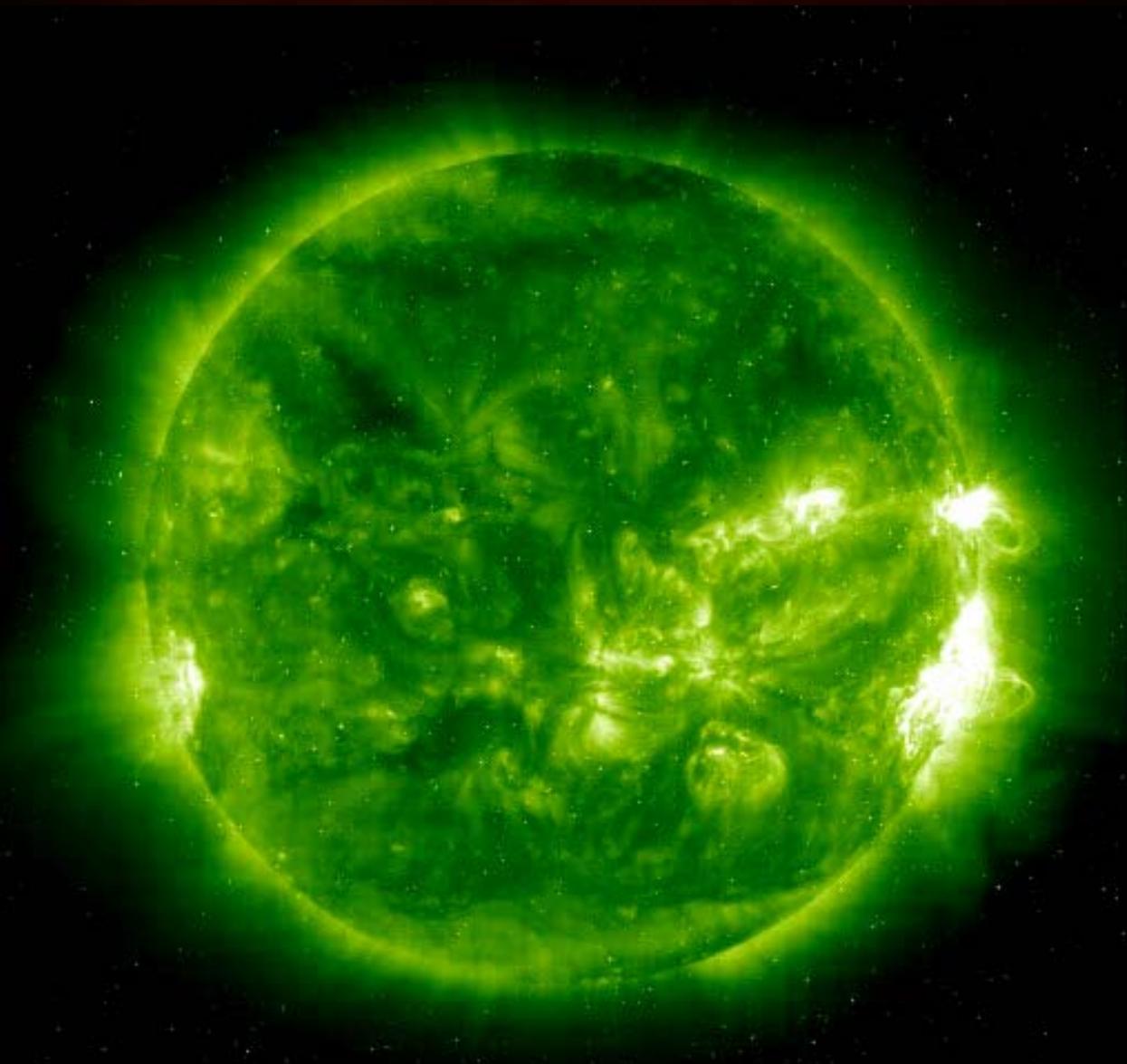
VERLEHNER
Der große Altkönig Christian Strohle (54) kann sich ohne langweiligen Zirkus rühmen: Heuer ist er zum ersten Mal Mann, jener Kandidat, der sich bei der WM 1994 mit dem Titel 'Tor-Tor' in die Herzen der Deutschen schmeißt. Noch immer ist er ein beliebter Mann bei den Fans der Bayern München.

GEWÄSSER
Das war ein toller Urlaub: Der 25-jährige Euro aus der Schweiz (Blau) ist glücklicher als der große Mann (Unwetter) und könnte (Wetterwachen) Schutz haben. Beide wollen für Karlsruhe in Berlin eine Bank eröffnen. Der jüngere angeordnet, die auch dem

- Wir hatten sie genau verfolgt und unsere Vorhersagen getroffen.
- Sie wurden von manchen Medien aufgenommen und verbreitet.
- Sie trafen ziemlich gut ein.
- Nur leider war meistens das Wetter für Beobachtungen von Polarlichtern zu schlecht.



...dann das Superflare am 4. November 2003



Es ging wieder von demselben aktiven Gebiet 486 aus, aber schon nahe dem Sonnenrand. Auf der „Richterskala“ für Flares hatte es X28, ein Wert, der alles überstieg, was jemals aufgezeichnet wurde.

2003/11/03 10:49

Die Riesenereignisse im Oktober/November 2003

Polarlichter , u.a., in ganz Europa



Kroschenbroich



Dortmund



Linz



Bopfingen



Dolomiten

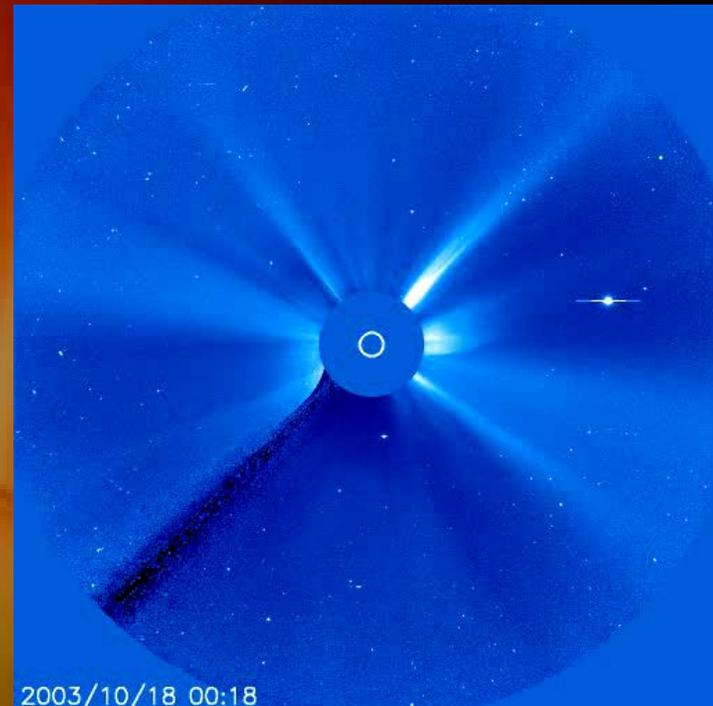
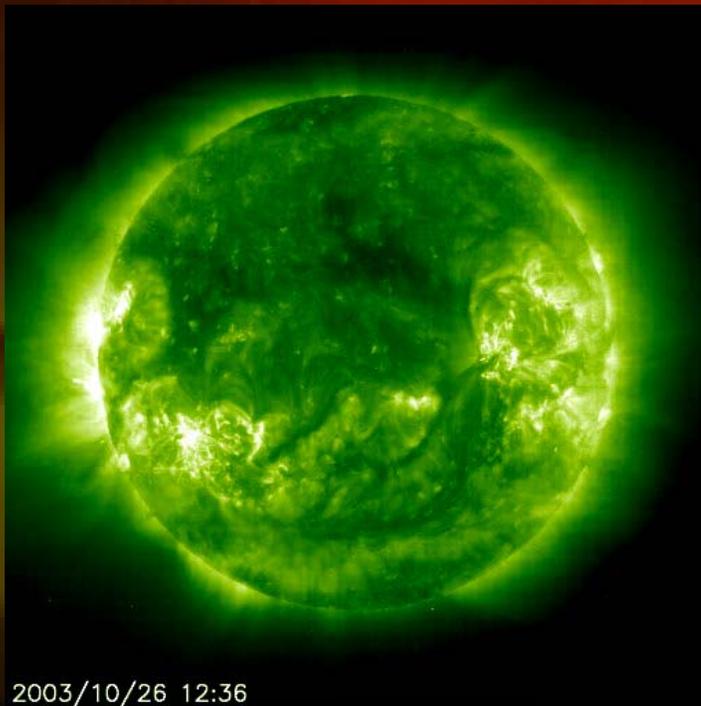


Cortina

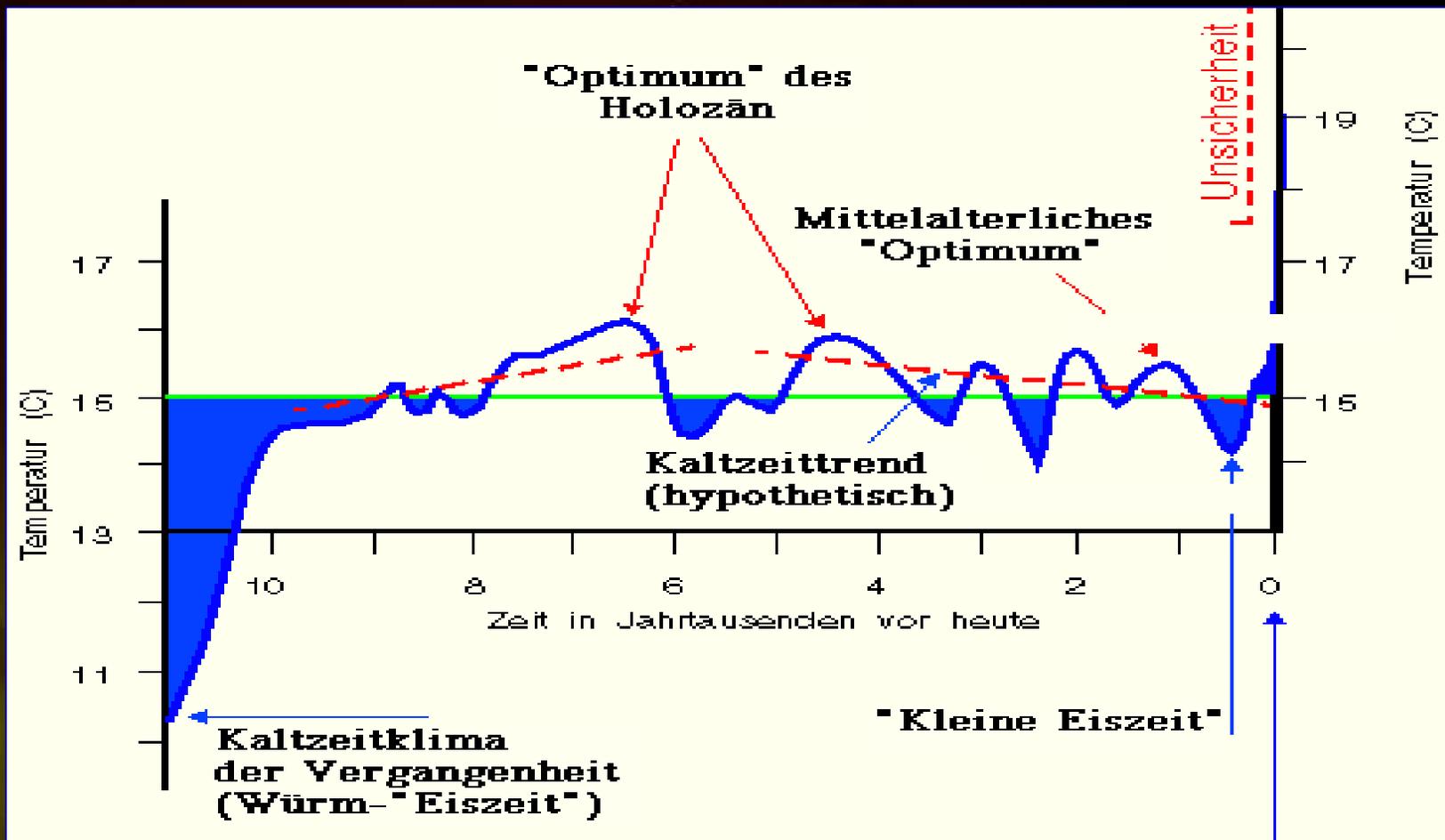


Warum sind Vorhersagen des Weltraumwetters noch immer so unsicher?

1. Weil wir von den Explosionen auf der Sonne immer noch nicht sagen können, wann, wo und wie stark sie auftreten werden.
2. Weil wir die Geschwindigkeit von CME-Wolken auf die Erde zu nicht messen können.
3. Weil wir die Einwirkungen auf die Erde nicht vorhersagen können.

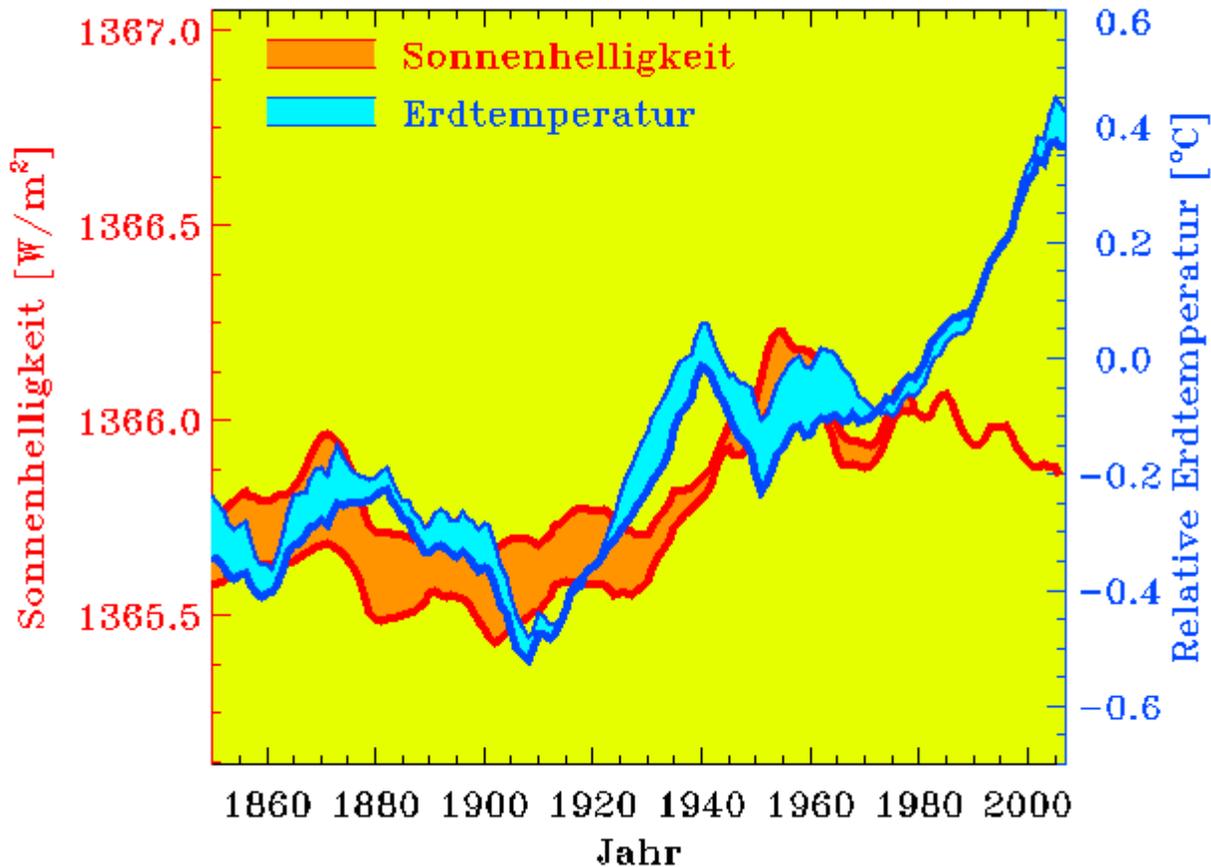


Steuert die Sonne das Erdklima ?



Es gab starke Klimaschwankungen schon lange vor der Industrialisierung. Sie gingen einher mit nachweisbaren Veränderungen der Sonnenaktivität!

Variationen von Einstrahlung und Temperatur



Klimamodelle: Temperaturschwankungen vor ~1950 von der Sonne beeinflusst, danach überwiegt der Treibhauseffekt.

Fazit: Sonne oder CO₂-Treibhaus ?

Beide "Verdächtige" haben die Hand im Spiel:

- vor ca. 1980 deutlicher Einfluss der Sonne
- danach gewinnt CO₂ an Bedeutung

Weitere Entwicklung von Sonnenaktivität und Klima sind beunruhigend unsicher, also ist Forschung auf beiden Seiten notwendig, aber wir sind uns einig:

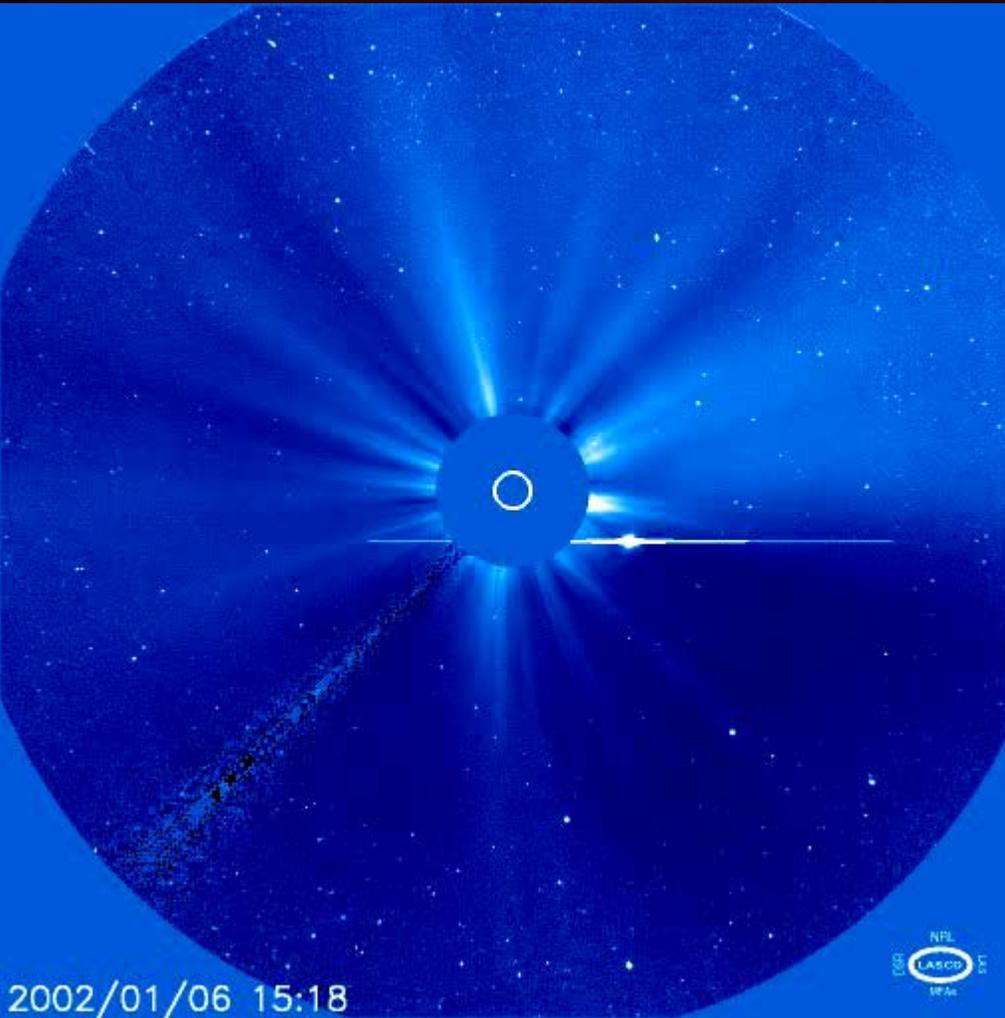


Keine Experimente mit dem Klima!

Laßt uns achtgeben auf unseren blauen Planeten !



Sonne - Erde - Weltraumwetter



Wenn Sie mehr davon wissen wollen,
besuchen Sie uns im Internet!

<http://star.mpae.gwdg.de>

<http://www.spaceweather.com/>

<http://www.meteoros.de/>

<http://sohowww.estec.esa.nl/>

<http://ares.nrl.navy.mil/sungrazer/>

Rainer Schwenn,
Max-Planck-Institut für Sonnensystemforschung
Katlenburg-Lindau
Schwenn@mps.mpg.de