

Ohne Magnetfelder kein Funkwetter

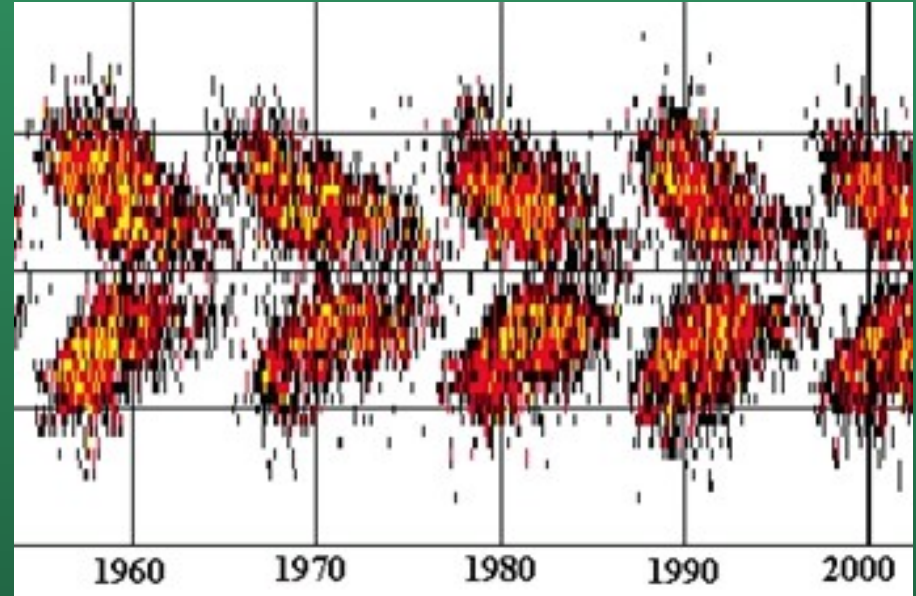
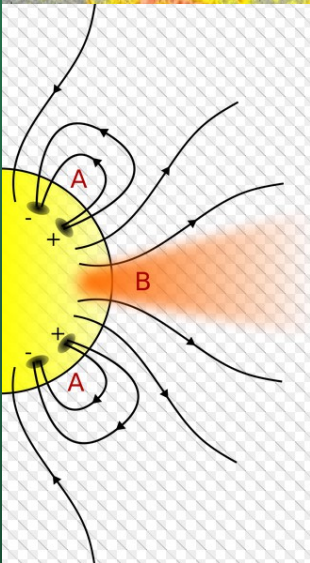
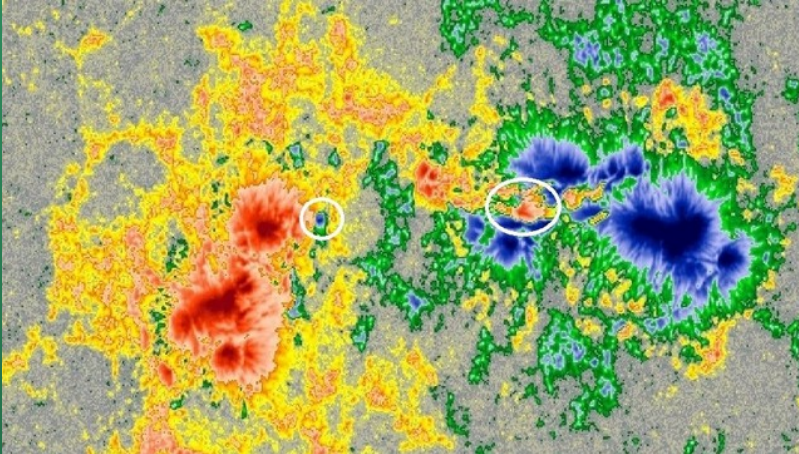
DL1VDL April 2021, OVA S 06

- Magnetfelder spielen auf der Sonne
 - für den Transport geladener Teilchen
 - für geomagnetische Erscheinungen
- die gleiche Rolle wie Straßen oder Schienen beim Transport auf der Erde.

Ohne Magnetfelder gäbe es keine Sterne und Planeten.

- Ursache für Magnetfelder : bewegte Ladungen
- Magnetfeldlinien sind immer in sich geschlossen

In der Übergangsphase treten Sonnenflecken des alten und neuen Zyklus auf. Man erkennt sie im Magnetogramm an der unterschiedlichen Polarität und Lage.

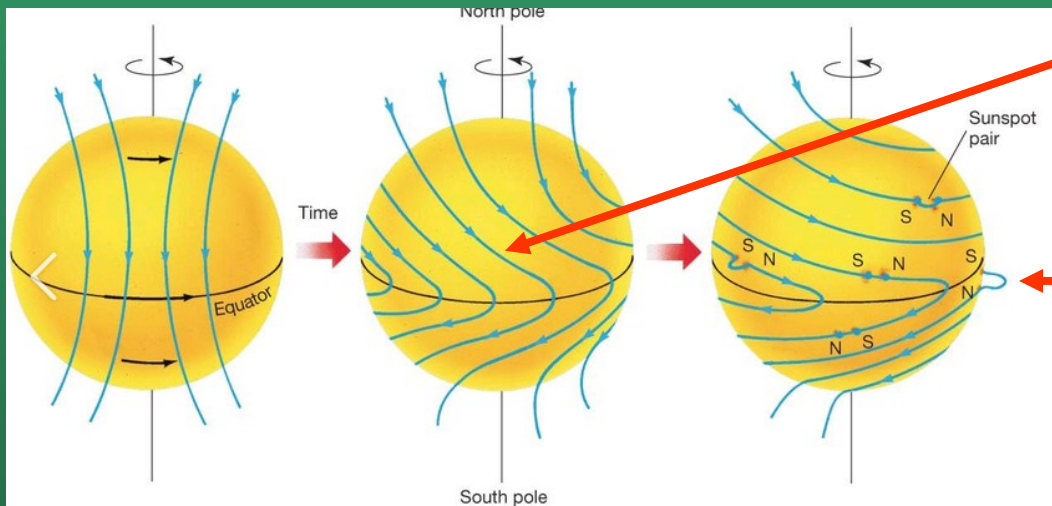


Schmetterlingsdiagramm: Lage der SoFle

Zu Beginn eines neuen Zyklus treten Sonnenflecken entfernt vom Äquator auf. Mit fortschreitendem Zyklus sieht man sie häufiger In Äquatornähe

Im Zyklus25 haben über dem Sonnenäquator die Flecken die Polarität - +, unterhalb des Sonnenäquators ist die Polarität umgedreht (+,-)

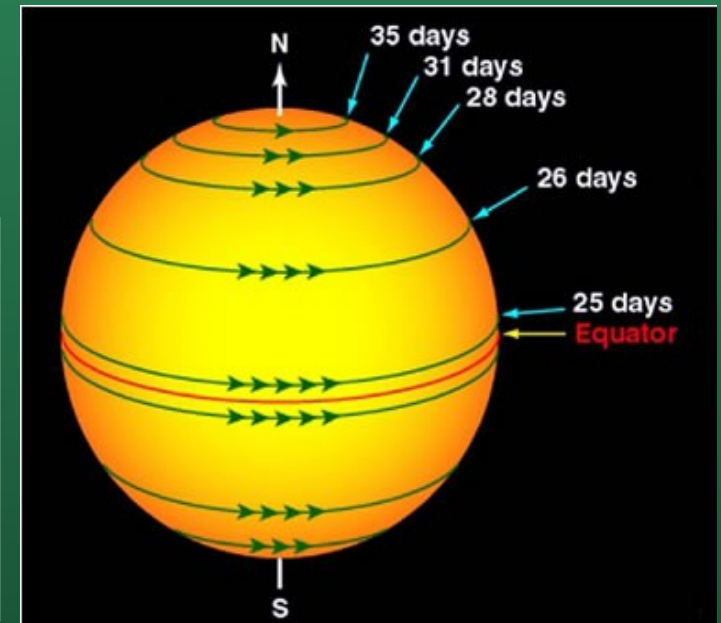
Magnetfeld der Sonne



Alphaeffekt:
Differentielle Rotation
(Gasballon)

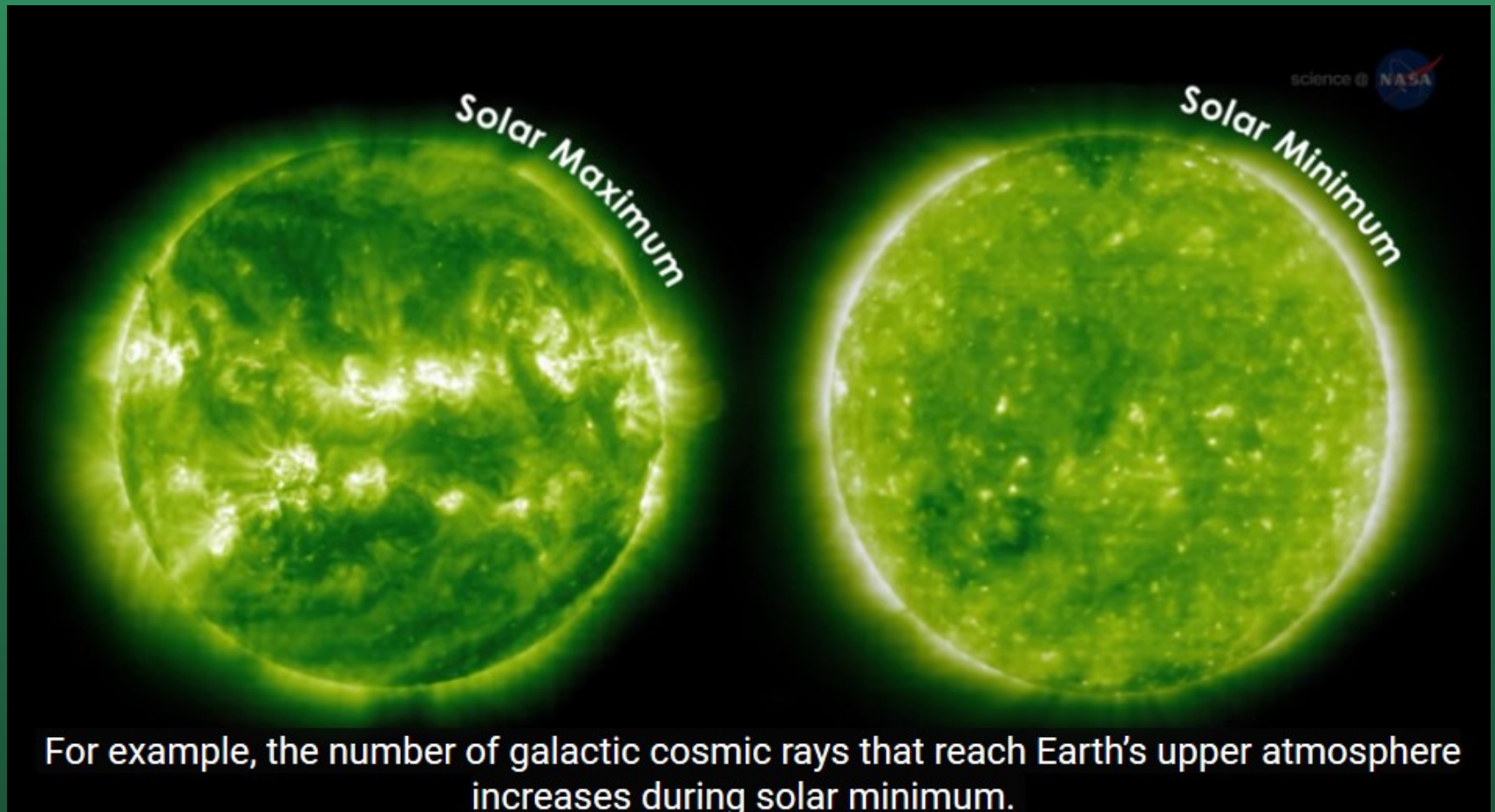
Omegaeffekt: Sonnenflecken

Magnetfelder steuern:
Dynamik und Topologie aller
koronalen Erscheinungen wie
Sonnenflecken, koronale Ausbrüche,
koronale Löcher, Fackeln.....

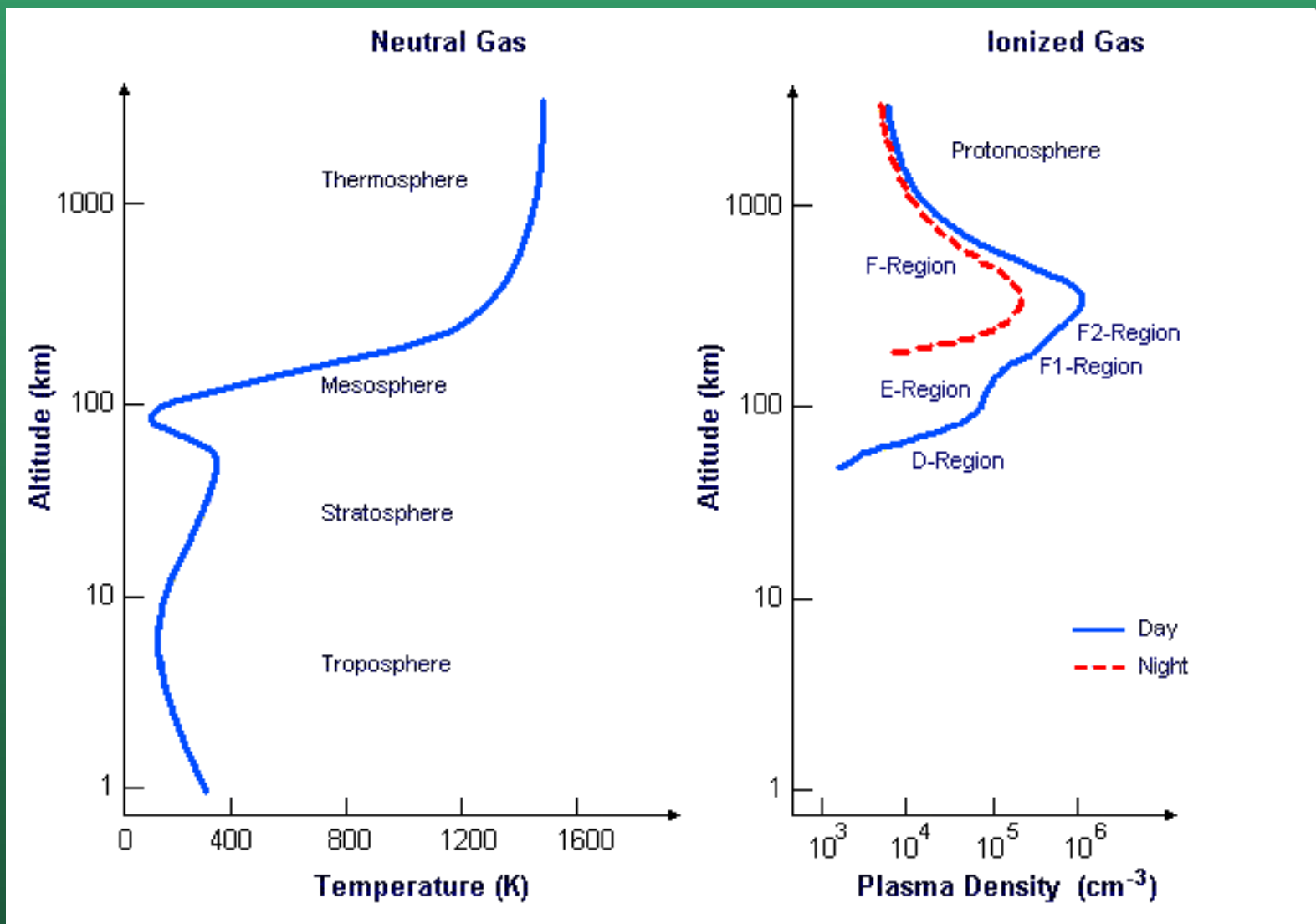


Das Magnetfeld der Sonne auf der Erde hätte die Stärke von 10^{-11} Tesla.
Durch Sonnenwind (weht immer) ist es 100mal größer, 10^{-9} Tesla.

Motivation: 2021: Die Ionosphäre kommt nicht in Schwung



Manchmal sind kurzzeitig gute DX-Bedingungen, warum?

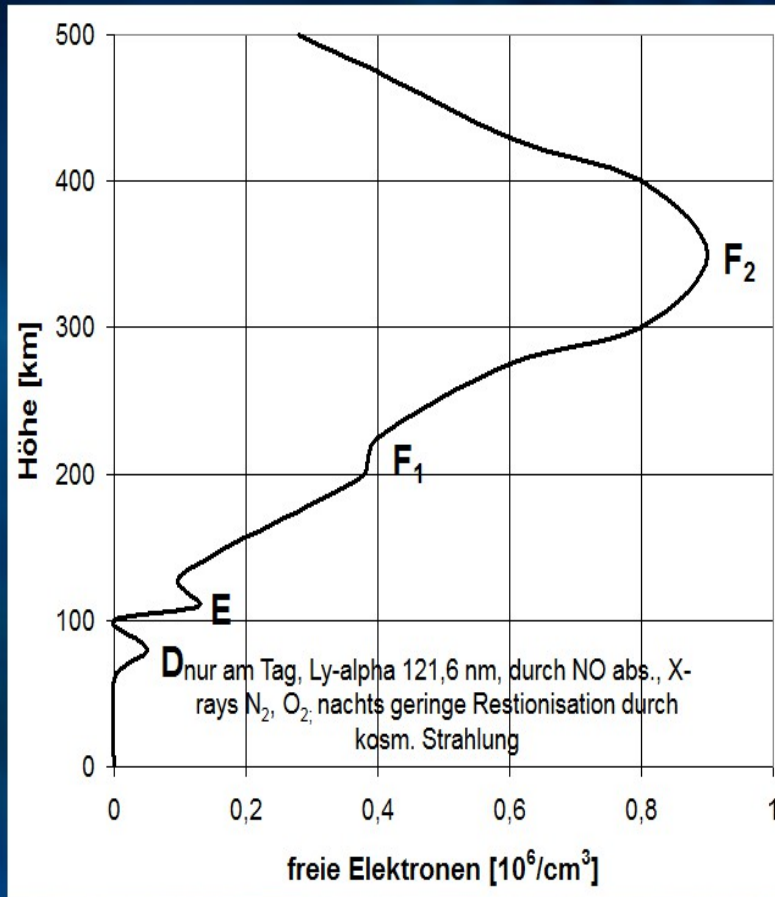


$$f_p = 8,978 \text{ Hz} \cdot \sqrt{n_e / \text{m}^{-3}}$$

Plasmafrequenz

IONOSPHERE

Maxima der Ionisation entstehen durch Energieabsorption an bestimmten Teilchenarten



- **Je energiereicher die Strahlung, desto höher ist ihr Durchdringungsvermögen!**
- F: 100 bis 10 nm (UV-Strahlung)
- E: 10 bis 1 nm (weiche Xrays)
- D: 1 bis 0,1 nm (harte Xrays)
- D: 121,5 nm Fenster in Atmosphäre

Mittlere Schichthöhen:

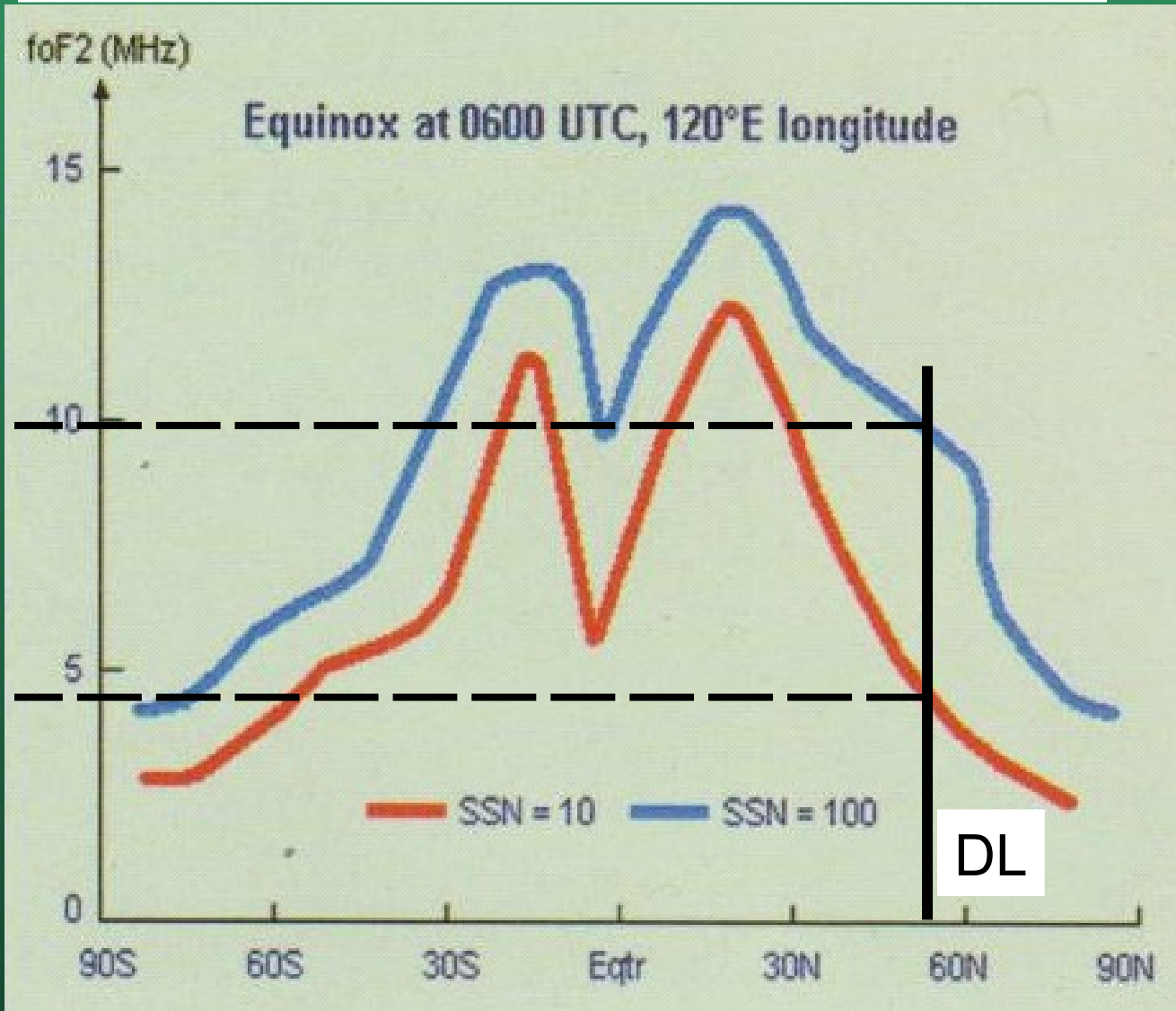
D: 60 bis 90 km

E: 90 bis 170 km

F: 170 bis 900 km (F₁, F₂ !)

Kurzwellenfunk geht über Beugung an Ionosphäre

Welche f_0F2 kann man erwarten?
 f_0F2 : Grenzfrequenz der F2-Schicht



foF2 4.925
foF1 3.92
foF1p 3.84
foE 2.51
foEp 2.66
fxI 5.61
foEs N/A
fmin 1.00

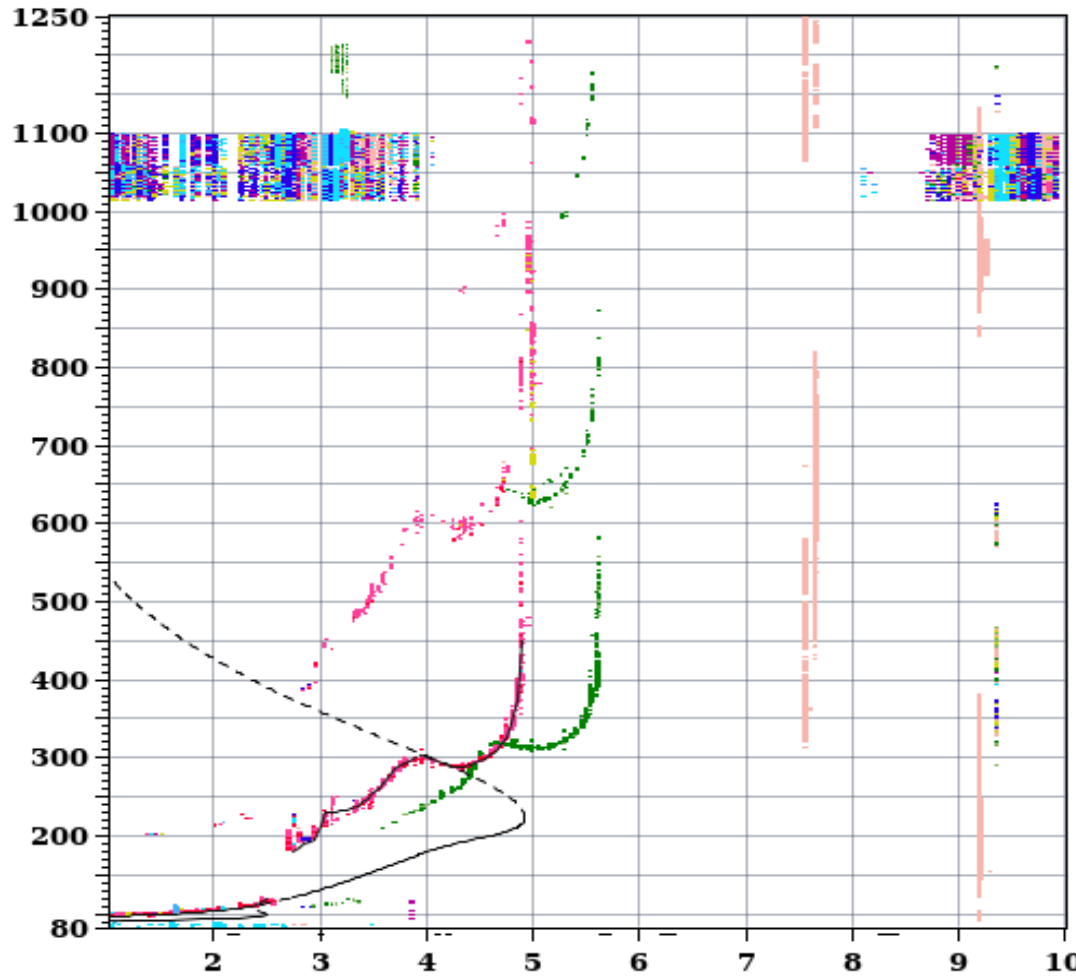
MUF(D) 16.73
M(D) 3.41
D N/A

h`F 180.0
h`F2 287.5
h`E 96.7
h`Es N/A

hmF2 221.9
hmF1 176.7
hmE 98.9
yF2 61.3
yF1 52.8
yE 8.7
B0 79.2
B1 1.82

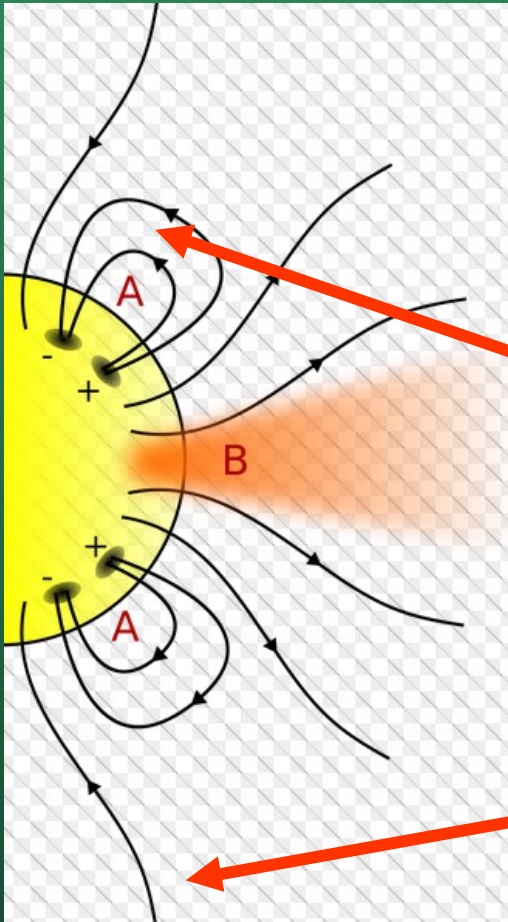
C-level 22

Auto:
Artist5
500200



D 100 200 400 600 800 1000 1500 3000 [km]
MUF 5.6 5.6 5.9 6.3 6.9 7.8 10.3 16.7 [MHz]

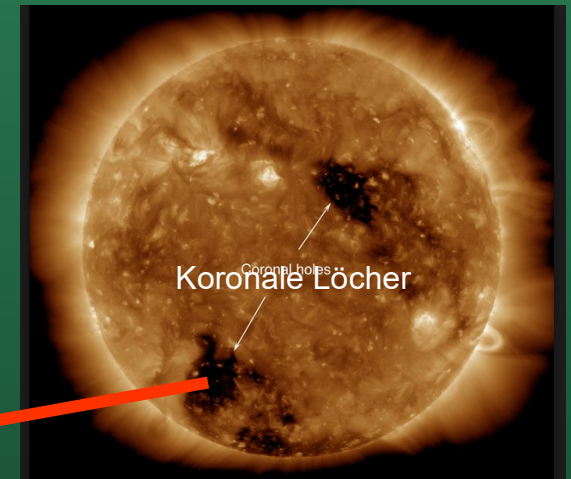
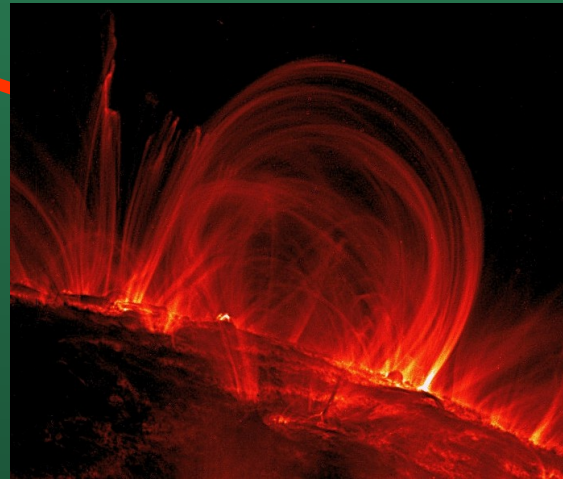
In den Jahren der ruhigen Sonne spielen Sonnenflecken eine untergeordnete Rolle für das Funkwetter, dafür sorgen koronale Löcher für schnellen Sonnenwind!



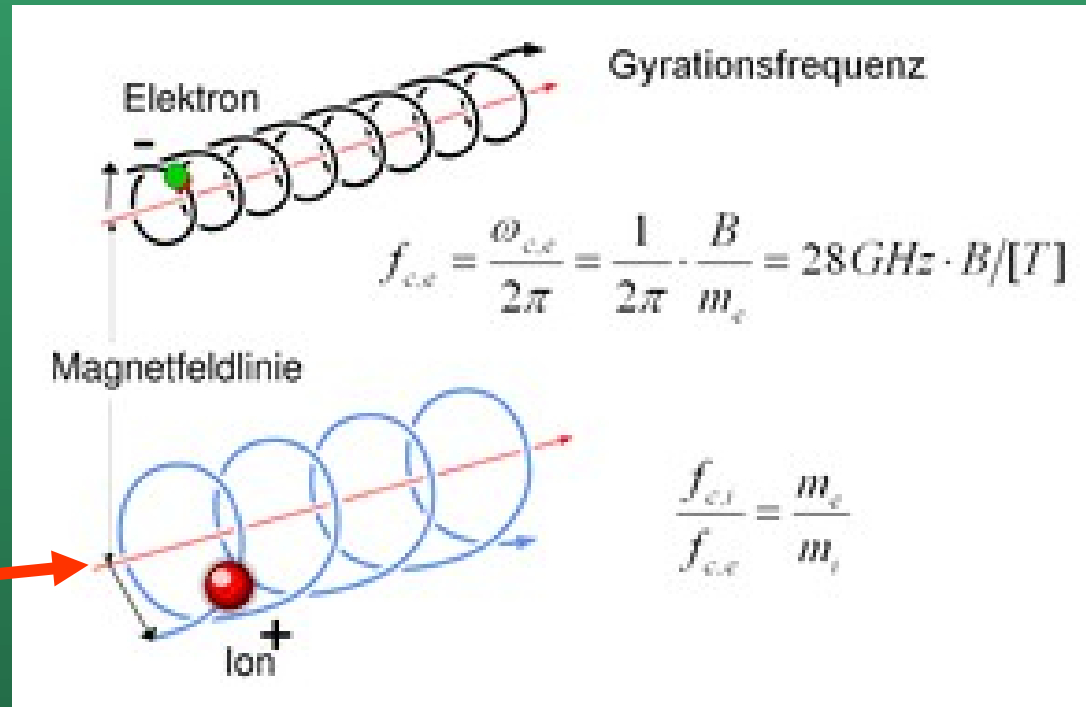
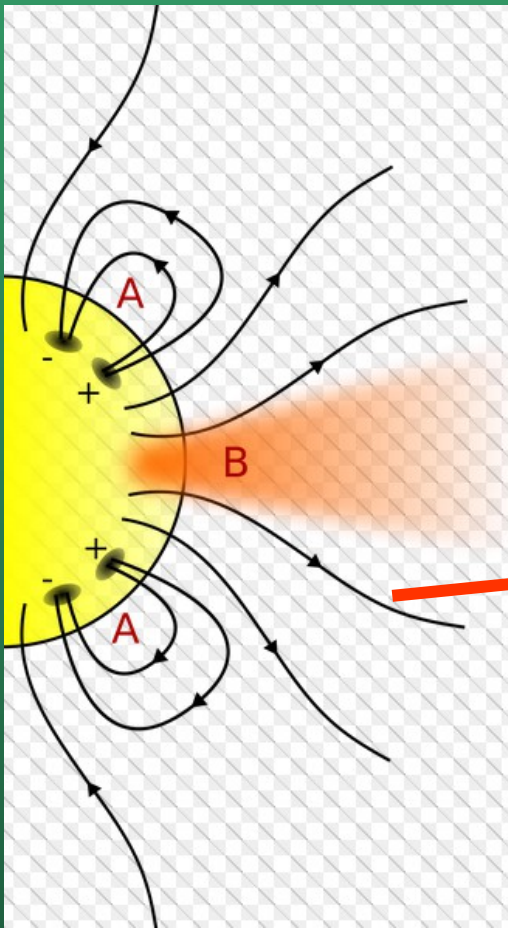
Magnetische Feldlinien:

A: Sonnenflecken (langsamer Sonnenwind)

B: Koronale Löcher (schneller Sonnenwind)



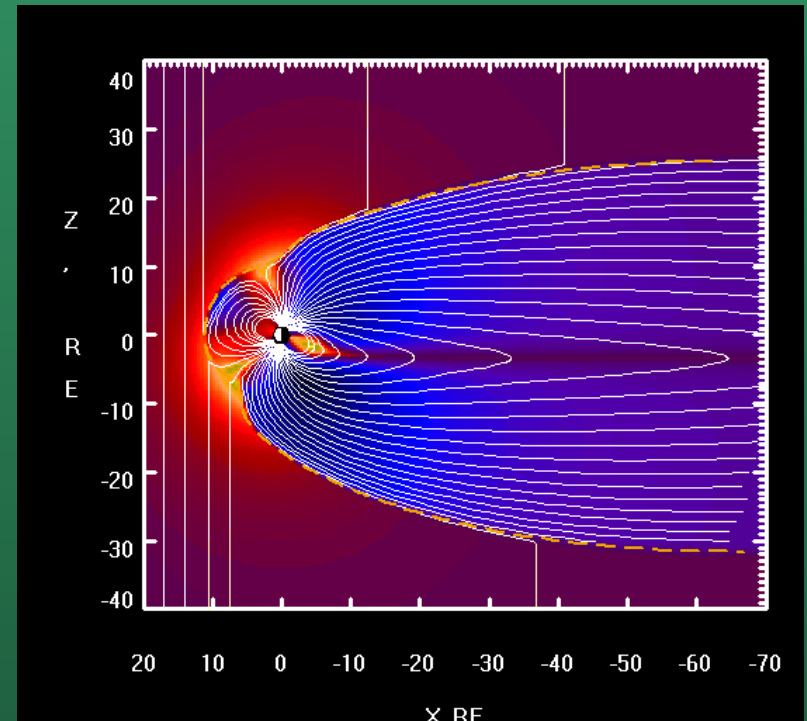
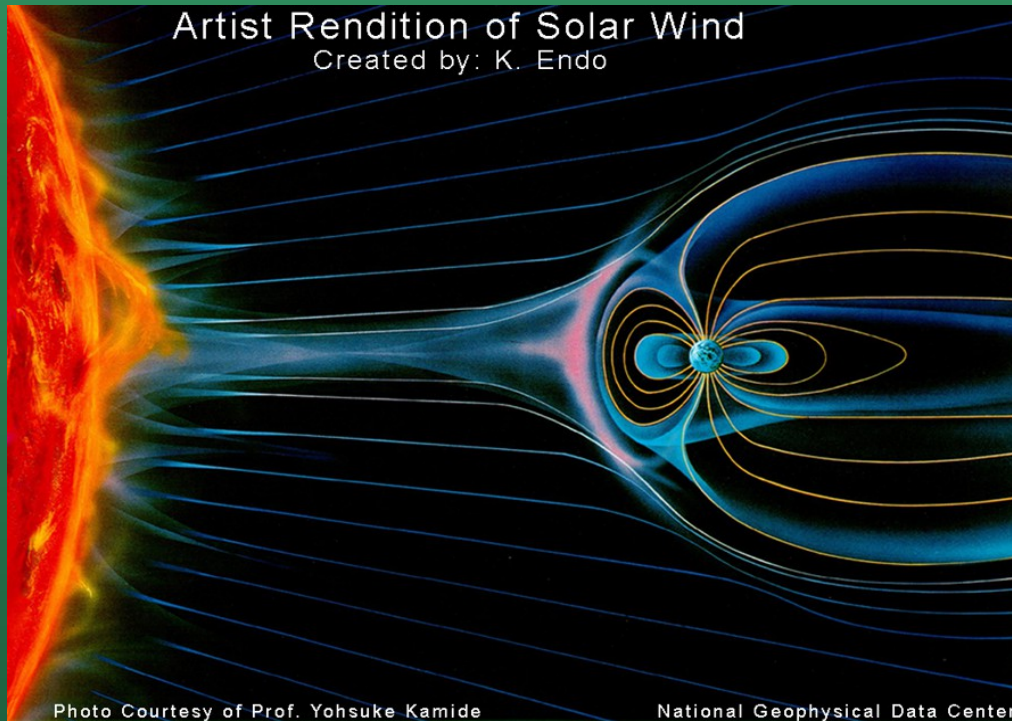
B: Magnetfelder zum Raum hin offen, Sonnenwind kann entweichen



Geladene Teilchen des Sonnenwinds bewegen sich auf Kreisbahnen um die Magnetfeldlinien. Sie werden dabei beschleunigt.

- A: langsamer SoWi: $v = 300 \dots 400 \text{ km/s}$ (2...5 Tage bis Erde)
- B: schneller SoWi: $v = 400 \dots 900 \text{ km/s}$ (8 min bis 2 Tage)

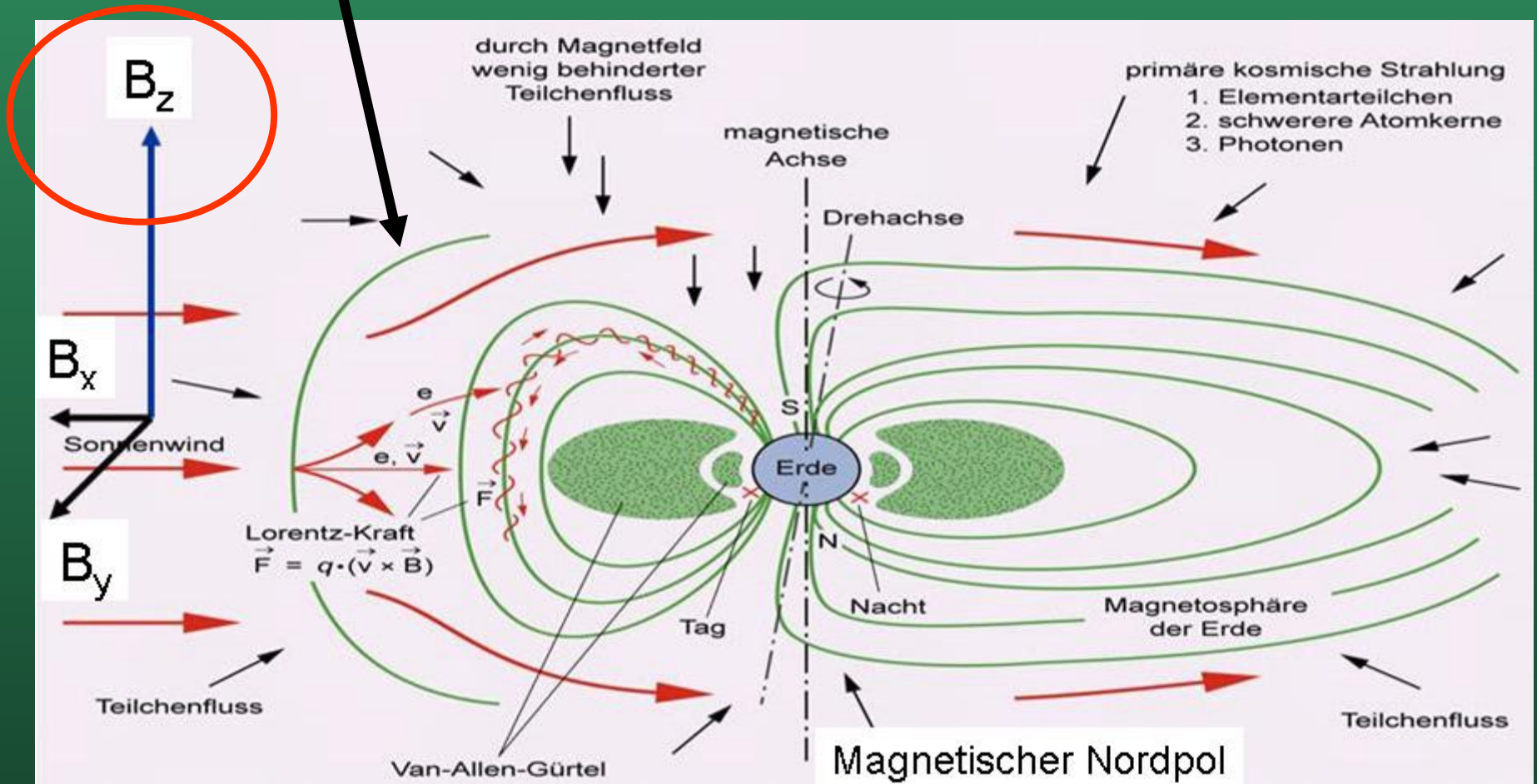
Der Raum, der vom Sonnenwind beeinflusst wird: Heliosphäre



Sonnenwind: Ununterbrochener Plasmastrom, „weht“ mit $v \sim 200 \dots 900$ km/s
-Teilchen benötigen zur Erde zwischen 2 und 6 Tage,
Energie des Sonnenwindes $\sim 3 \times 10^{20}$ W
Teilchen des Sonnenwindes: Elektronen, Protonen (Wasserstoffkerne), He-Atome
-ständig fließender „Elektronenstrom“ von der Sonne in die Ionosphäre: ca 50 kA

Interplanetares Magnetfeld und Erdmagnetfeld

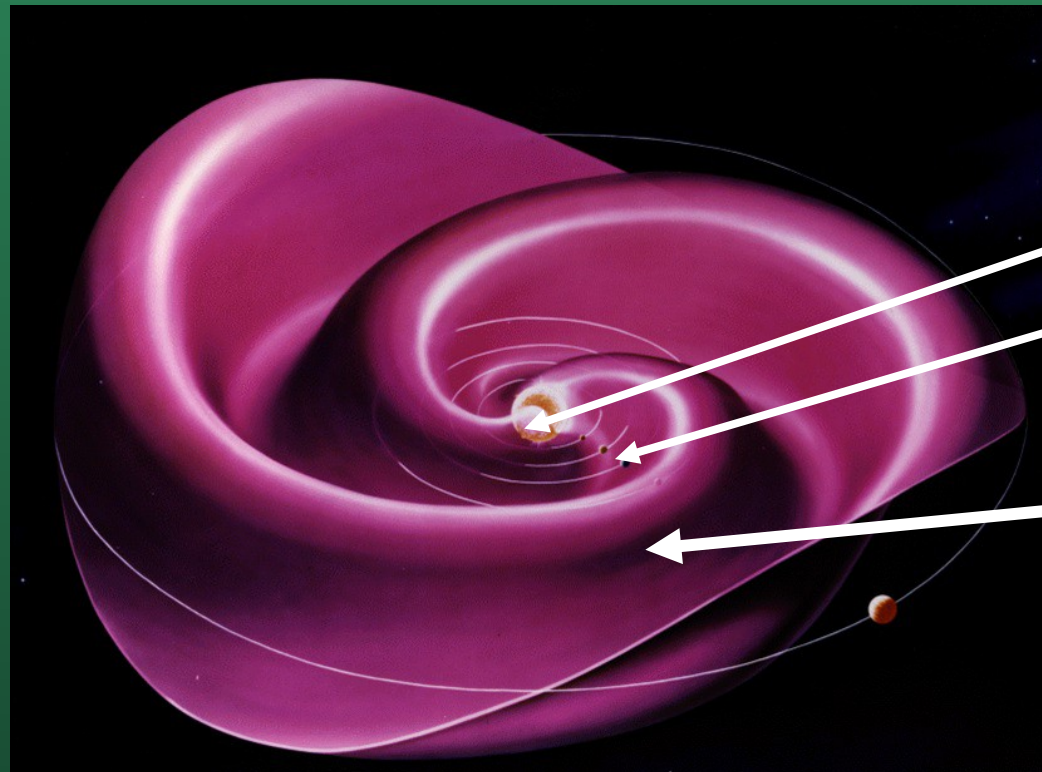
Magnetopause: Kräftegleichgewicht der Magnetfelder



Interplanetares Magnetfeld:

Magnetfeld der Sonne in der Heliosphäre ohne direkten Einfluss der Planeten. Es dominiert der Sonnenwind.

Heliosphärischen Stromschicht: Erde manchmal unterhalb, manchmal oberhalb, dadurch auch SoWi +Bz oder -Bz



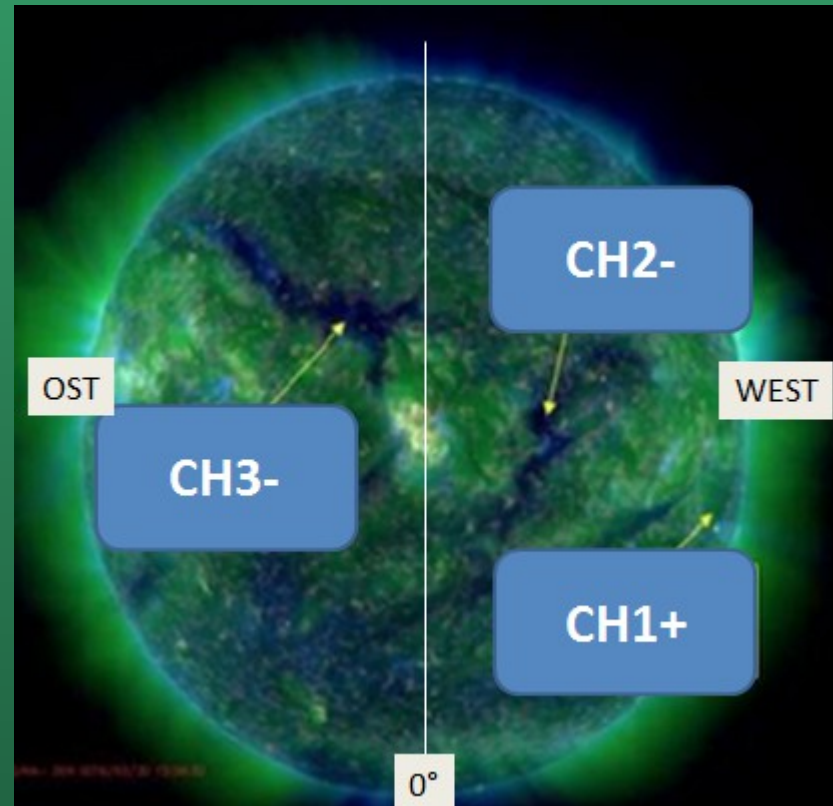
Sonne

Erde

Interplanetares
Magnetfeld

-dreht sich mit der Sonne von O nach W (T_{Umlauf} : 25 Tage)

www.solarham.net
www.solen.info/solar



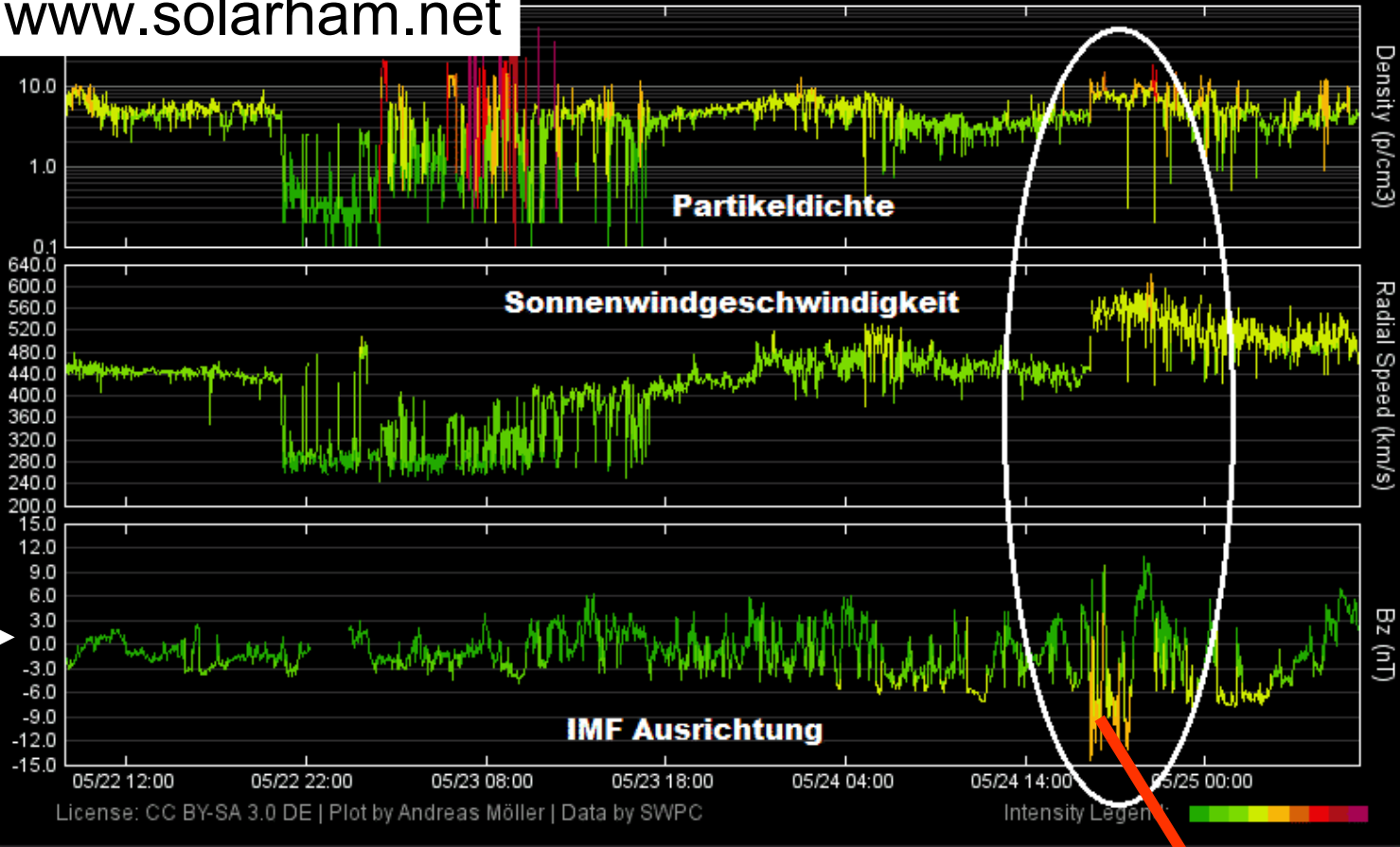
Wegen der sich drehenden Heliosphärischen Stromschicht werden koronale Löcher erst interessant, wenn sie auf die westliche Seite des Meridians gewandert sind.
Vorhersage: www.solen.info/solar

Störungsablauf:

- Sonnenwind wird durch Magnetfeld um die Erde abgelenkt
- Magnetopause : 10 Erdradien entfernt bei langsamen SoWi
- schrumpft bis auf 5 Erdradien bei schnellem SoWi
- Ionosphäre wird auf Sonnenseite verdichtet, d.h.
- Höhere Gasdichte zum Ionisieren
- Höhere Grenzfrequenzen der Ionosphärenschichten

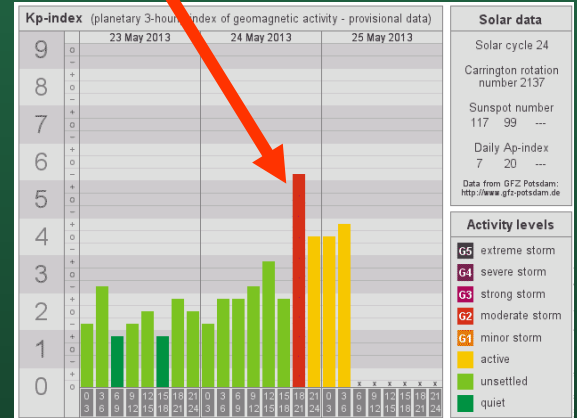
Vorhersage positiver Störungsphasen ?

Beobachten: www.solarham.net, www.solen.info/solar



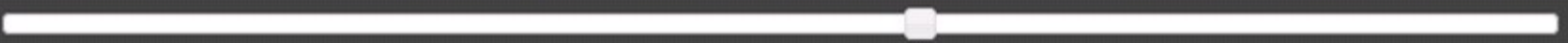
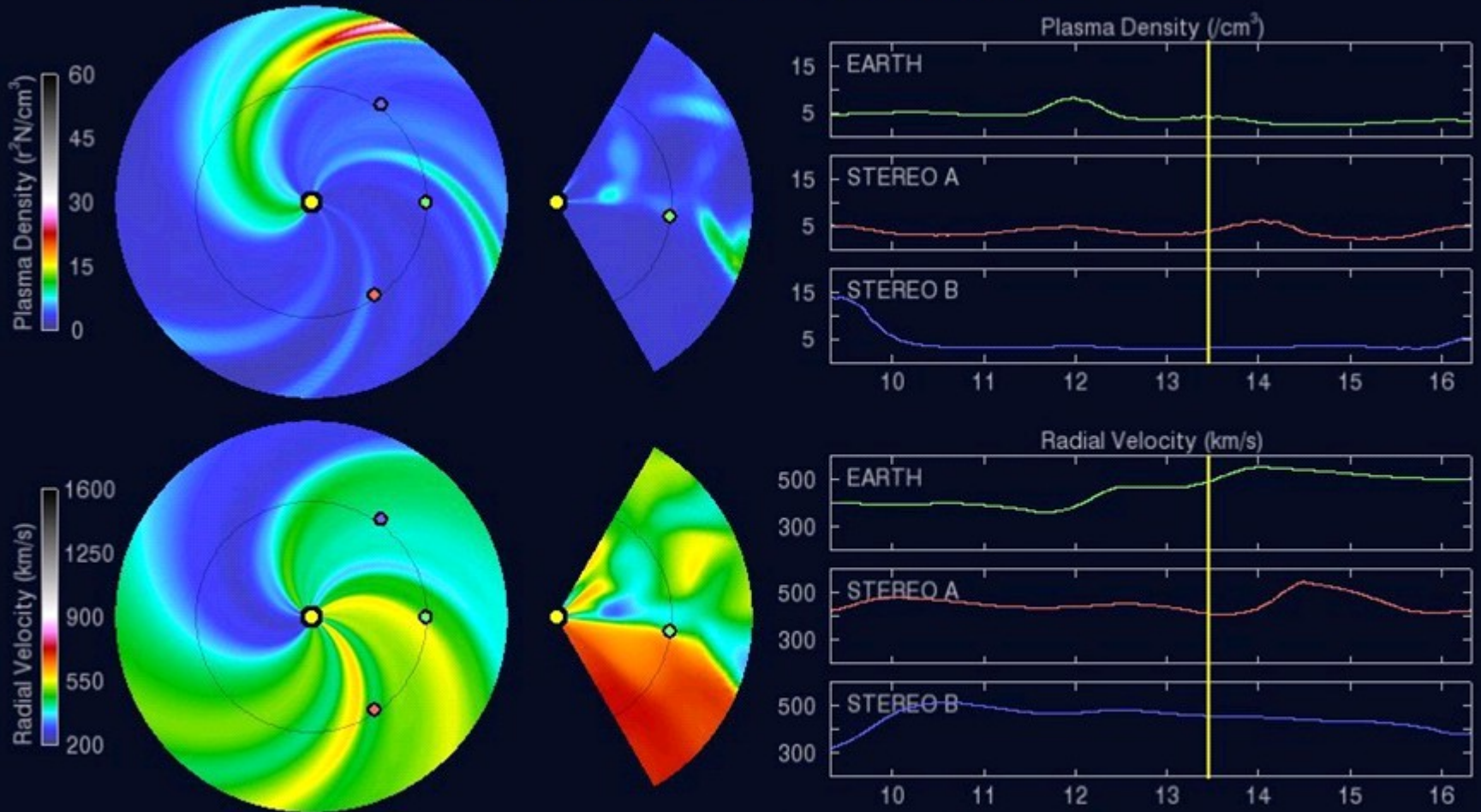
→
-Bz

Positive Störungsphase: $F_0F_2 \uparrow$
 -IMF Ausrichtung pendelt um Null
 -stark gestört: bei $-B_z$, weil dann
 starke Kopplung mit Erdmagnetfeld



| K-index | Durchbiegung in nanoTesla | Sturm-Typ |
|----------------|----------------------------------|--------------------------------------|
| 0 | 0 - 15 | Quiet conditions |
| 1 | 15 - 30 | Quiet conditions |
| 2 | 30 - 60 | Quiet conditions |
| 3 | 60 - 120 | Unsettled geomagnetic conditions |
| 4 | 120 - 210 | Aktive geomagnetischen Bedingungen |
| 5 | 210 - 360 | G1 - Kleiner geomagnetischer Sturm |
| 6 | 360 - 600 | G2 - Moderater geomagnetischer Sturm |
| 7 | 600 - 990 | G3 - Starker geomagnetischer Sturm |
| 8 | 990 - 1500 | G4 - Schwerer geomagnetischer Sturm |
| 9 | 1500 and more | G5 - Extremer geomagnetischer Sturm |

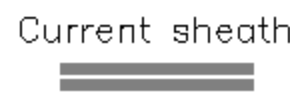
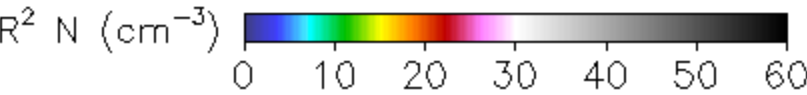
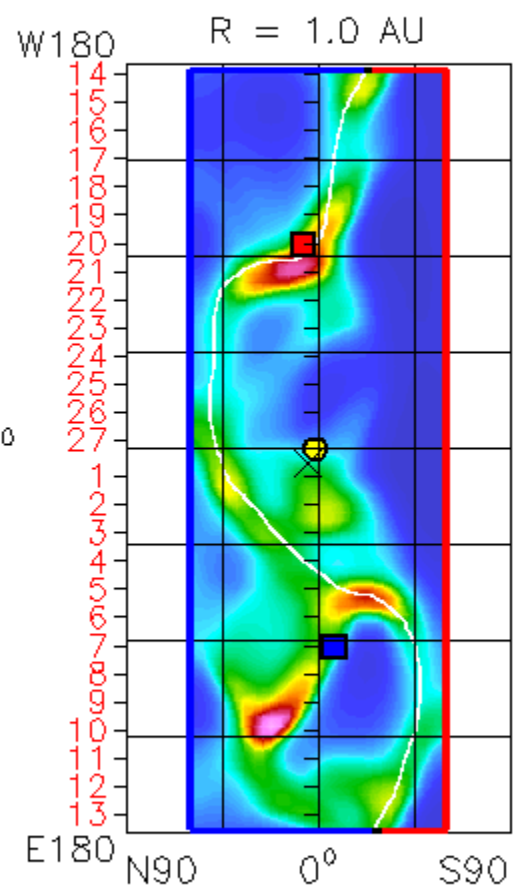
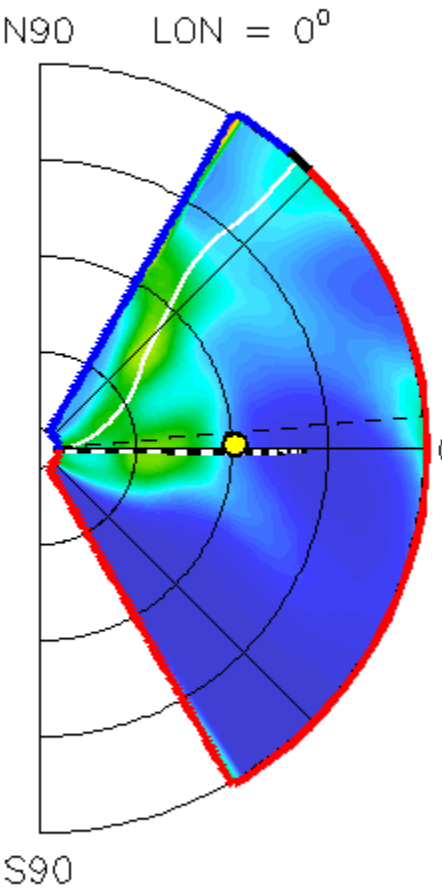
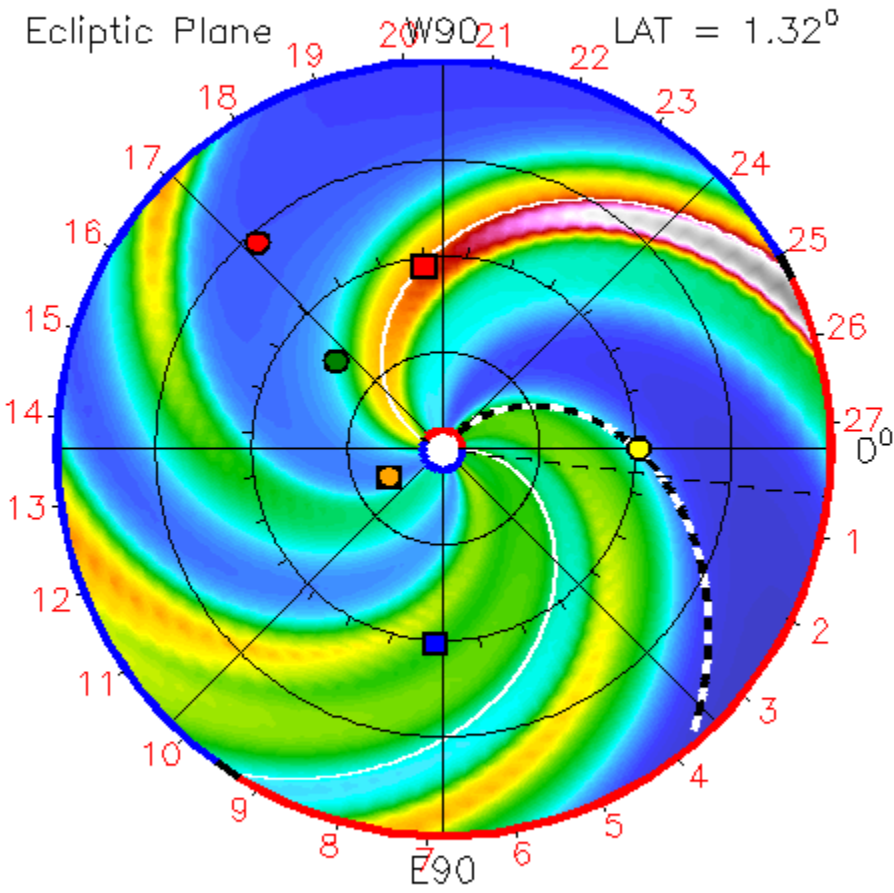
2021-03-13 11:00:00



2011-06-18 00:02:59

2011-05-29 +20.00 days

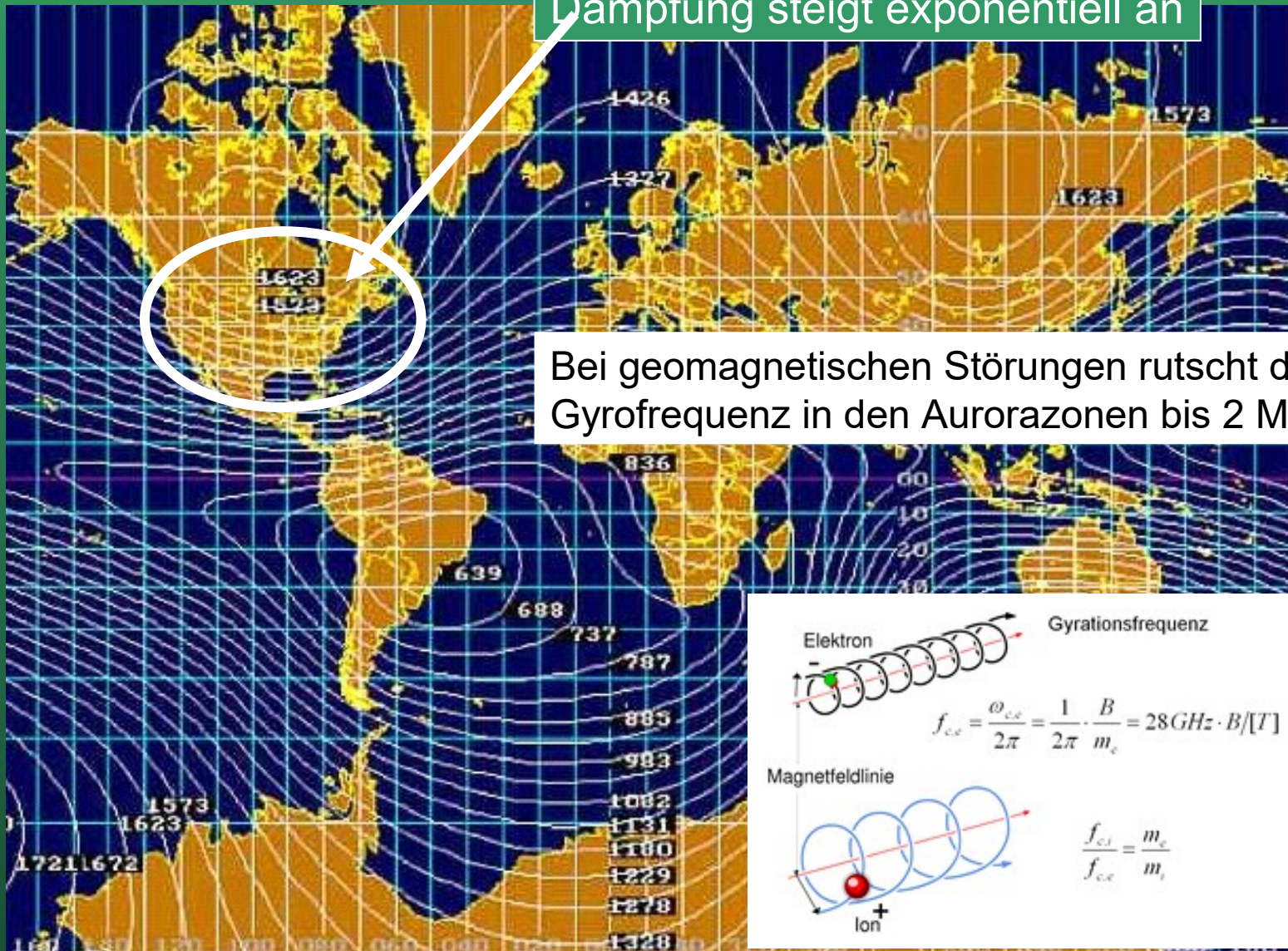
Mercury Venus Earth Mars Messenger Stereo_A Stereo_B



ENUL-2.6 lowres WSA-1.6 GONG ccmc/wsafr-cld/256x30x90.2011-05-29-gong-a2b2-sal.B-mcplumin1de-1.a15a0 2011-06-21

http://gse.gi.alaska.edu/recent/animated_gif/28day-imf.gif

1,6 MHz liegt nahe 160M
Dämpfung steigt exponentiell an



Gyrationsfrequenzen, aus der geomagnetischen Verteilung des Erdmagnetfeldes berechnet

Woran liegt das?

Lokale Verteilung der Feldstärke
Des Erdmagnetfeldes in nT

