Natural Radio
Natürliche Radiostrahlung

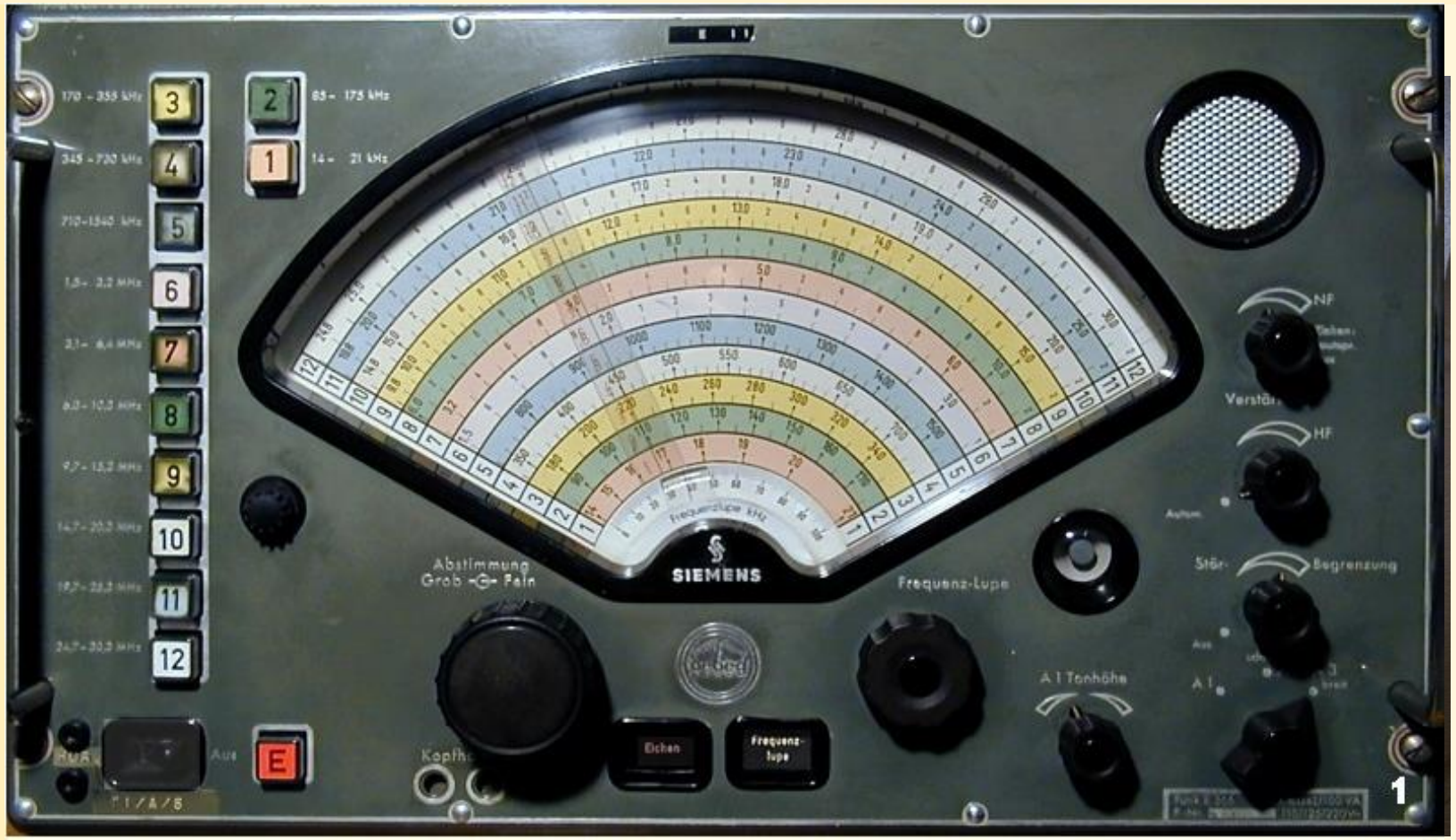
DG2NEU

Eigenes Observatorium

im oberfränkischen Outback

- **Radiobereich:**
  20 KHz bis 22 GHz
- **Seismik:**
  0,5 Hz bis 10 Hz
- **Cosmic Shower Project**
  ~100 MeV

https://www.dg2neu.de/Home



Was ist zu erwarten?

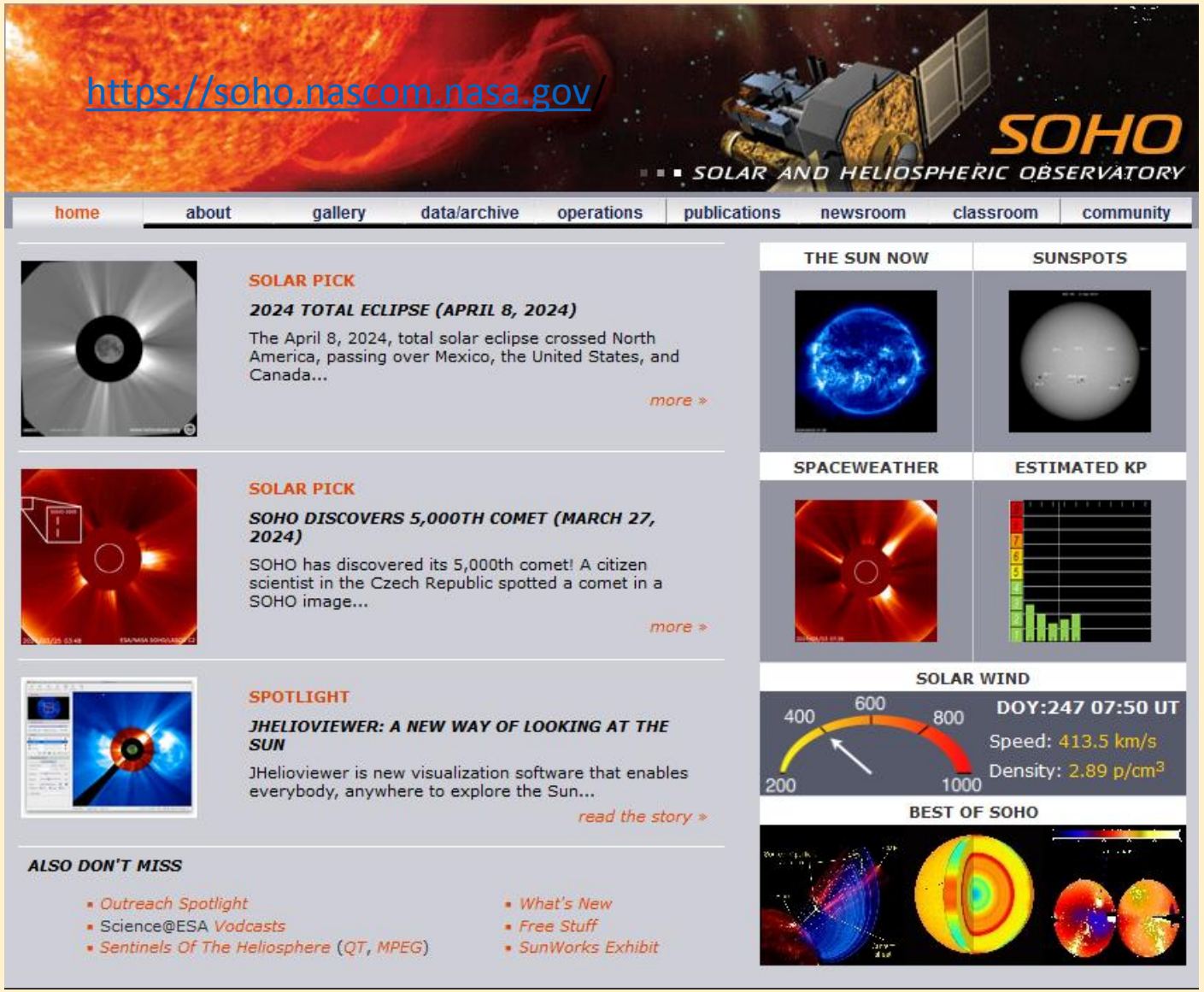
Sonne – Erde – Weltraumwetter

Sudden Ionospheric Disturbance

Sferics

AGN

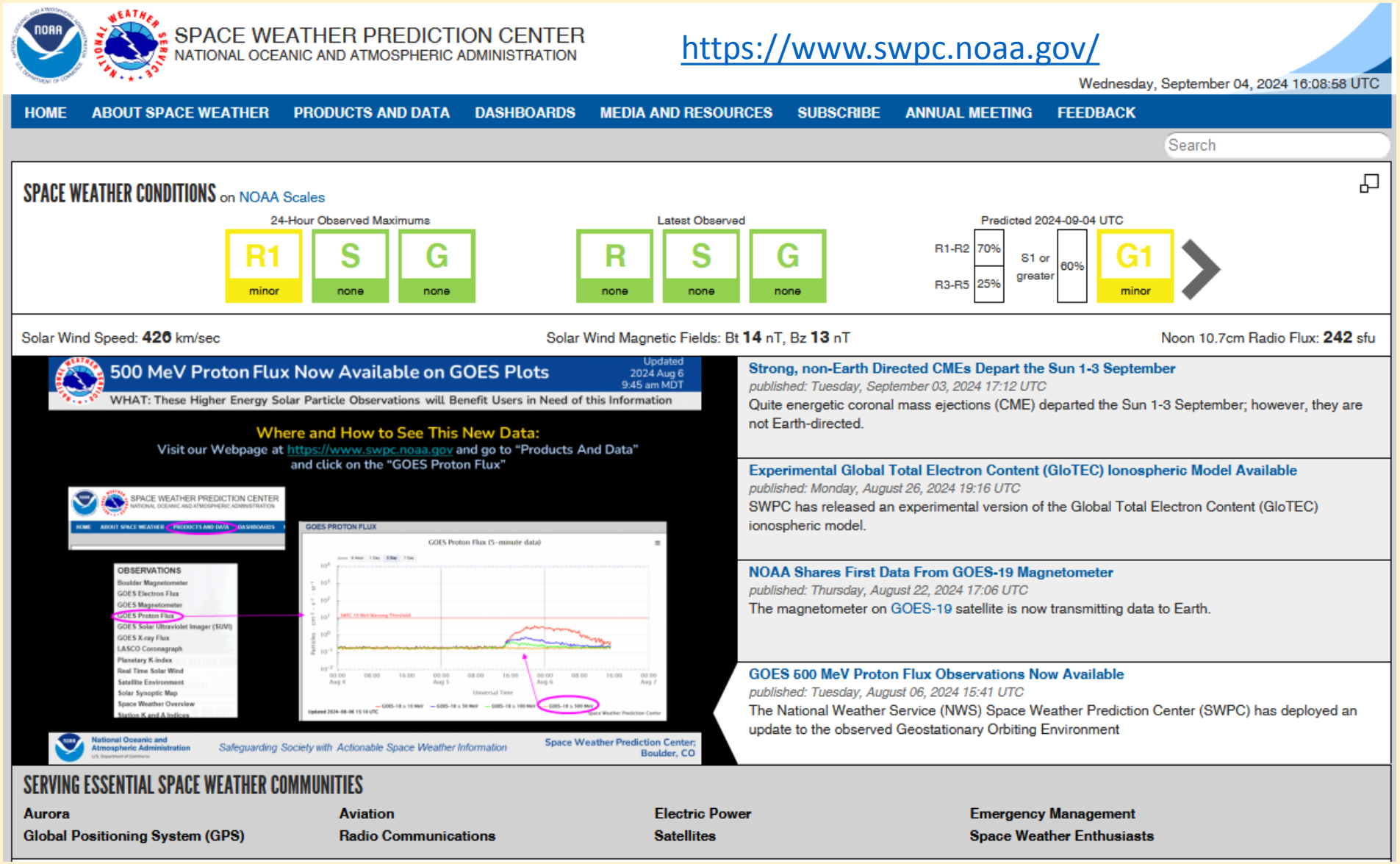
Sonne



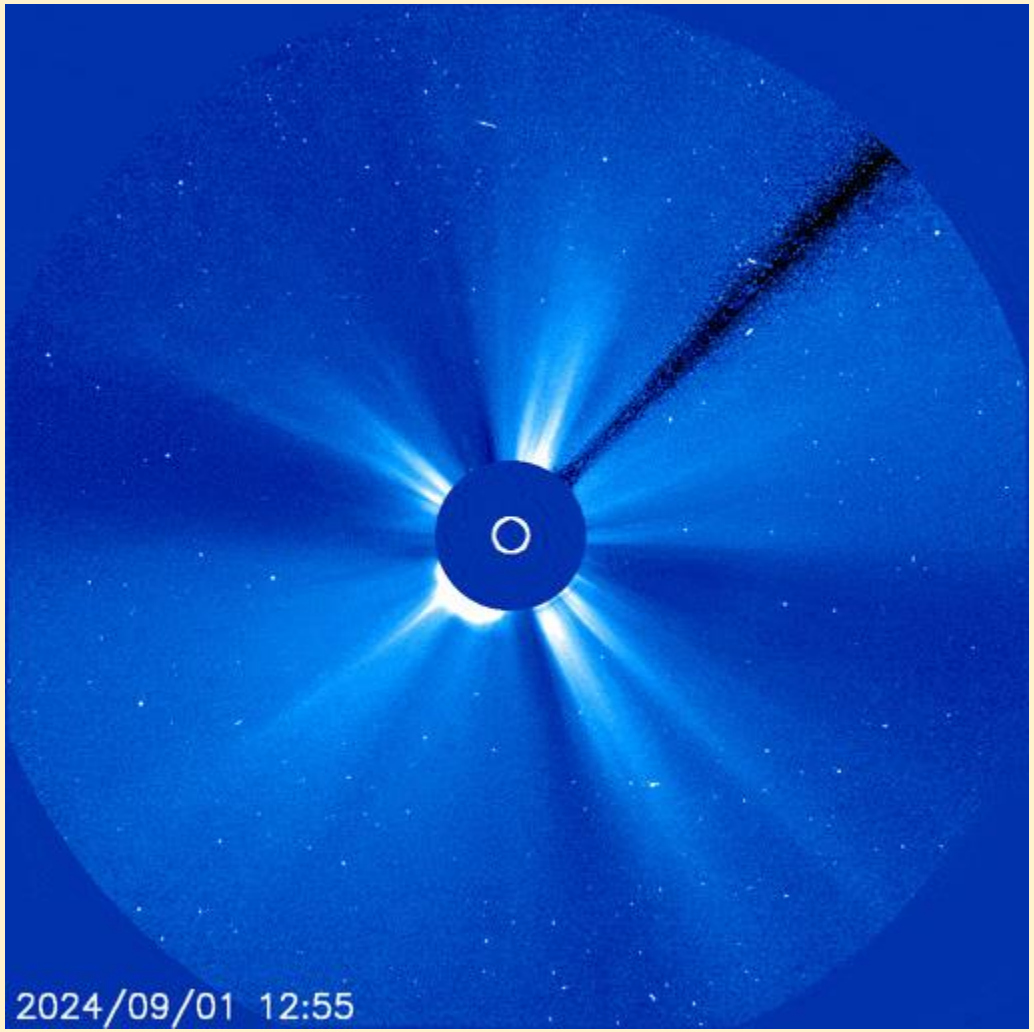
Die Sonne als zentrales Element im Sonnensystem wird seit Jahren unter verschiedenen physikalischen Aspekten sehr genau beobachtet.

Aus diesen Beobachtungen lassen sich unter anderem auch wichtige Vorhersagen auf möglicherweise gefährliche Auswirkungen von energiereichen Einzelereignissen auf das Klima, das Wetter oder auf die Infrastruktur auf der Erde ableiten.

Weltraum-Wetter



Phänomenologie

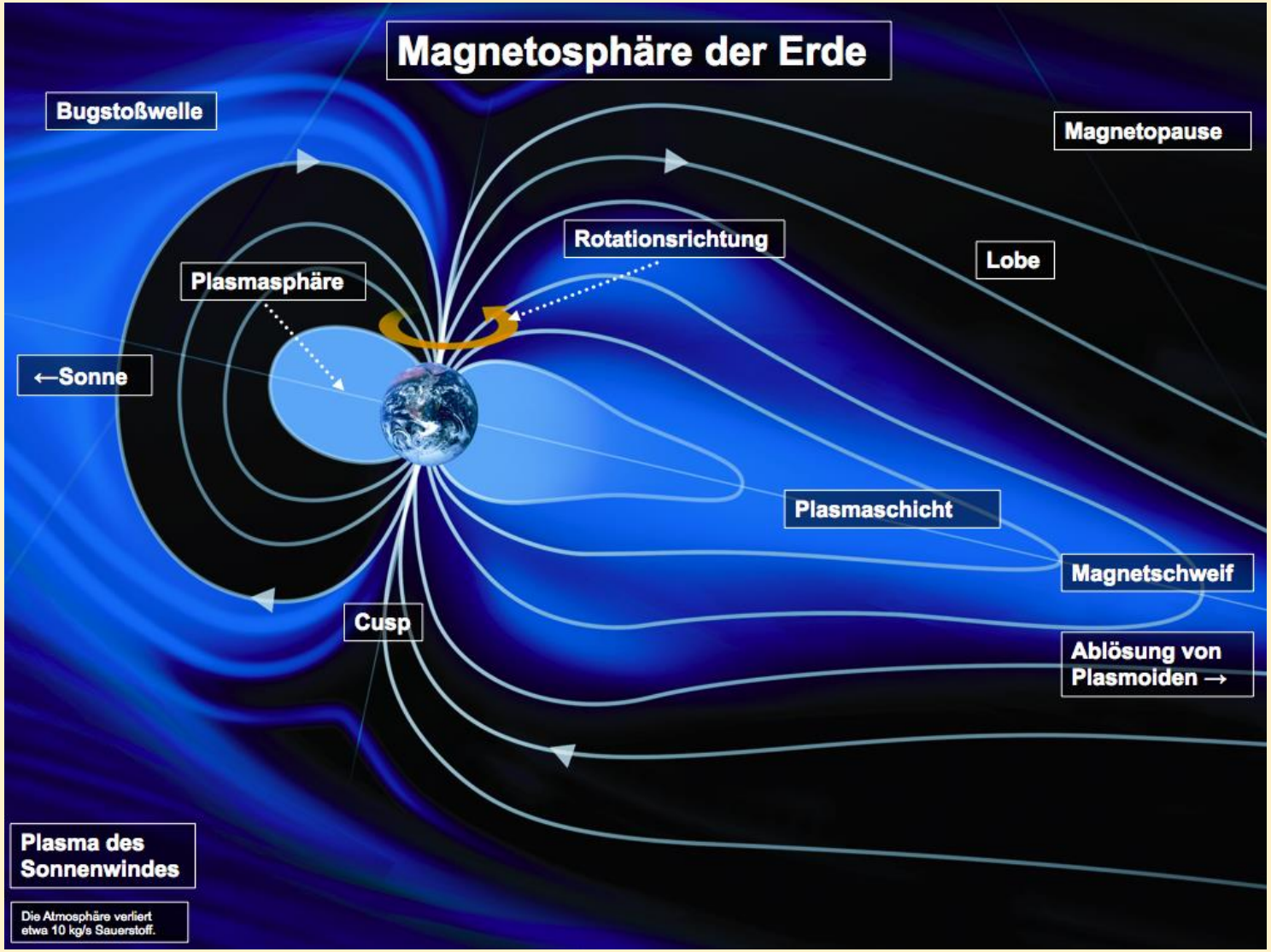


**Strahlungsausbrüche
und coronale Massenauswürfe
auf der Sonne beeinflussen direkt
den umgebenden Weltraum.**

**Diese Einflüsse wirken auch
unmittelbar auf die Magnetosphäre
der Erde und auf die erdnahen
Schichten der Atmosphäre.**

Quelle: NASA/SoHo

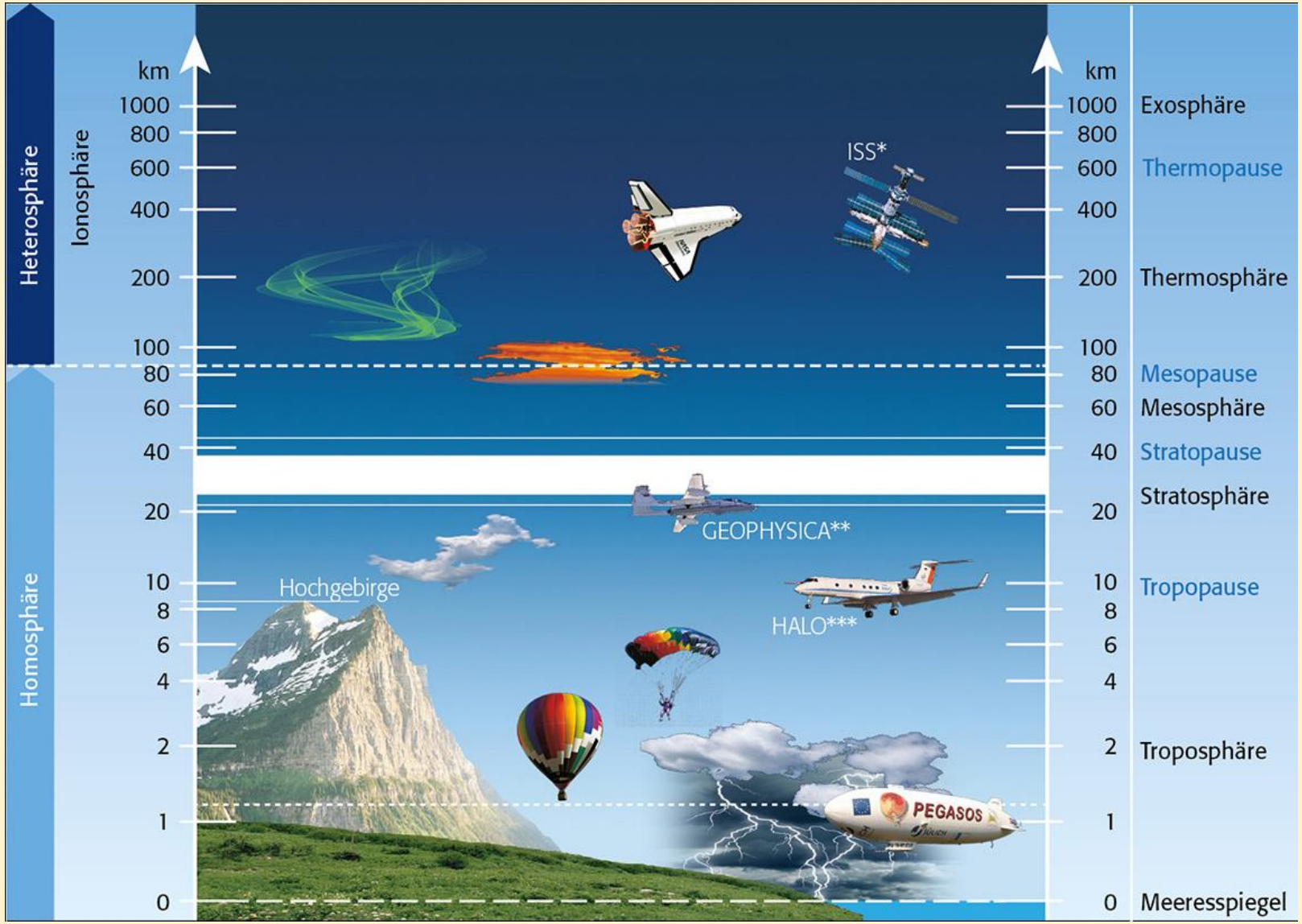
Magnetosphäre



Die Magnetosphäre erstreckt sich weit über die Atmosphäre der Erde hinaus in den umgebenden Weltraum.

Sie wechselwirkt mit dem anbrandenden Sonnenwind der sie fortlaufend verformt.

Erdatmospäre

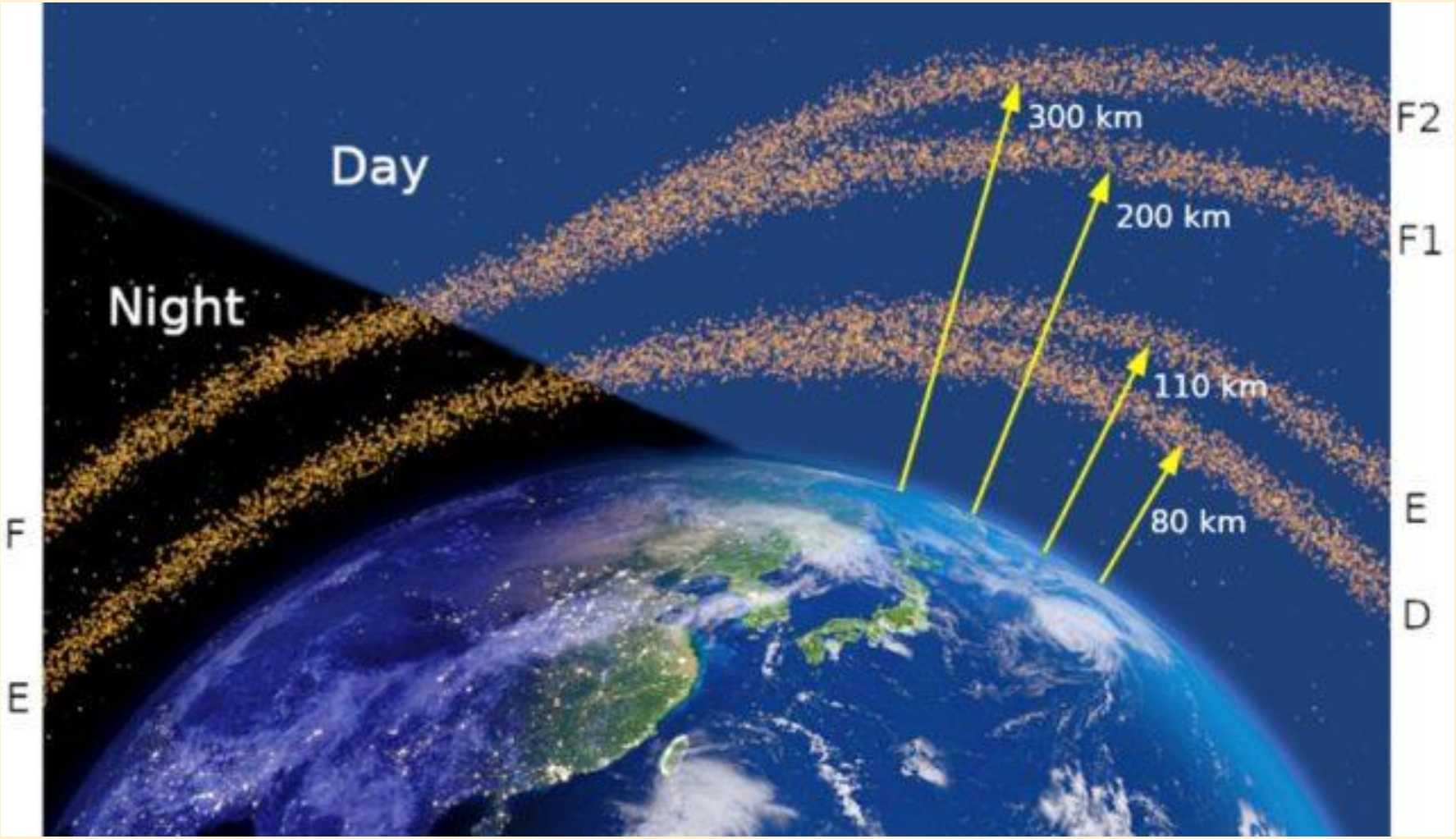


Den Aufbau der Erdatmosphäre kann man sich in mehreren Schichten vorstellen.

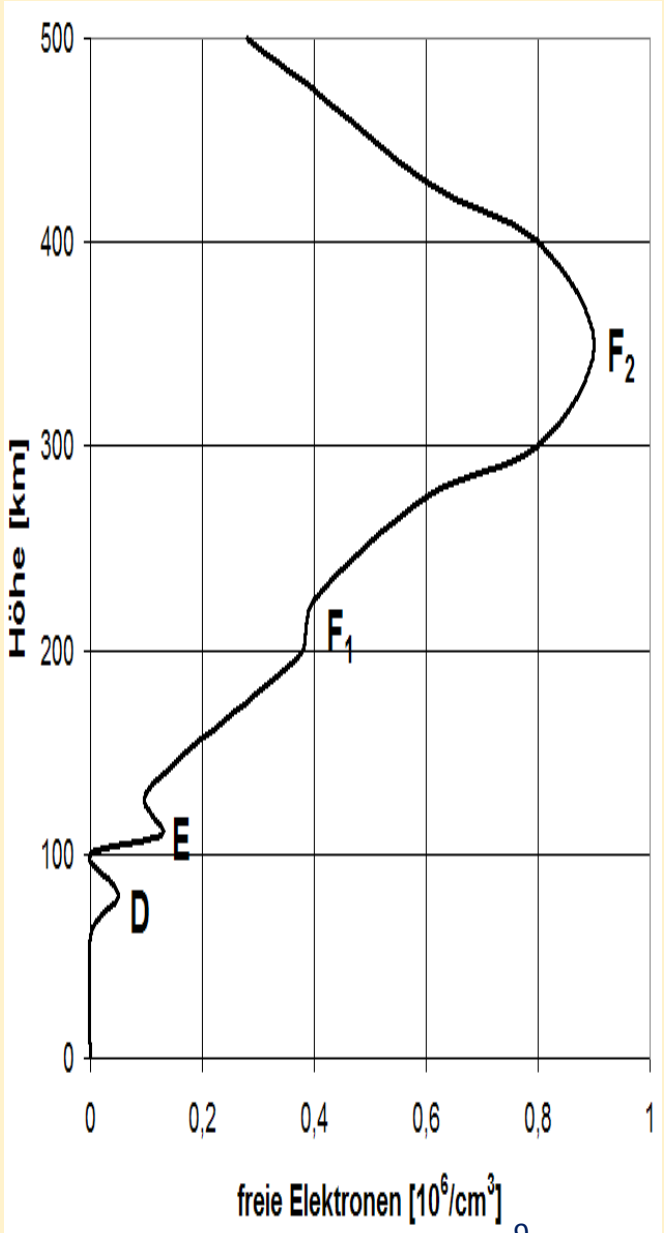
Der Sonnenwind beeinflusst hauptsächlich die Schichten oberhalb von etwa 80 Km.

Dieser Bereich wird als Ionosphäre bezeichnet.

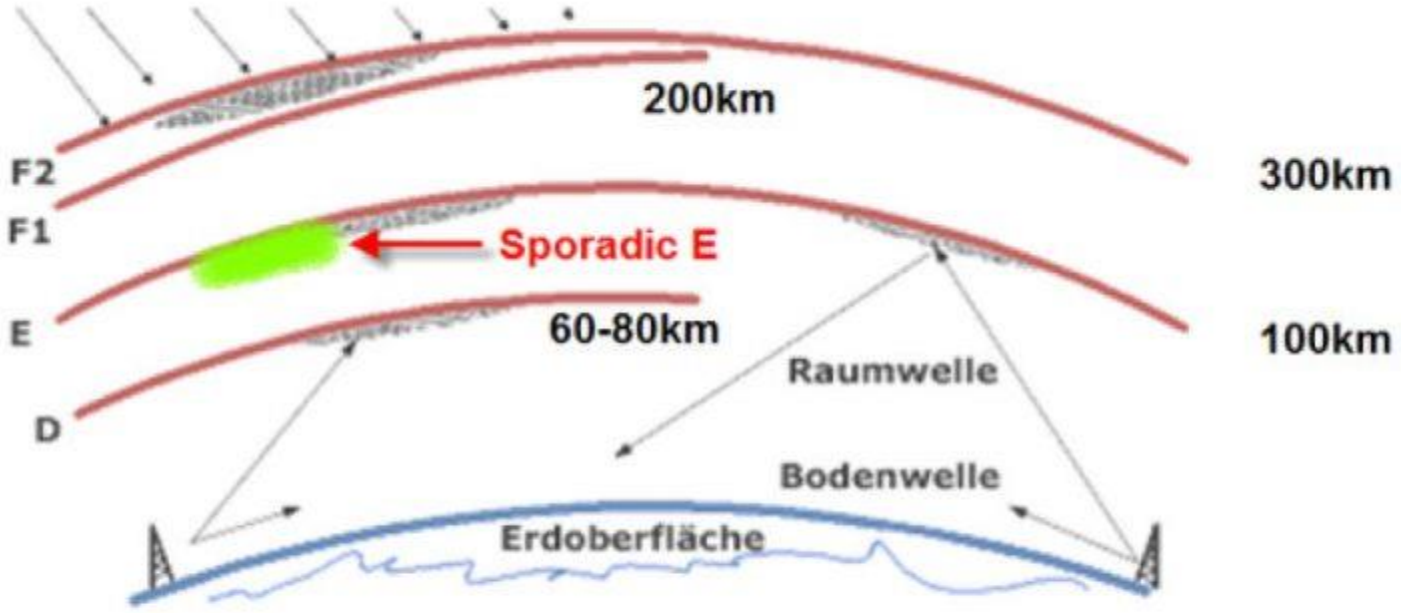
Ionosphäre



Schichten erhöhter Elektronendichte



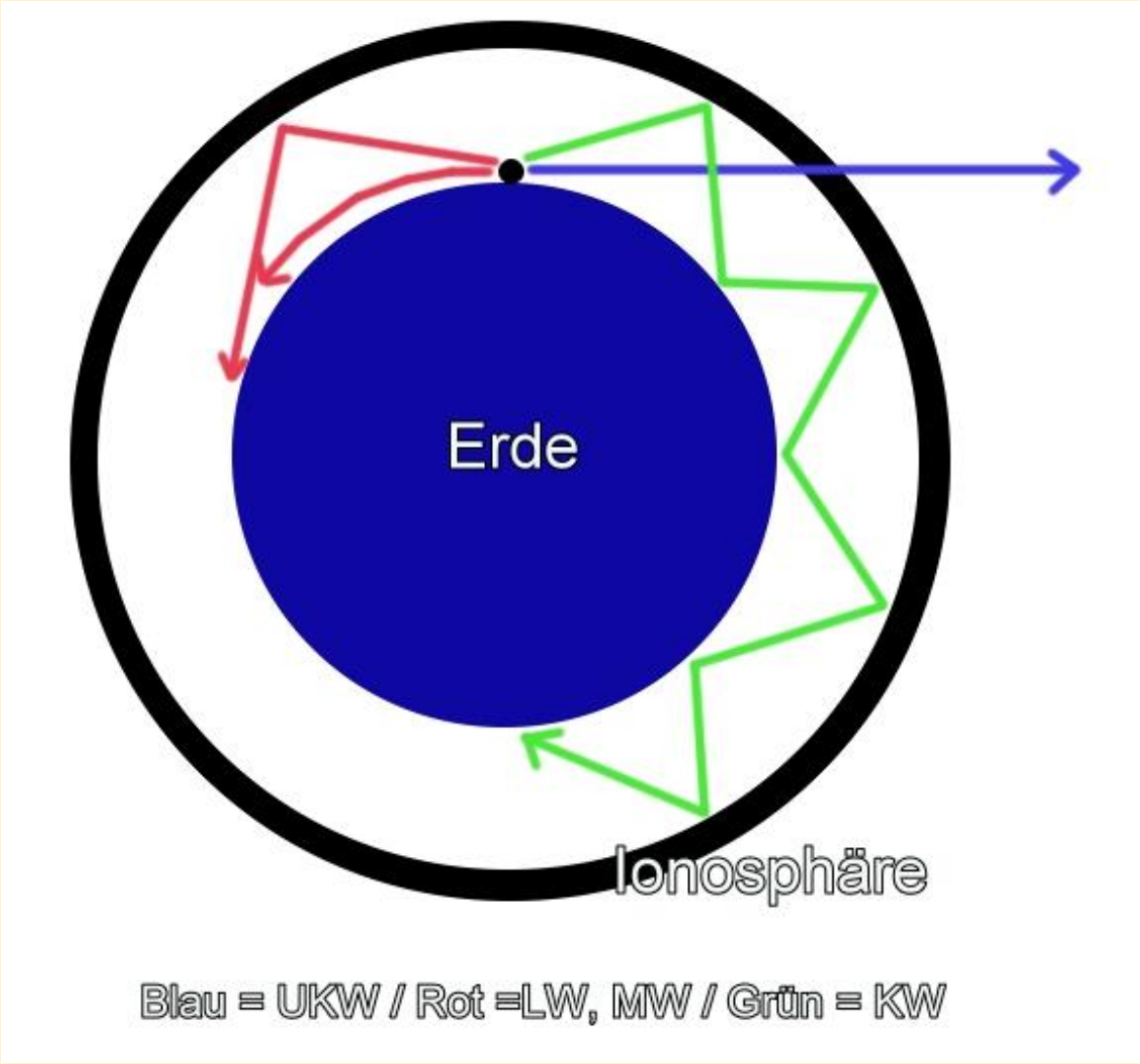
Wellenausbreitung in der Ionosphäre



- D-Schicht bildet sich am Tag und ermöglicht Betrieb auf 80m – 40m über geringe Distanzen – in der Nacht verschwindet die D-Schicht => Nachts DX-Betrieb auch auf 80m möglich (optimale Zeit kurz vor Sonnenaufgang!)
- F1+F2-Schichten ermöglichen DX-Verbindungen über weite Distanzen, «wirksam» vorzugsweise für Frequenzen oberhalb 20m-Band
- Sporadic E – Schicht bildet sich sporadisch in den Sommermonaten zwischen Mai und September und ermöglicht DX auch auf 2m und 6m

Quelle: Lutz Electronics

Ionosphäre als Reflektor



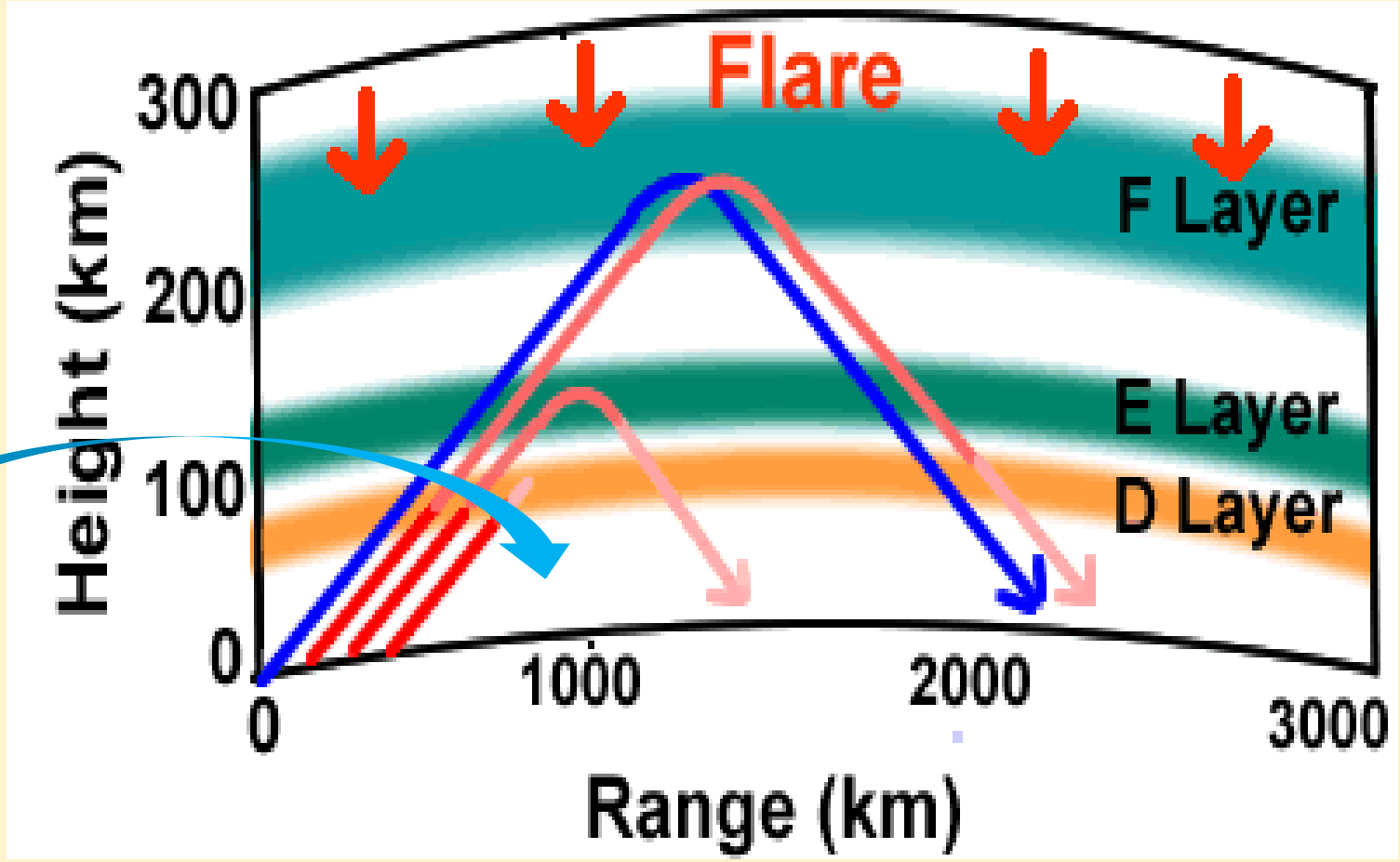
Die Ionosphäre rund um die Erdkugel wirkt wie ein weltumspannender Reflektor.

Funkwellen werden dabei immer wieder zwischen der Erdoberfläche und der Ionosphäre hin und her geworfen.

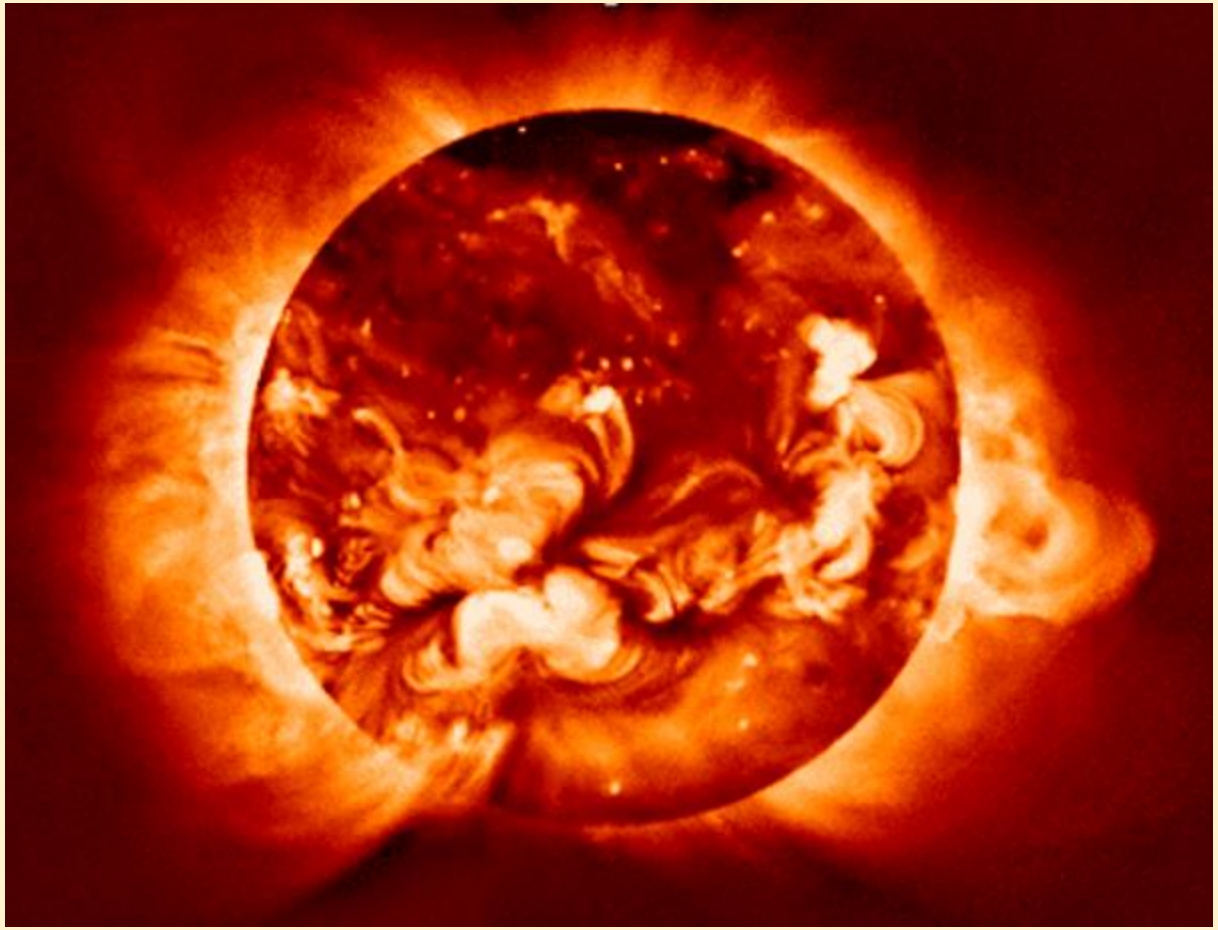
Mittels Funkwellen können auf diese Weise sehr große Entfernungen überbrückt werden.

Dynamik in der Ionosphäre

Die Ionosphäre ist ein komplexes und hochvariables physikalisches System.



Sonnen-Eruptionen



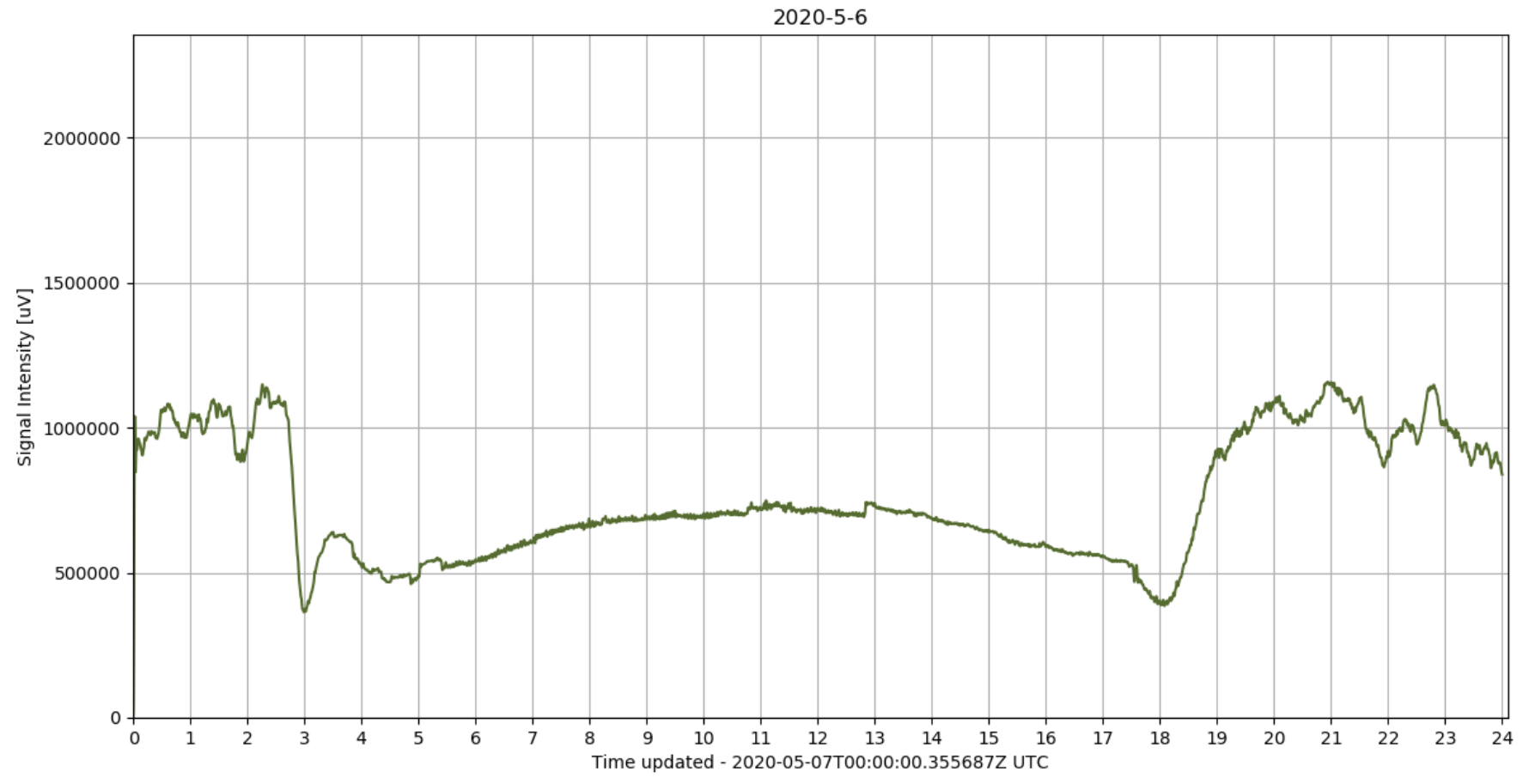
Quelle: GEOS13

Sonneneruptionen erzeugen oft auch starke Ausbrüche von Röntgenstrahlung.

Kommen die Strahlungsfronten bei der Erde an, wird die Ionosphäre stark aufgeheizt. Dadurch steigt die Elektronen-dichte an. Eine höhere Elektronendichte in der D-Schicht führt zu Fading-Ereignissen bei Funkverbindungen.

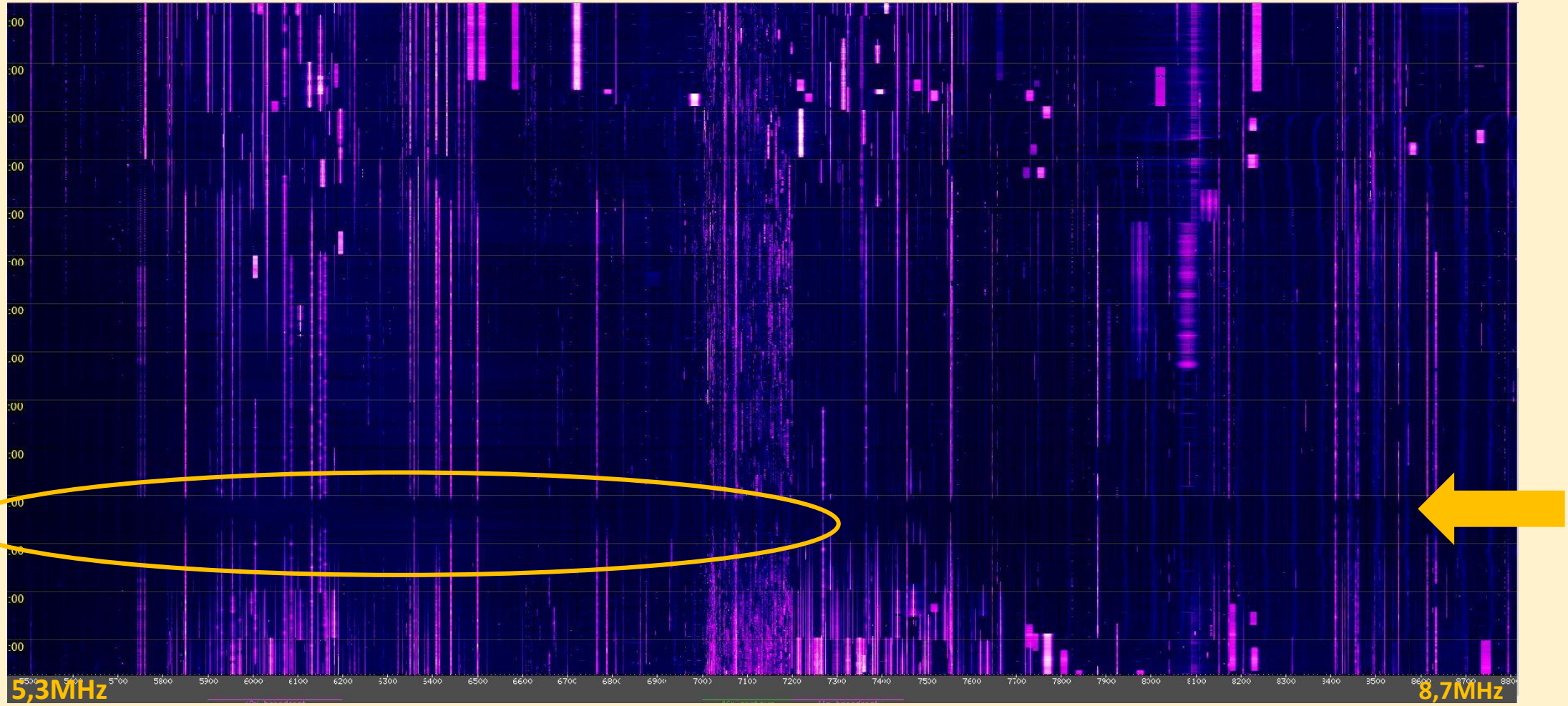
Somit können durch die Beobachtung von fernen Sendern indirekt auch Strahlungs-Ausbrüche auf der Sonne detektiert und verfolgt werden.

SID – Sudden Ionospheric Disturbance



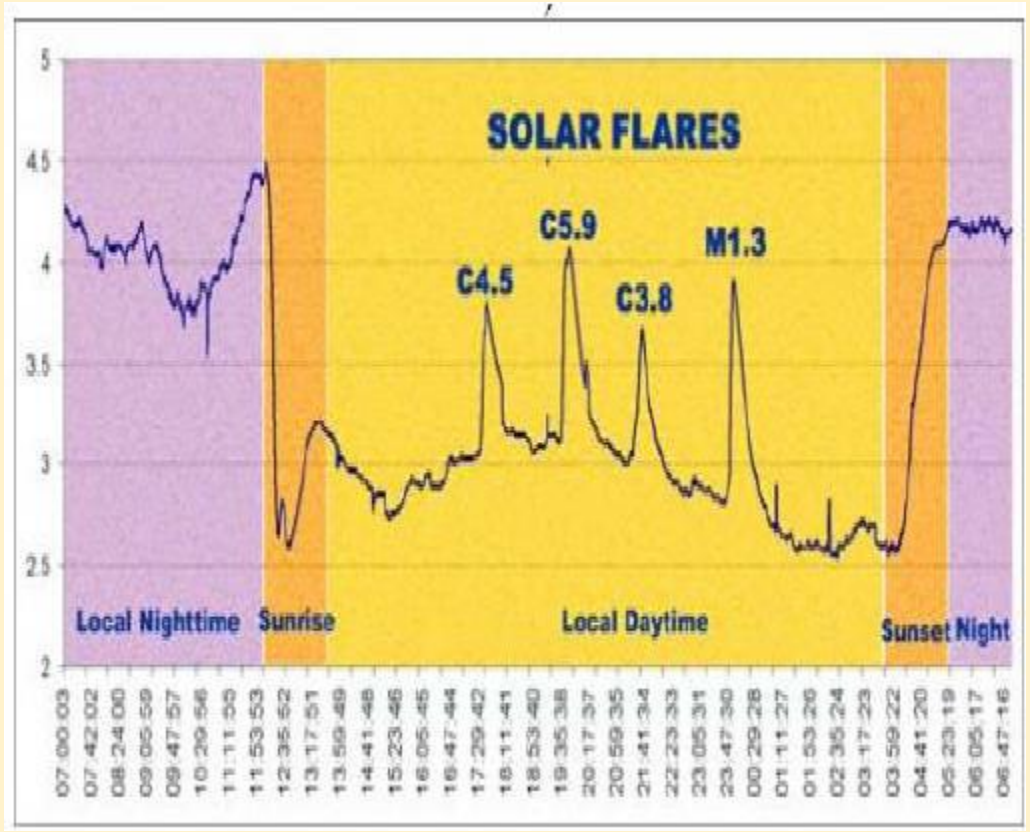
Typisches Intensitäts-Diagramm bei geringer Sonnenaktivität über 24 Stunden

Mögel-Dellinger-Effekt



Wasserfall-Diagramm vom KW Radio Blackout am 9. Februar 2024

SID – Sudden Ionospheric Disturbance

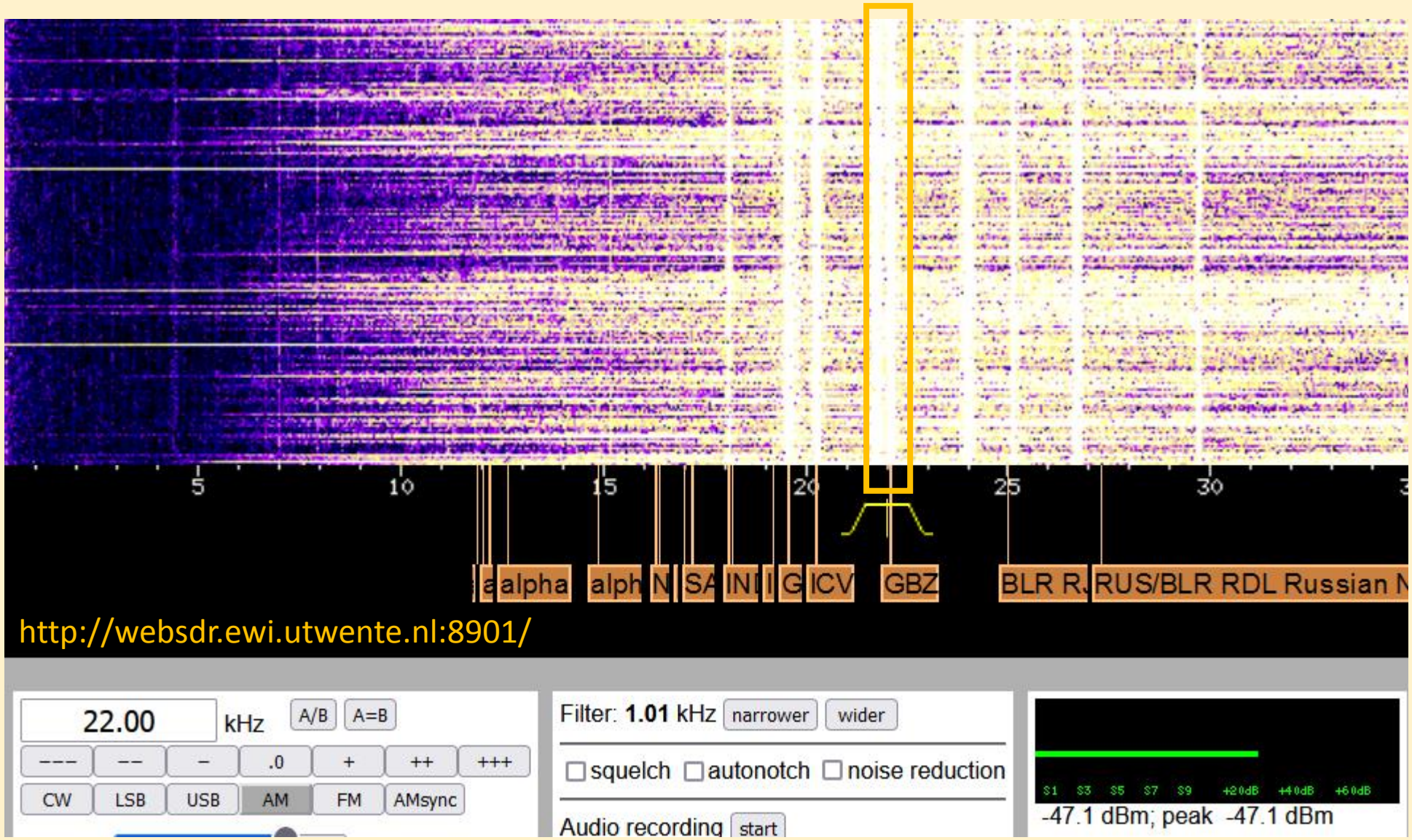


Durch die fortlaufende Beobachtung eines fernen Längstwellensenders können die Reflexions-Eigenschaften der D-Schicht im Tagesgang aufgezeichnet werden.

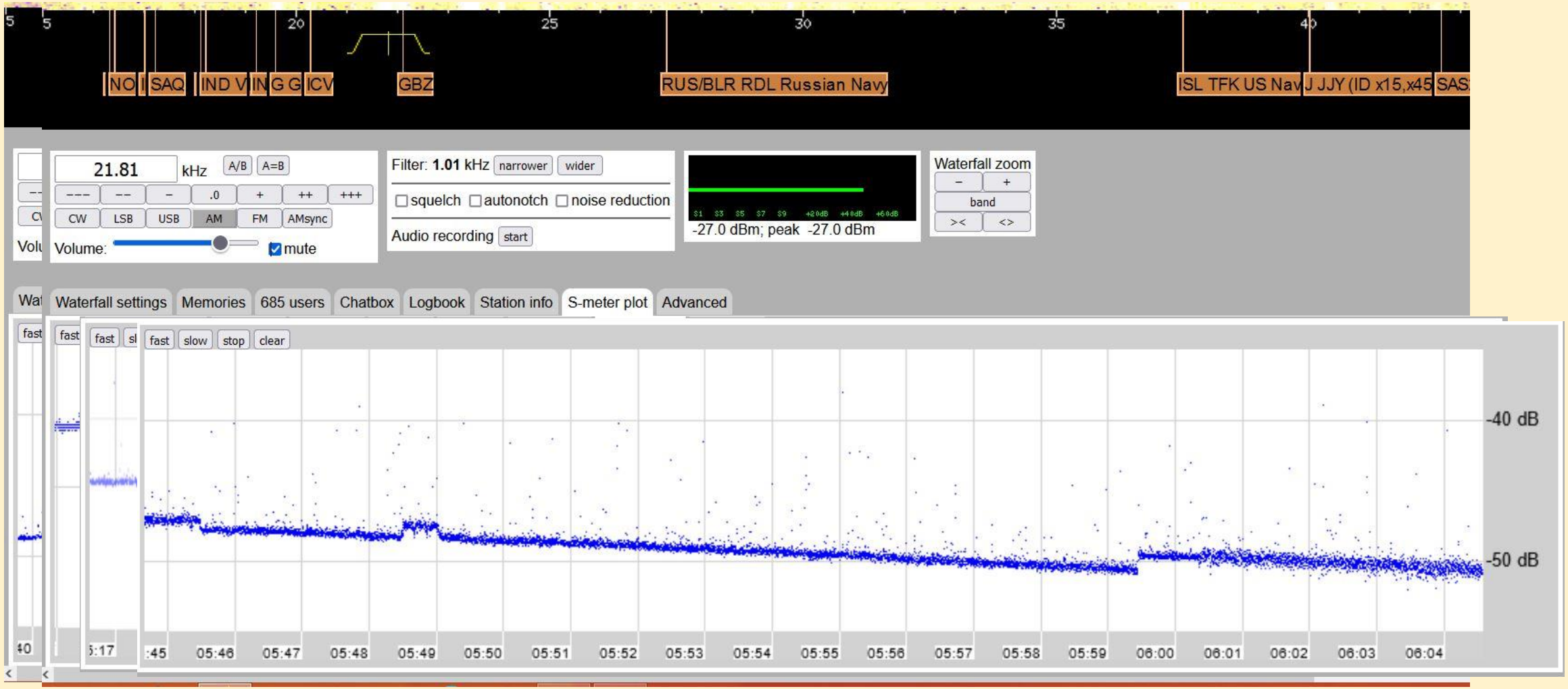
In diesem Fall wurde ein Marinesender bei etwa 20 KHz in einer großen Entfernung aufgezeichnet.

Während des Tages ist der Empfang stark bedämpft. Sonneneruptionen können den Empfang Vorübergehend begünstigen. Den einzelnen Ereignissen können reale Strahlungsausbrüche auf der Sonne zugewiesen werden.

Wideband Web SDR



S-meter plot

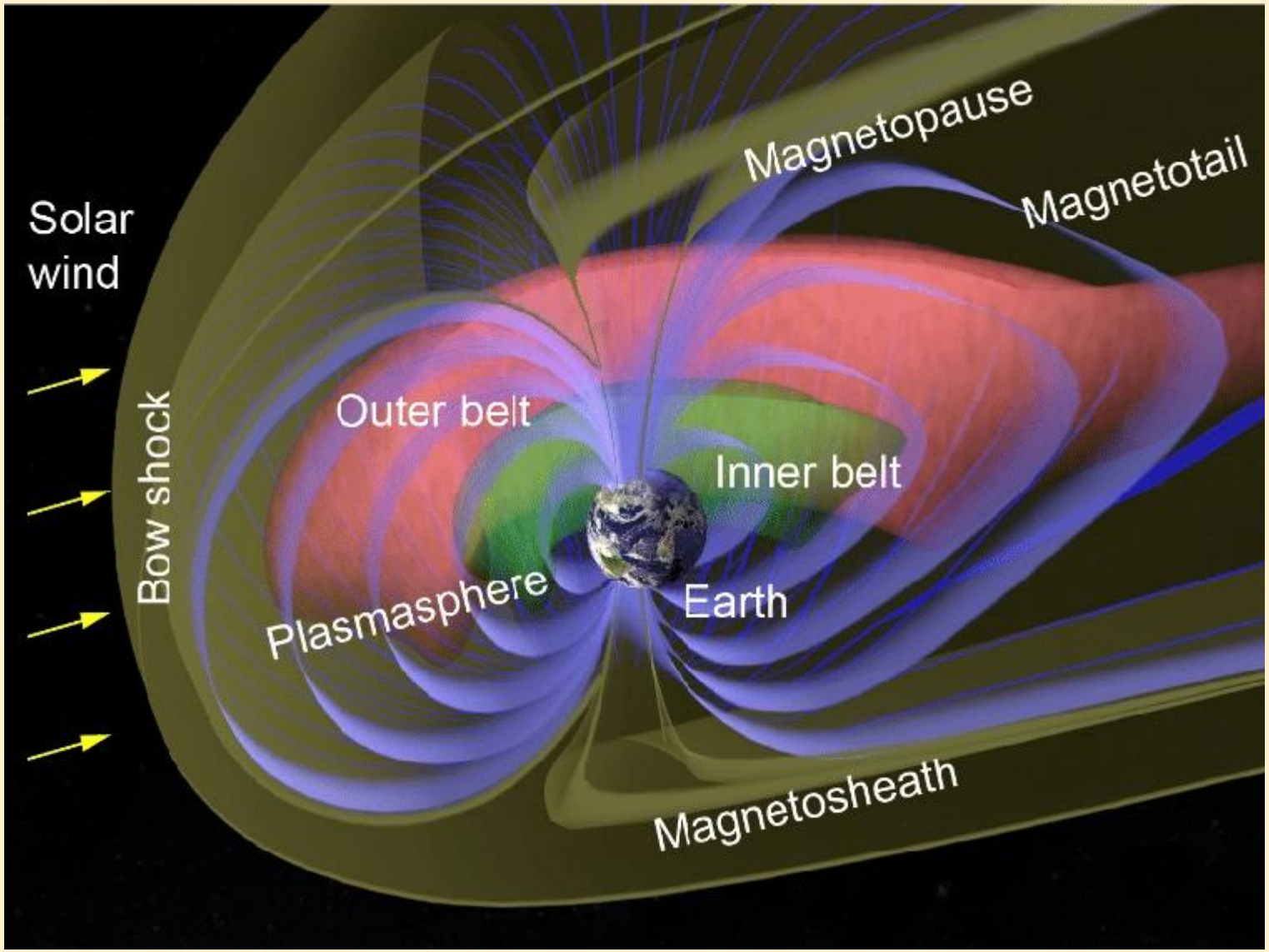

5
5
20
25
30
35
40
NO
SAQ
IND
ICV
GBZ
RUS/BLR RDL Russian Navy
ISL TFK US Nav
J JJY (ID x15,x45
21.81
kHz
A/B
A=B
CW
LSB
USB
AM
FM
AMsync
Volume:
mute
Filter: 1.01 kHz
narrower
wider
squelch
autonotch
noise reduction
Audio recording
start
-27.0 dBm; peak -27.0 dBm
Waterfall zoom
band
Waterfall settings
Memories
685 users
Chatbox
Logbook
Station info
S-meter plot
Advanced
fast
slow
stop
clear
-40 dB
-50 dB
05:46
05:47
05:48
05:49
05:50
05:51
05:52
05:53
05:54
05:55
05:56
05:57
05:58
05:59
06:00
06:01
06:02
06:03
06:04

Sferics

Elektrostatische Entladungen in der Erdatmosphäre sind die Ursache für starke, elektromagnetische Störungen im VLF und ELF Bereich.

Genauer betrachtet können Aus dem Verlauf einzelner Ereignisse auf deren Entstehung geschlossen werden.

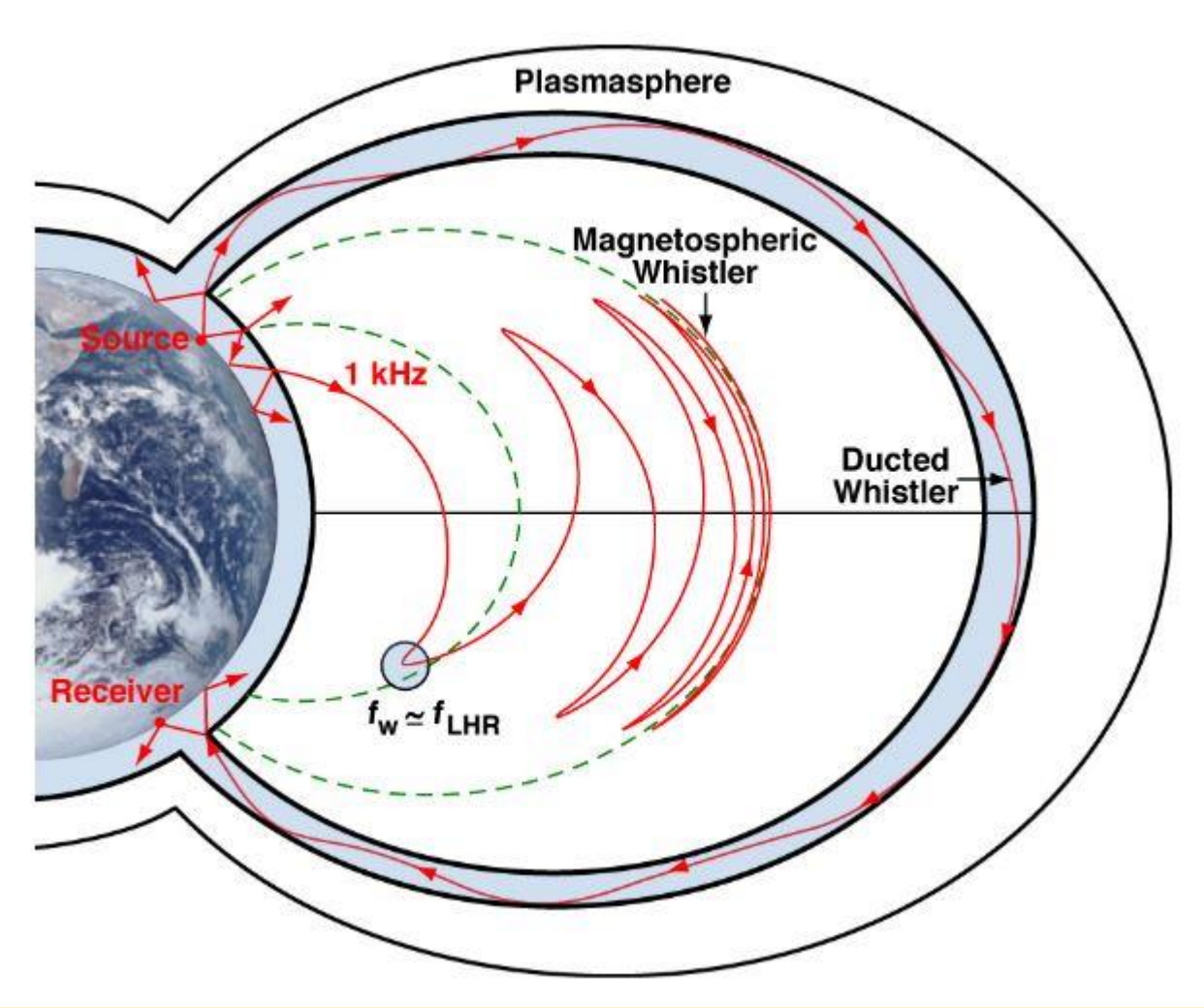
Magnetosphäre - Plasmasphäre



Sferics sind intensive elektromagnetische Strahlungsimpulse welche sich über die untere Atmosphäre hinaus auch in den Van Allen Gürteln fortpflanzen können.

Durch die langen Laufzeiten von starken Impulsen innerhalb der Plasmaröhren der Strahlungsgürtel entstehen unterschiedliche Varianten von Sferics welche dann im Detektor zu hören sind.

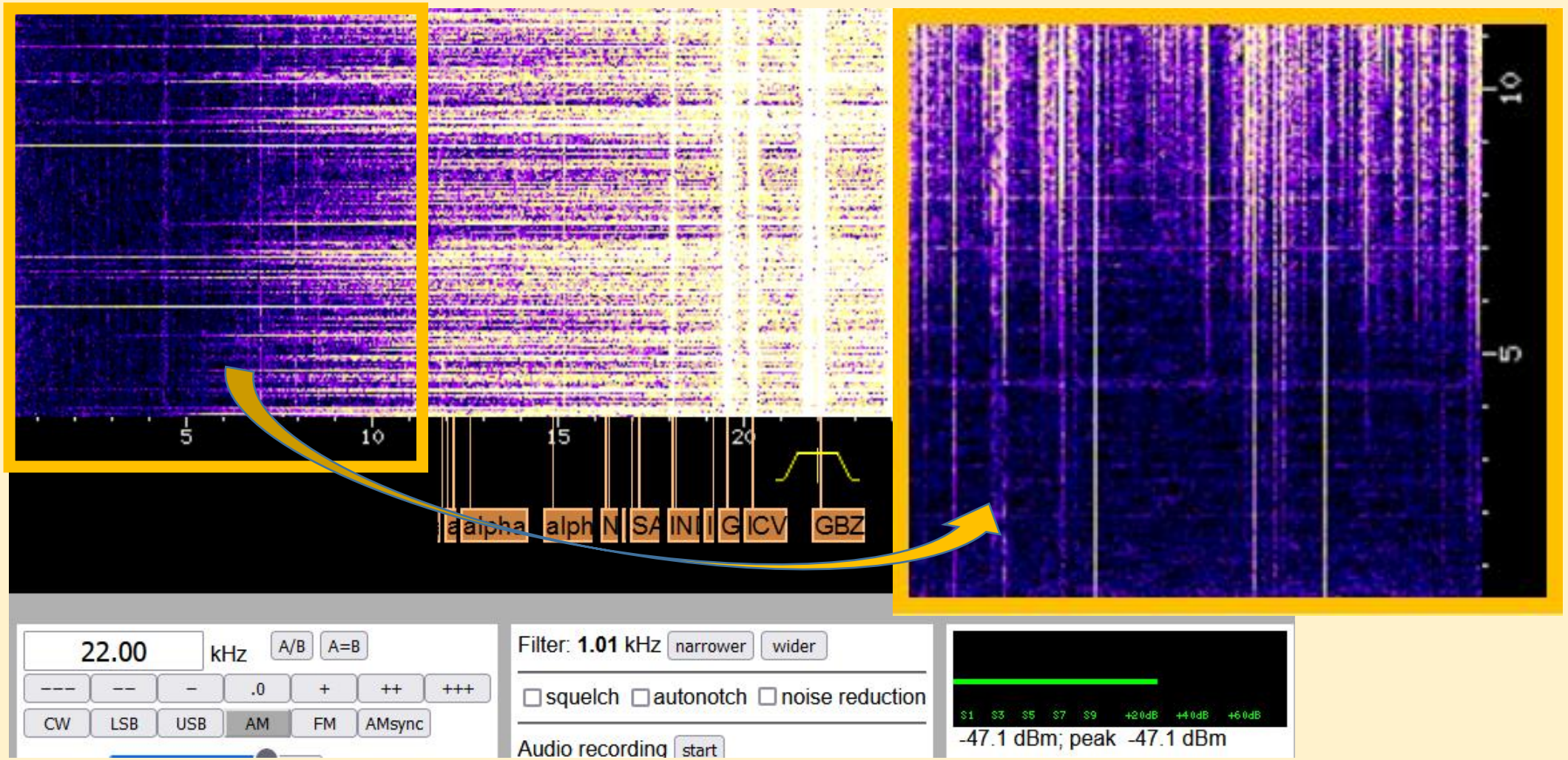
Ausbreitungswege



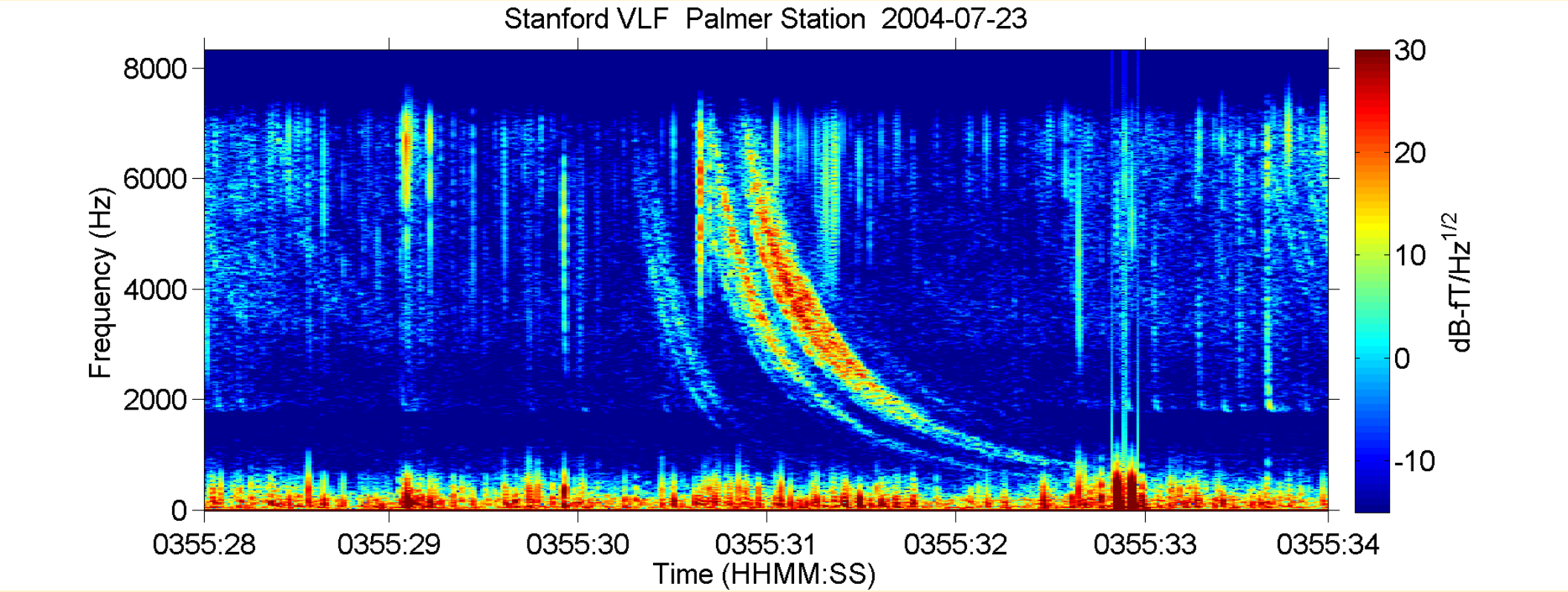
Auf Grund unterschiedlicher Laufzeiten sowie Dopplereffekten während der Impulsausbreitung entstehen einfache, kurze Impulse, Bögen oder mehrfache Signale bei der Abbildung im Spektrogramm.

Die Signale liegen im Audiobereich. Somit sind die ohne weitere Abwärts-mischung hörbar.

Wideband Web SDR



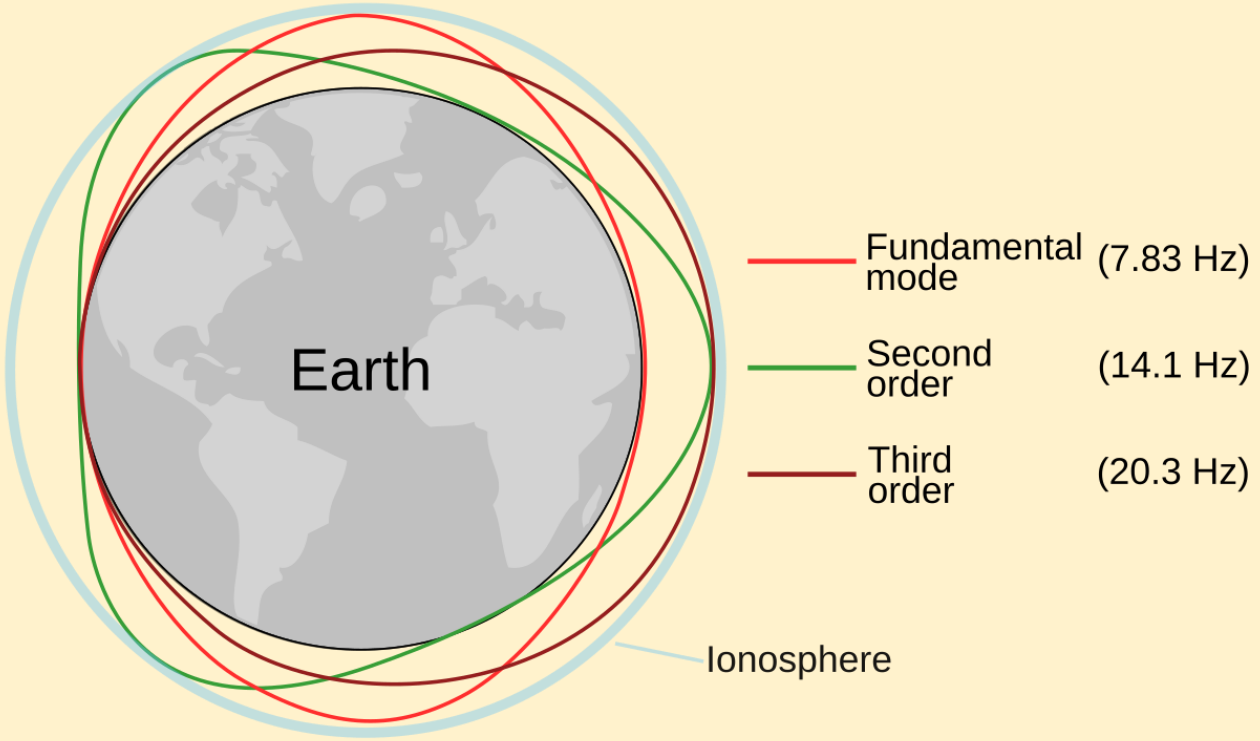
Spektrogramm



Typisches Spektrogramm mit Spikes und Whistler

https://zachpoff.com/resources/vlf-natural-radio-experiments/
https://soundcloud.com/patricksykes/sunsong

Schumann Resonanzen



Quelle: Wikipedia

Als Schumann-Resonanz (benannt nach dem deutschen Physiker und Elektroingenieur Winfried Otto Schumann) bezeichnet man das Phänomen, dass elektromagnetische Wellen bestimmter Frequenzen entlang des Umfangs der Erde stehende Wellen bilden. Die ausreichend leitfähige Erdoberfläche (größtenteils Salzwasser) und die gut leitfähige Ionosphäre darüber begrenzen einen kugelschalenförmigen Hohlraumresonator, aus dessen Abmessungen sich mögliche Resonanzfrequenzen berechnen lassen. Diese können durch Blitze angeregt werden, sind aber von so geringer Amplitude, dass sie nur mit sehr empfindlichen Instrumenten nachgewiesen werden können.

Fazit

Natural Radio bietet Funkamateuren eine faszinierende Möglichkeit, die natürlichen elektromagnetischen Phänomene der Erde zu erforschen. Während wir im Amateurfunk meist mit von Menschen erzeugten Signalen arbeiten, zeigen uns natürliche Radioquellen wie Blitze und Weltraumphänomene, dass auch die Erde selbst eine aktive Rolle im Radiobereich spielt. Sferics, Tweeks und Whistlers sind Beispiele für Signale, die aus atmosphärischen und ionosphärischen Prozessen entstehen und Frequenzbereiche abdecken, die weit unterhalb unserer gewohnten Funkbänder liegen.

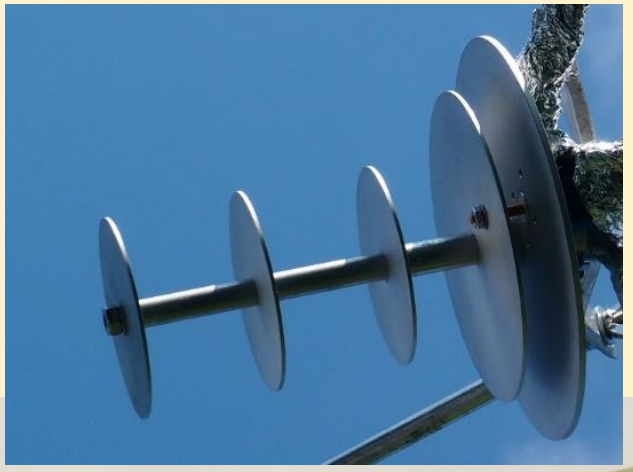
Durch die Beobachtung und Analyse dieser Signale können wir nicht nur die Funktionsweise der Magnetosphäre besser verstehen, sondern auch neue Einblicke in die Wechselwirkungen zwischen der Erde und dem Weltraum gewinnen. Für Funkamateure eröffnet sich damit ein spannender Forschungsbereich, der die Möglichkeiten der Funkausbreitung und das Verständnis elektromagnetischer Phänomene erweitert.

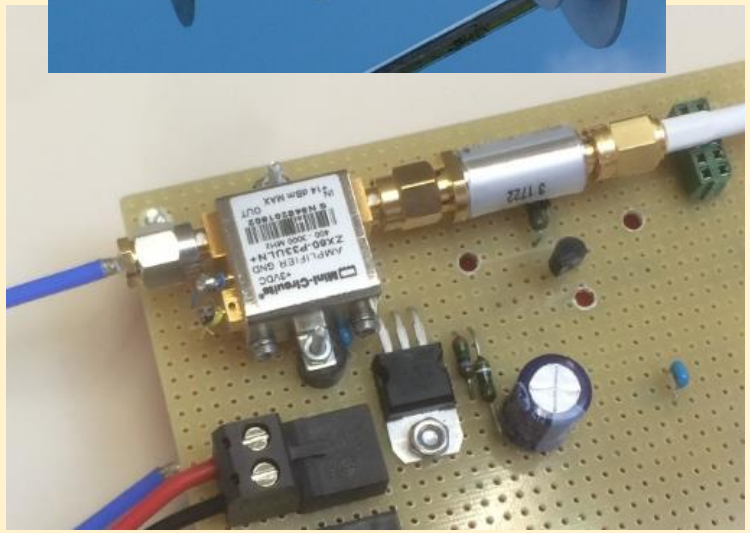
AGN

Eine kurze Botschaft aus der Hauptstadt der Metropolregion Nürnberg

https://www.agn-ev.org/

Arno-Penzias-Radioteleskop - Sternwarte Nürnberg





- Parabolantennen mit 3 m bzw. 1,5 m Durchmesser
- Scheibenantenne im Brennpunkt zum Empfang
- Mehrere Verstärker und Filter, Gesamtverstärkung etwa 10.000 fach
- Digitalisierung durch „Software Defined Radio“
- Weitere Signalverarbeitung auf einem PC

Nutzungsmöglichkeit des Radioteleskops für Schulen

- Vorführung von Messungen im Schulunterricht
- Projekte
  Seminararbeiten / jugend forscht usw.

Unterstützung dabei durch AGN FG Radioastronomie ist möglich

Messungen können „remote“ durchgeführt werden (über „Webinterface“)

Danke für Ihre Aufmerksamkeit
und Ihr Interesse an der Radioastronomie

Weitere Infos auf
www.agn-ev.org
-> Projekte -> FG Radioastronomie

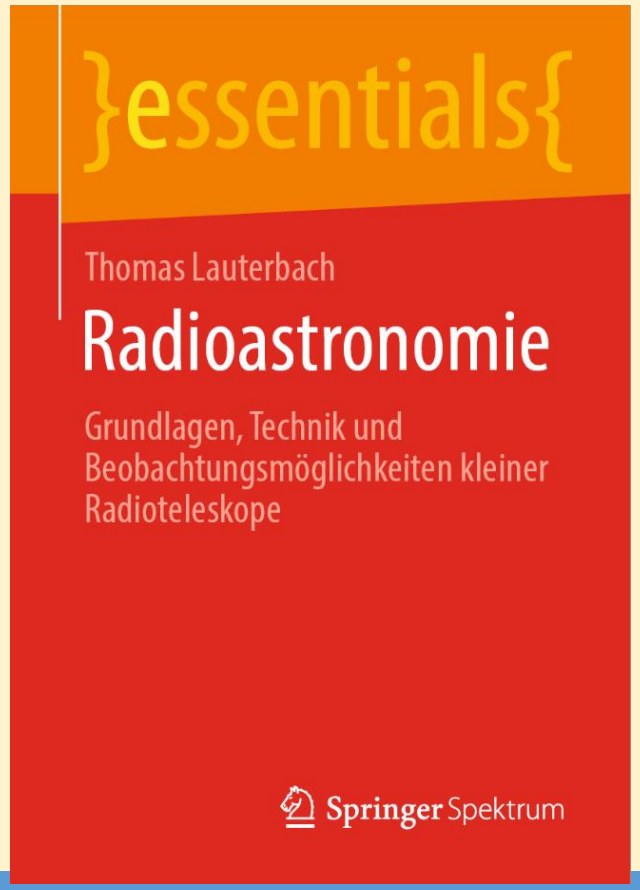
Fragen? – gerne!

auch per Mail an
thomas.lauterbach@th-nuernberg.de

Was zum Nachlesen?

E-Book

Print



Geschafft!

Vielen Dank für Eure geschätzte Aufmerksamkeit und Euer Interesse.

https://www.dg2neu.de/Home