

Das untere Ende des elektromagnetischen Spektrums

Ein Vortrag von OE1GCA

Gerhard Chvatal

6. April 2017

Das untere Ende des elektromagnetischen Spektrums

- Was gibt es dort zu entdecken ?
- Geräte für den Empfang
- Software
- Erfahrungsberichte
- Internet Links

Was gibt es zu entdecken?

- ELF 3-30 Hz
 - Schumann Resonanzfrequenzen
- ULF 300 – 3000 Hz
 - Sferics
- VLF/LF 3 – 30 kHz / 30 – 300 kHz
 - Navigations Signale
 - Zeitzeichen Signale
 - Steuerungssingale
 - AFU, 2.2 km Band (136 kHz)
 - Rundfunk

ELF 3-30 Hz

- Die Schumannresonanzfrequenzen
 - benannt nach dem Physiker Wilfried Otto Schumann
 - 1952 entdeckt
 - Anregung durch Blitze
 - **7.83, 14.3, 20.8, 27.3** und 33.8 Hz
 - Sehr kleine Signalamplitude
 - Stehende Wellen rund um die Erde (Hohlraumresonator)

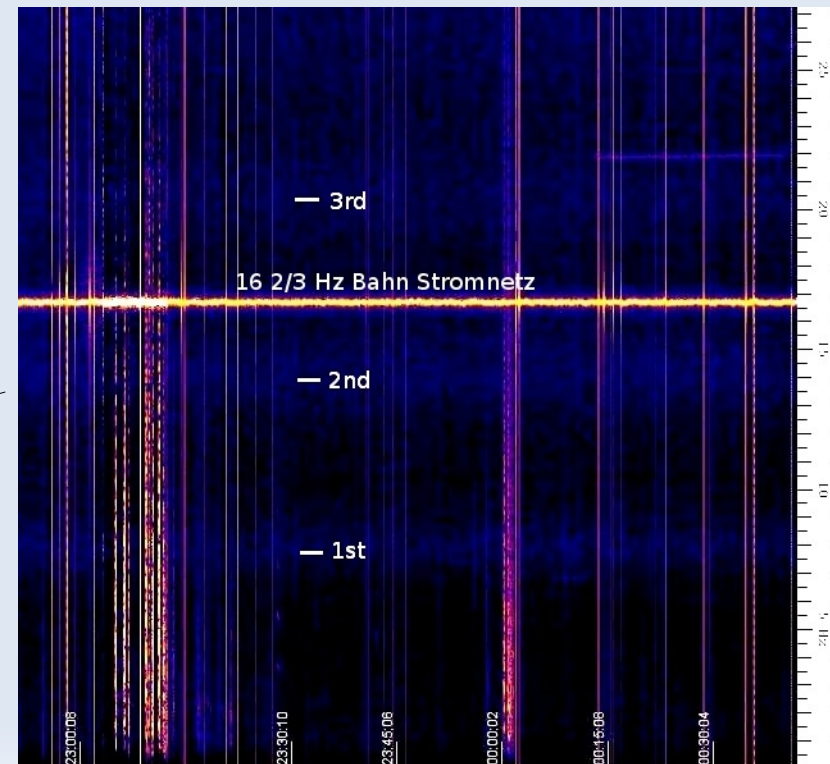
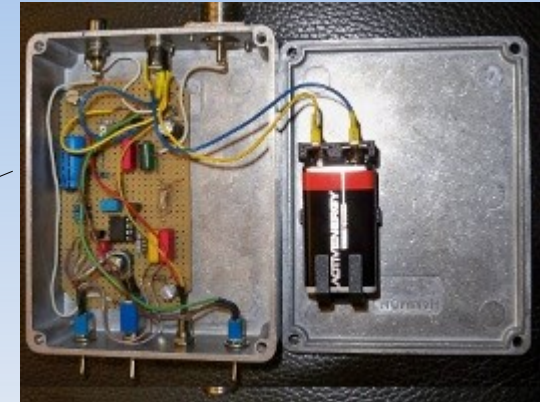
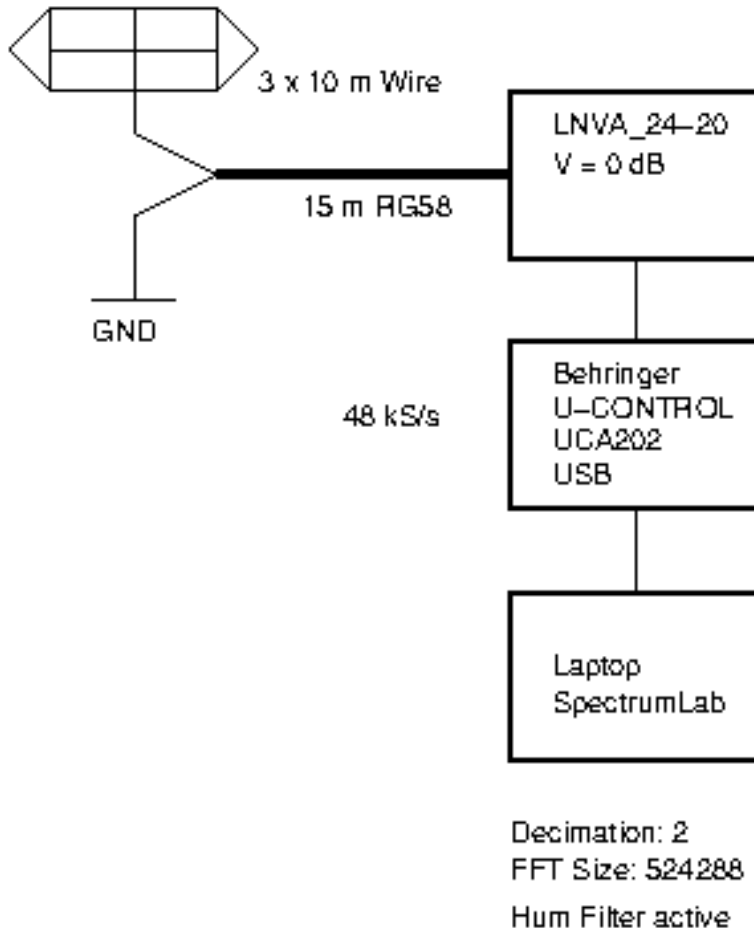
Nachweis der Schumann Frequenzen

- Antenne, mini Marconi-Antenne
- Rauscharmer Vorverstärker nötig (LNVA 24-20, www.vlf.it)
- 50 Hz Notch-Filter
- Soundkarte (Behringer USB Soundkarte)
- Auswertung mit Spectrumlab (DL4YHF)

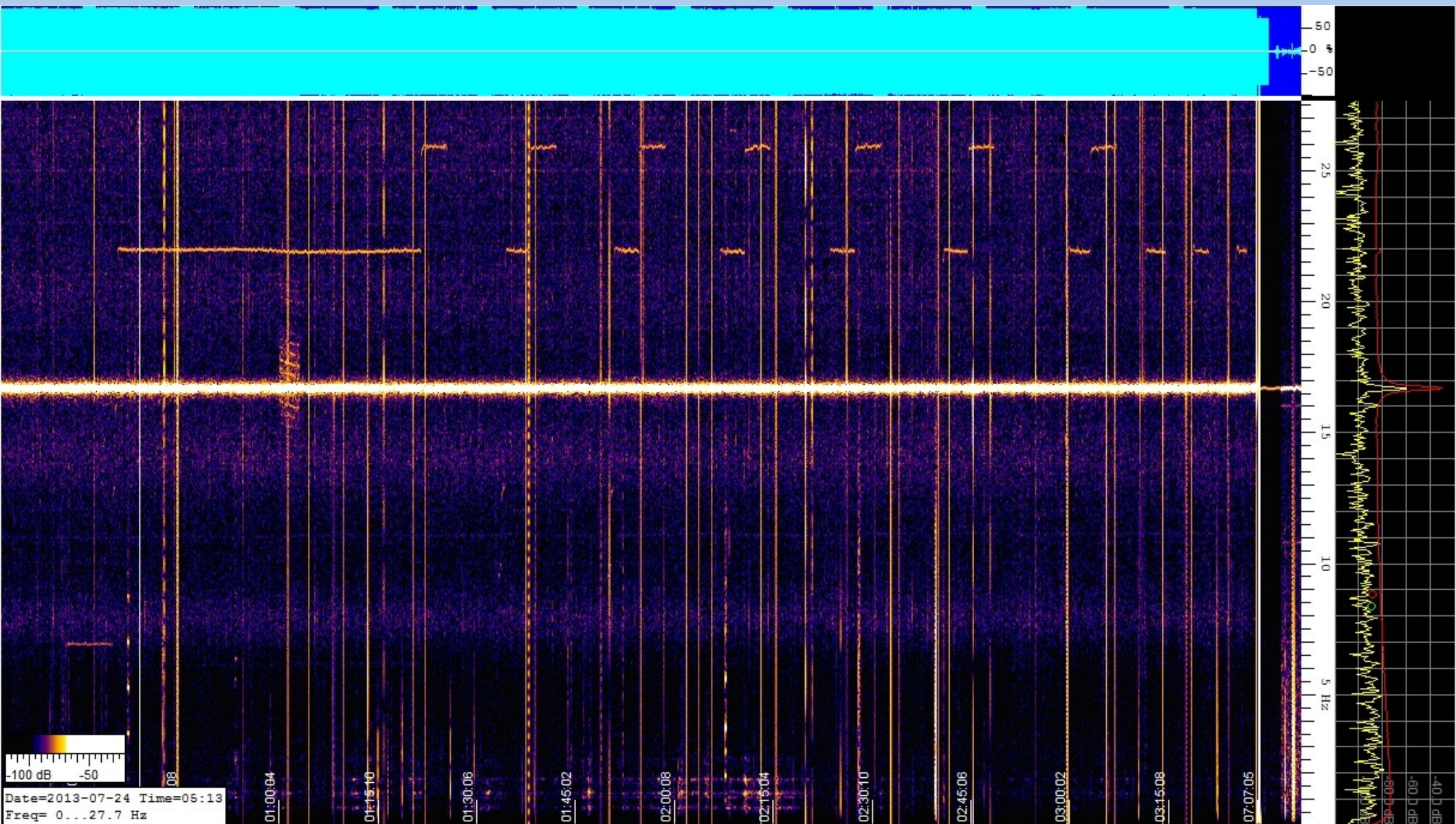
Der Aufbau

Schumann Resonance Setup

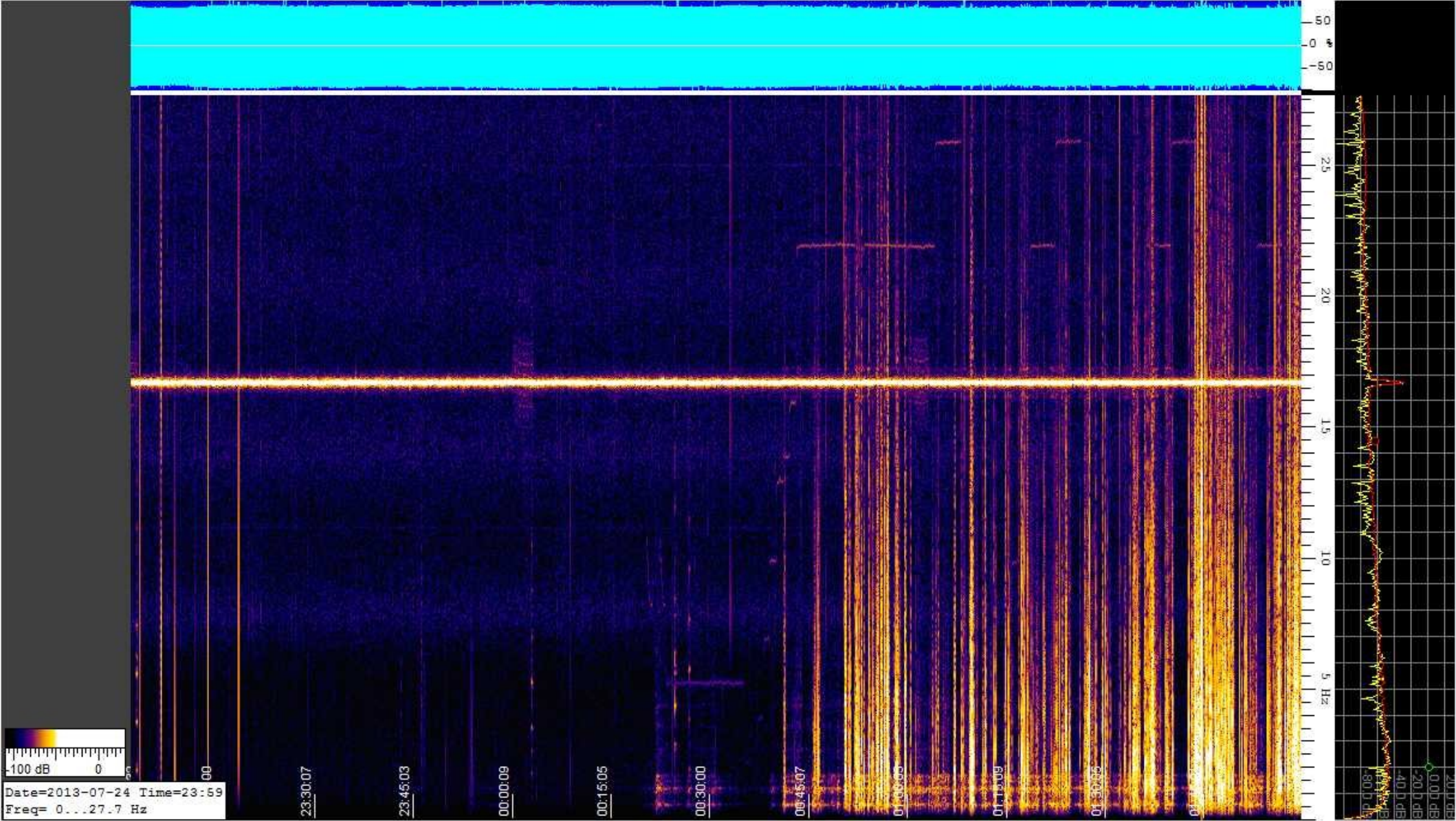
mini-Marconi Antenna



Spectrogram 1. 2. u. 3. Resonanz



Störungen ...



Die mini Marconi-Antenne

- Location: Wiener Prater (Klgv Wasserwiese, Grundstück 20x10 m)
- 3 x 10 m Draht
- Koaxleitung zum LNVA 24-20



Sferics

- Auch atmosphärische Impulsstrahlung oder AIS genannt
- Sind das impulshafte Auftreten elektromagnetischer Wellen natürlichen Ursprungs innerhalb der Erdatmosphäre
- Gedämpfte Schwingungen. Die Frequenzen liegen zwischen 3 und 100 kHz
- Wurde von Seilbahntechnikern entdeckt
- Wird auch als Wetterstrahlung bezeichnet und mit Wetterfühligkeit in Verbindung gebracht
- Verschiedene andere Erscheinungen in diesem Frequenzband
 - Tweaks
 - Whistler
 - Chorus

Sferics

- Sferics – als Klicks hörbar
- Tweaks – kommen aus größerer Entfernung (bis zu 20.000 km), klingen ähnlich wie "Querschläger"
- Whistler – Pfeifgeräusch, oft nur diffus, Entstehung durch "Ausflug" in die Magnetosphäre
- Chorus – auf und abschwellende Töne

Sferics Empfang

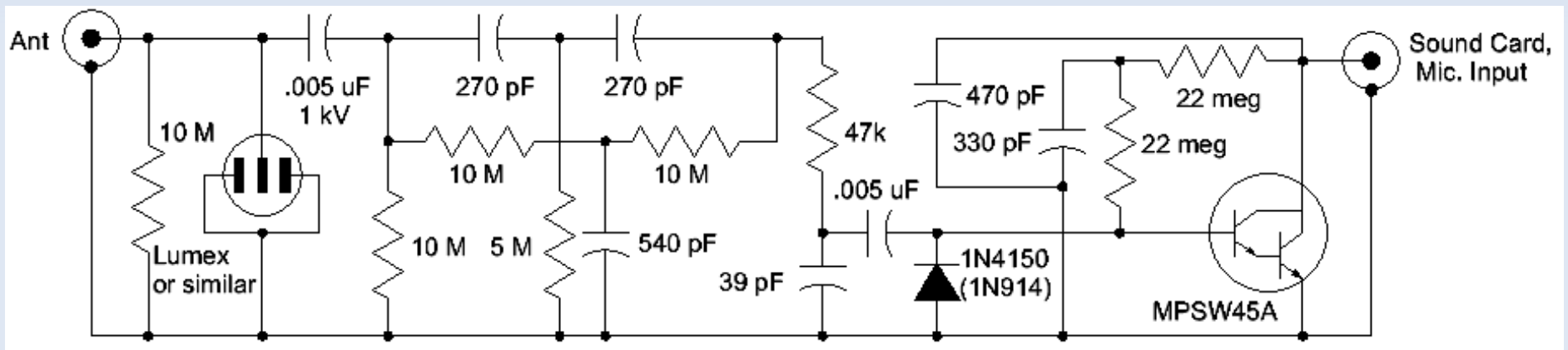
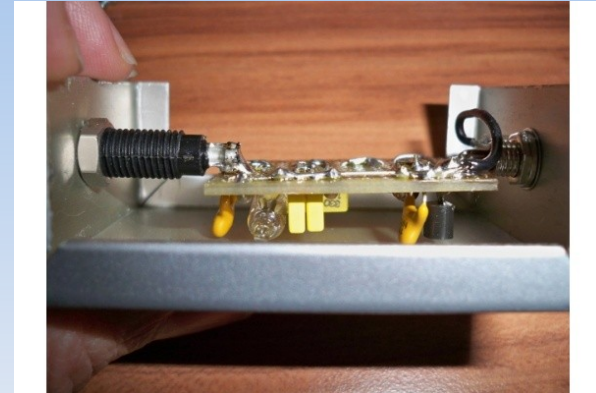
- E-Feld
 - Hochohmiger, kapazitätsarmer Verstärker (Impedanzwandler)
- H-Feld
 - Loop mit Verstärker
 - Ferritantenne mit Verstärker
- Soundkarte
- Spectrumlab
- 50 Hz Filter, besser Kamm-Filter

Empfangstips

- **Möglichst weitab von der Zivilisation**
 - 50 Hz + Oberwellen Störungen
 - elektrische Maschinen
 - GSM-Tower
 - andere Funkanlagen
 - möglichst freie Sicht
 - keine Bäume, Häuser oder ähnliches
 - Weidezaunanlagen meiden

Geräte f. den Sferics-Empfang (1)

- einfacher Empfänger
→ © www.techlib.com

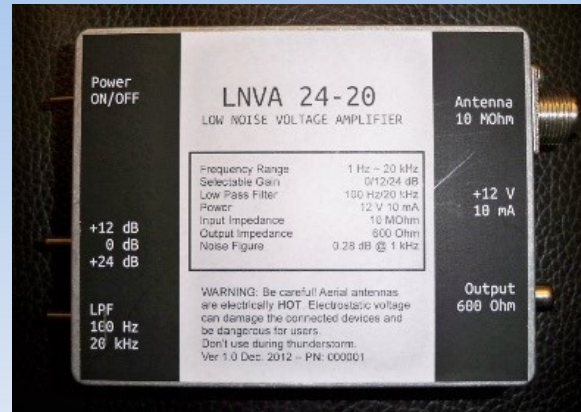


- MP3 oder besser WAV Recorder

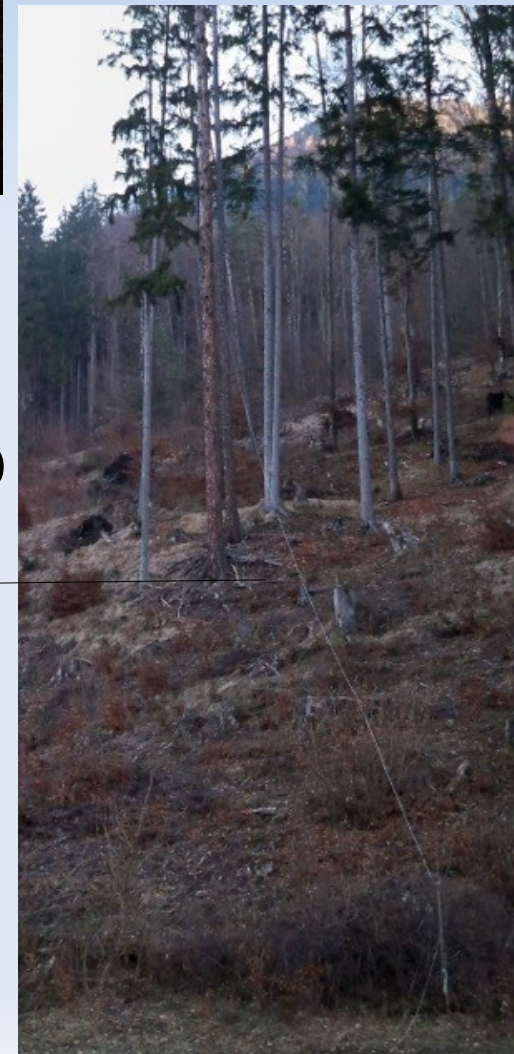


Geräte f. den Sferics-Empfang (2)

- bessere Empfänger
→ www.vlf.it

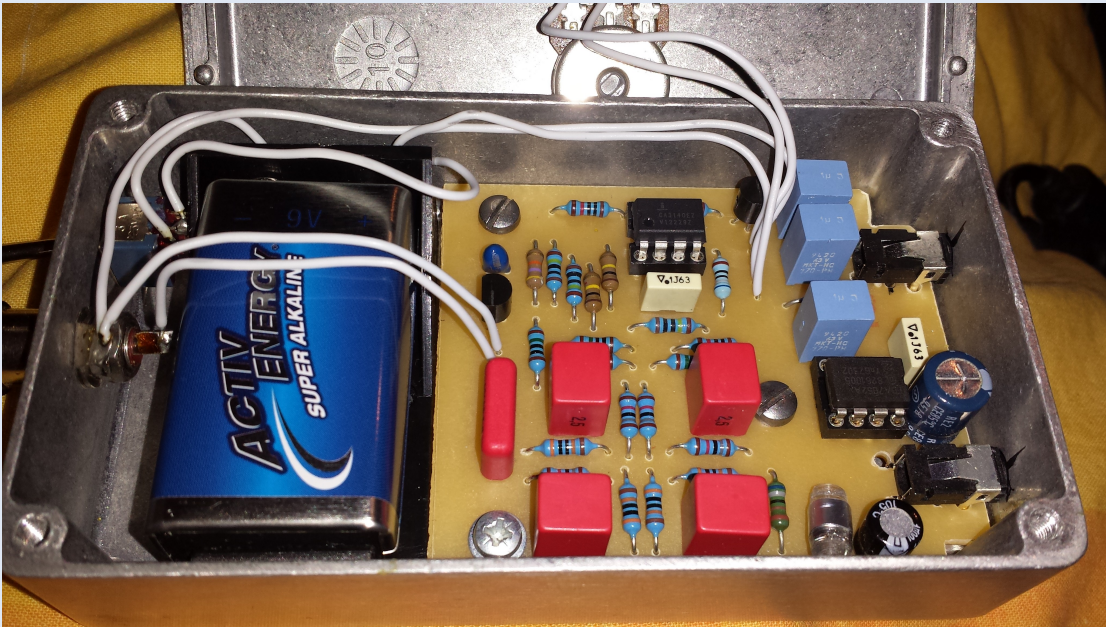


- Laptop + Soundkarte + Spectrumlab
- Drahtantenne
- 40 m RG58 Zuleitung



Geräte f. den Sferics-Empfang (3)

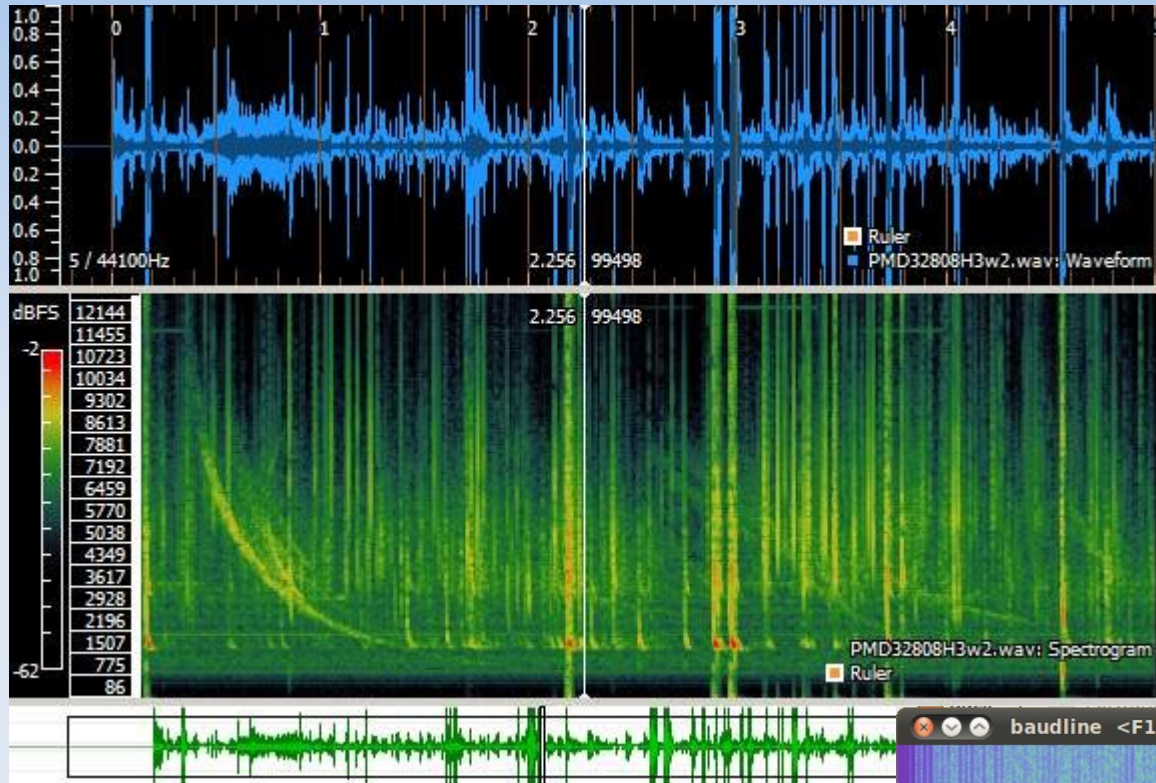
- Der neue Sferics-RX
 - 50 Hz Notch Filter
 - Line-Out
 - Kopfhörerverstärker



Sferics Empfangserfahrungen

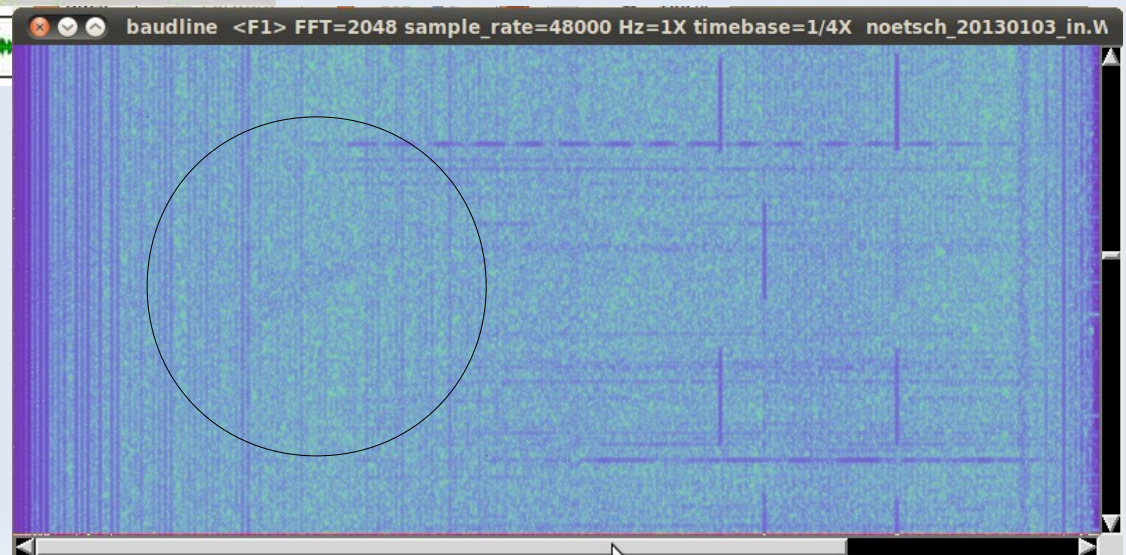
- Sferics – immer zu hören, unterschiedliche Aktivität → Kp-Index u. Wetter beobachten
- Tweaks – häufig zu hören, "Vorboten" für Whistler
- Whistler – selten zu hören, bisher erst ~10x gelungen
- Chorus – noch keine Erfahrung

Sferics Beispiele



www.vlf.it

2013-01-03
Nötsch im Gailtal
Schloss
Wasserleonburg



Sferics Empfang Neusiedler See

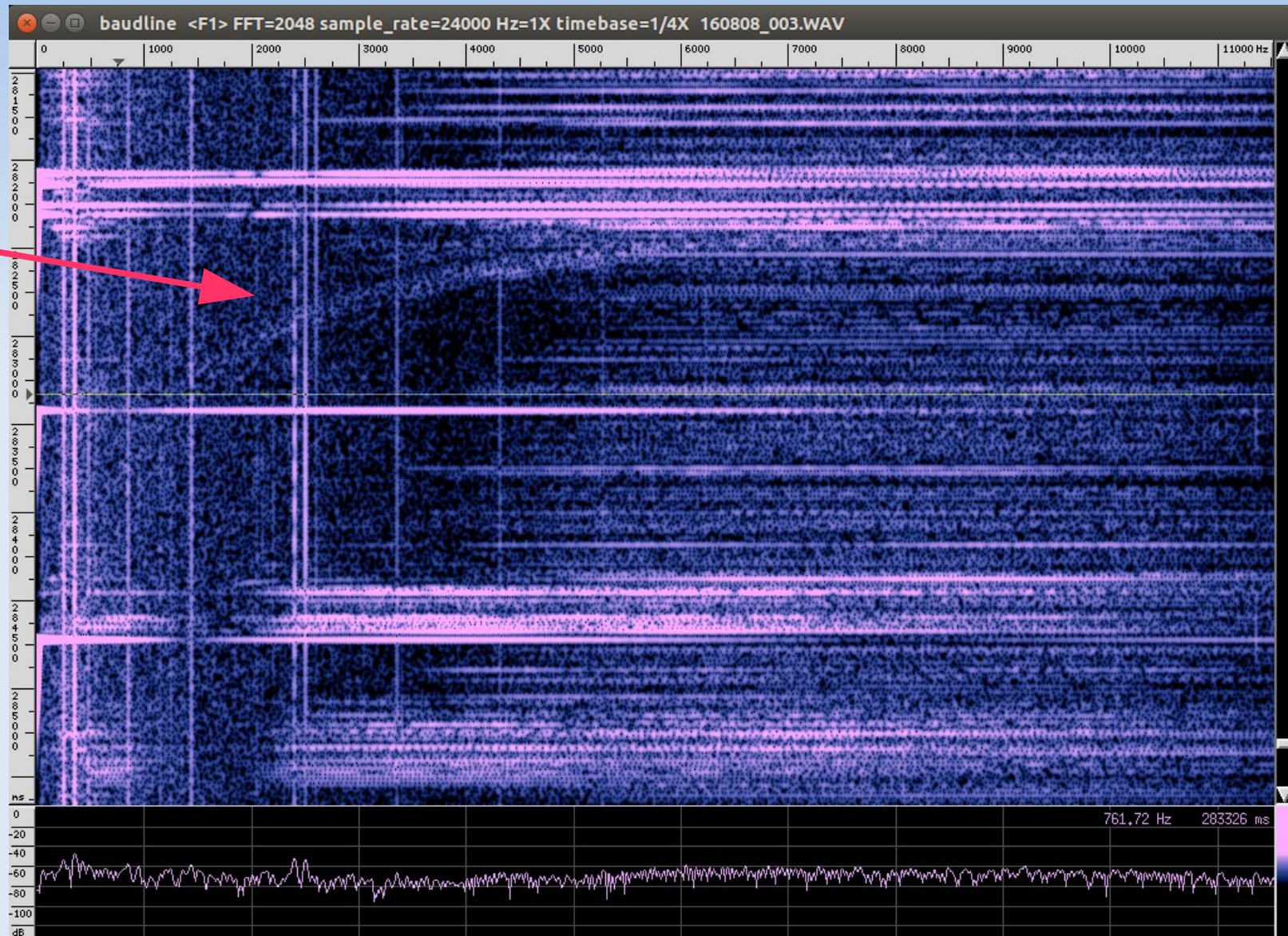
Mon, Aug 8
2016
18:35:04
18:35:18
18:35:48

Neuer Sferics-
RX

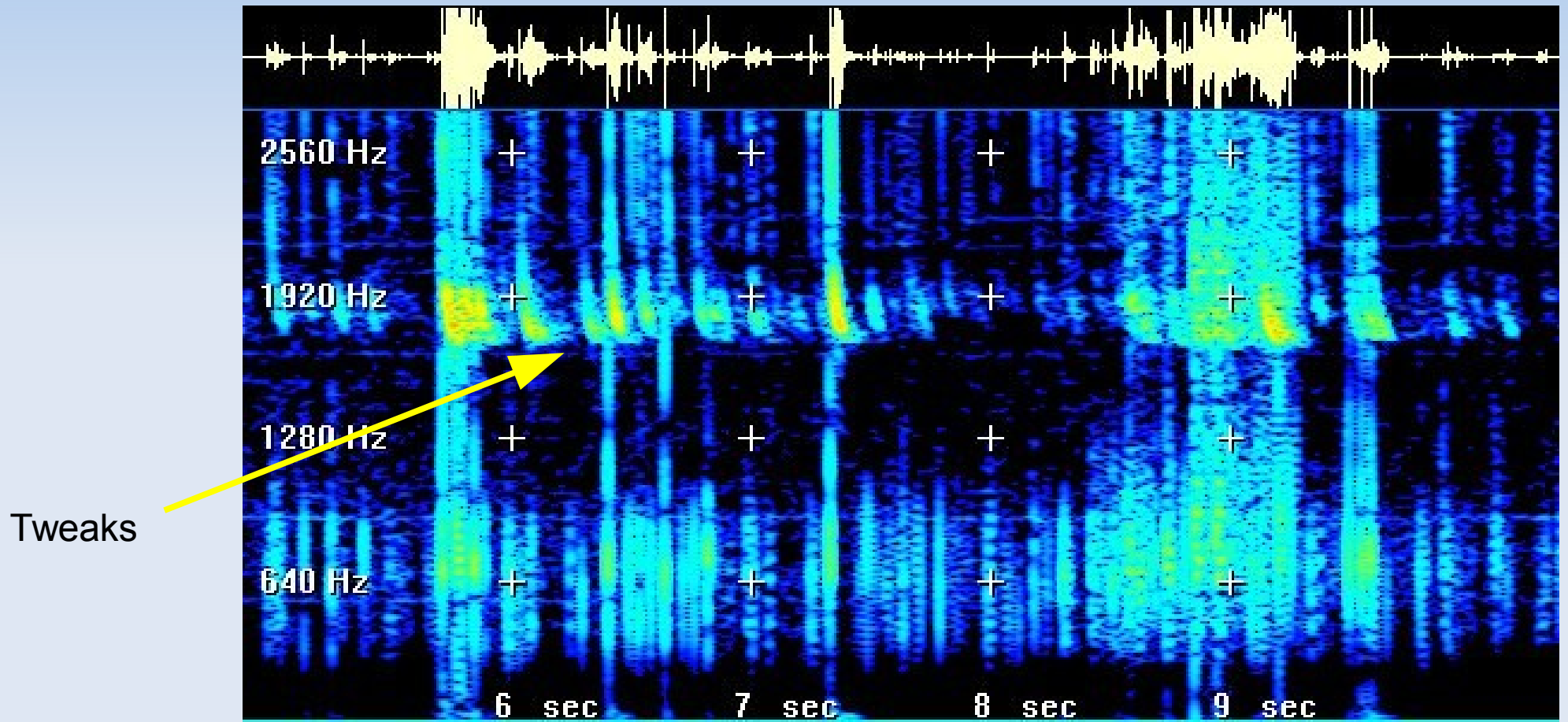
Neues
Diktiergerät
DVT1200



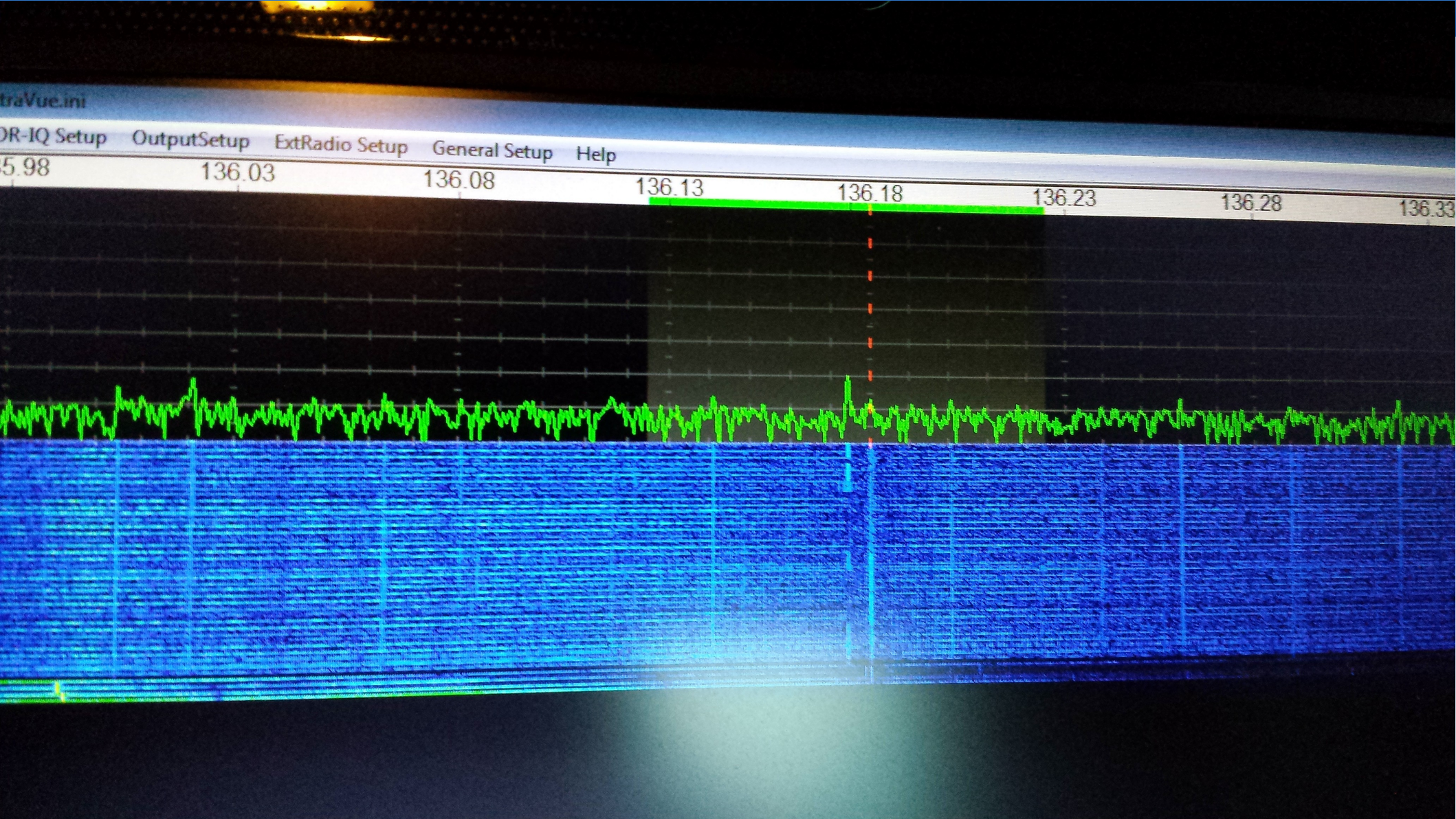
3 Whistler -
5 Minuten nach
dem Start der
Aufzeichnung!



Tweaks Beispiel



AFU im 2200m Band



AFU im 2200m Band

- Empfangsversuche
 - Empfangsantennen
 - Empfänger
- Sendeversuche
 - Grabber
 - Sendeantennen
 - Anpassung
 - Sendertechnik
 - bisher 2 Aktivitäten mit OE3DMB

2200m Band Antennen

- RX Antennen

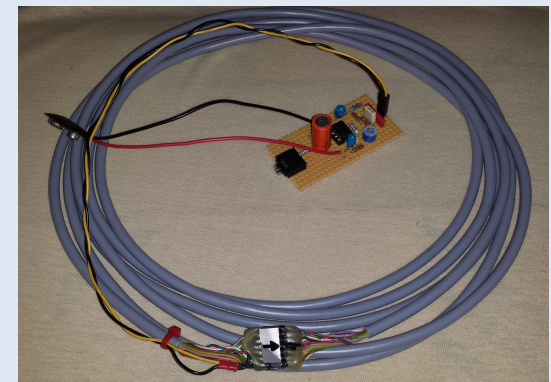
- MiniWhip

- einfache Schaltung
 - Dead-Bug Aufbau leicht möglich
 - braucht Höhe
 - freie Umgebung nötig



- Loop Antenne

- z.B.: mehradrige Leitung verwenden
 - Einfache Vorverstärker mit TL081 o.ä.
 - indoor-Betrieb möglich



2200m Band Empfangstechnik

- RF Space SDR-IQ
- andere SDR Empfänger
 - homebrew leicht machbar
 - immer wieder bei eBay verfügbar



Software

- Große Anzahl an FFT-Samples nötig
- Sub-Hz Auflösung wünschenswert
- Allgemein
 - Stabiler LO nötig!

2200m Band Sendetechnik

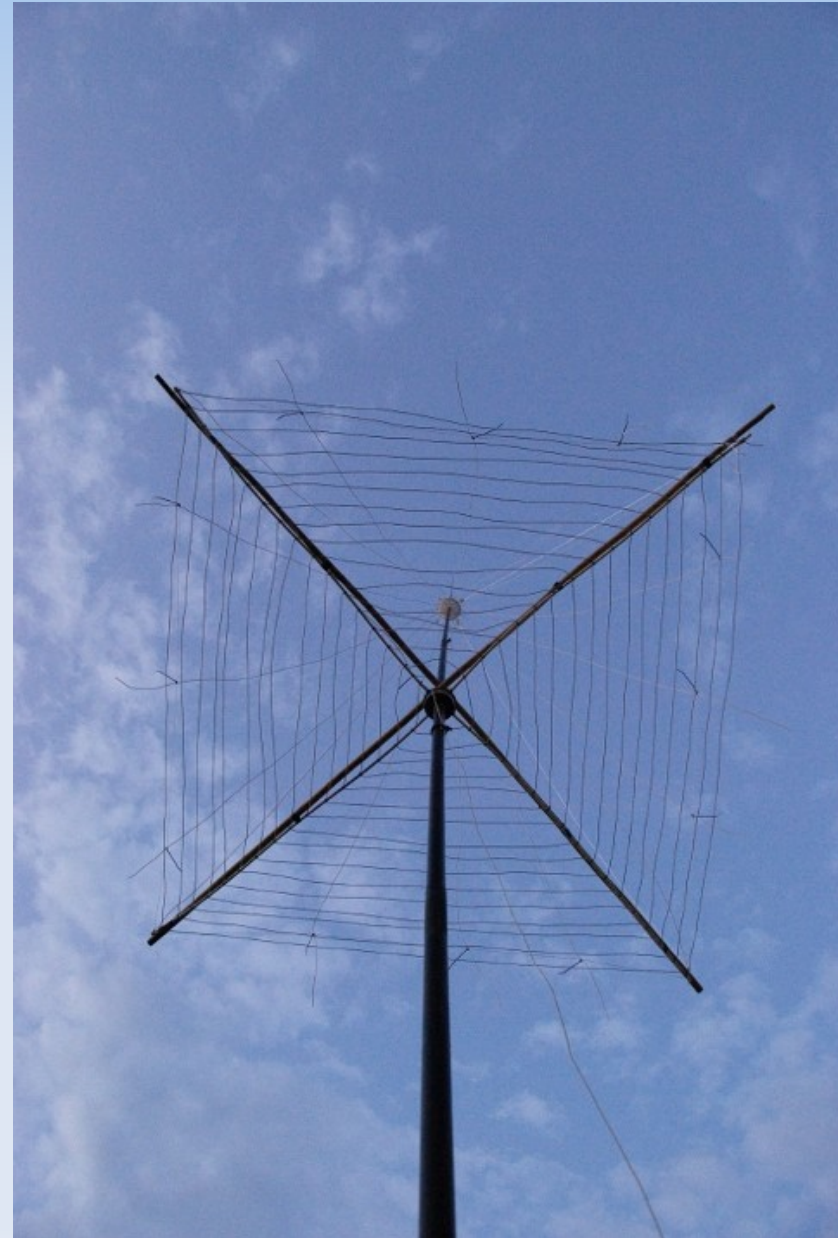
- Automatische Empfangsstationen im Netz verfügbar → Grabber
- Einfache Antennen
 - lange Drähte
 - große Dachkapazität
 - Verlängerungsspule
 - Variometer für Feinabgleich
 - Anpassungstrafo



2200m Spezialantenne

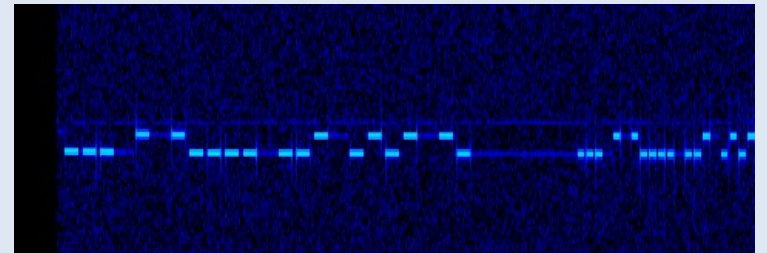
- Gefunden bei EI0CF
 - Kleingartengeeignet
 - 10m Fiberglasmast
 - elevierte Verlängerungsspule
 - Dachkapazität

Leider noch nicht
erfolgreich ...



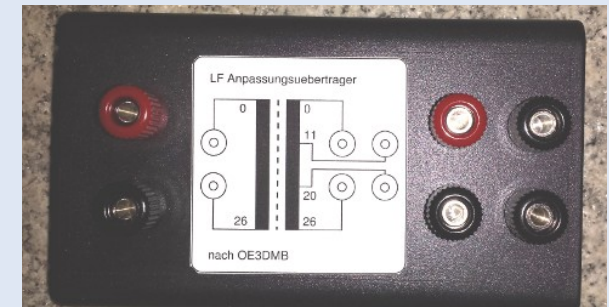
2200m Sender

- Einfacher Aufbau ähnlich Schaltnetzteil
- 100 bis 1000W machbar bzw. nötig wegen Wirkungsgrad der Antenne
- große und "gute" Ringkerne nötig
- Hohe Auflösung bei der Frequenzaufbereitung, $\leq 1\text{Hz}$ erstrebenswert
- QRSS CW oder DFCW (schneller)



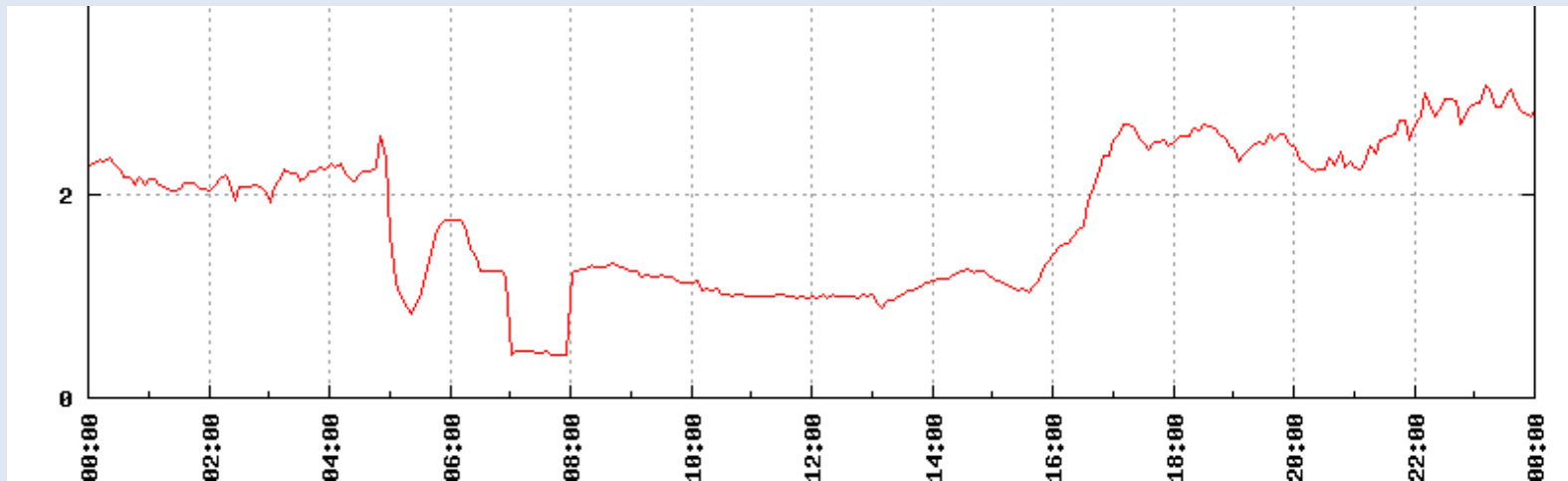
2200m Band Aktivitäten

- 1. Sendeversuch mit OE3DMB, Nov. 2011
 - TÜV Gelände, Wien 23
 - 100W Sendeleistung
 - Verschiedene Aufbauten einer Drahtantenne
 - Dokumentation in LowferOE
- 2. Sendeversuch mit OE3DMB u. OE3KLU, Juli 2014
 - gleiches Gelände
 - verbesserte Anpassung "DMB-Trafo"
 - bessere Ergebnisse
 - Dokumentation in LowferOE



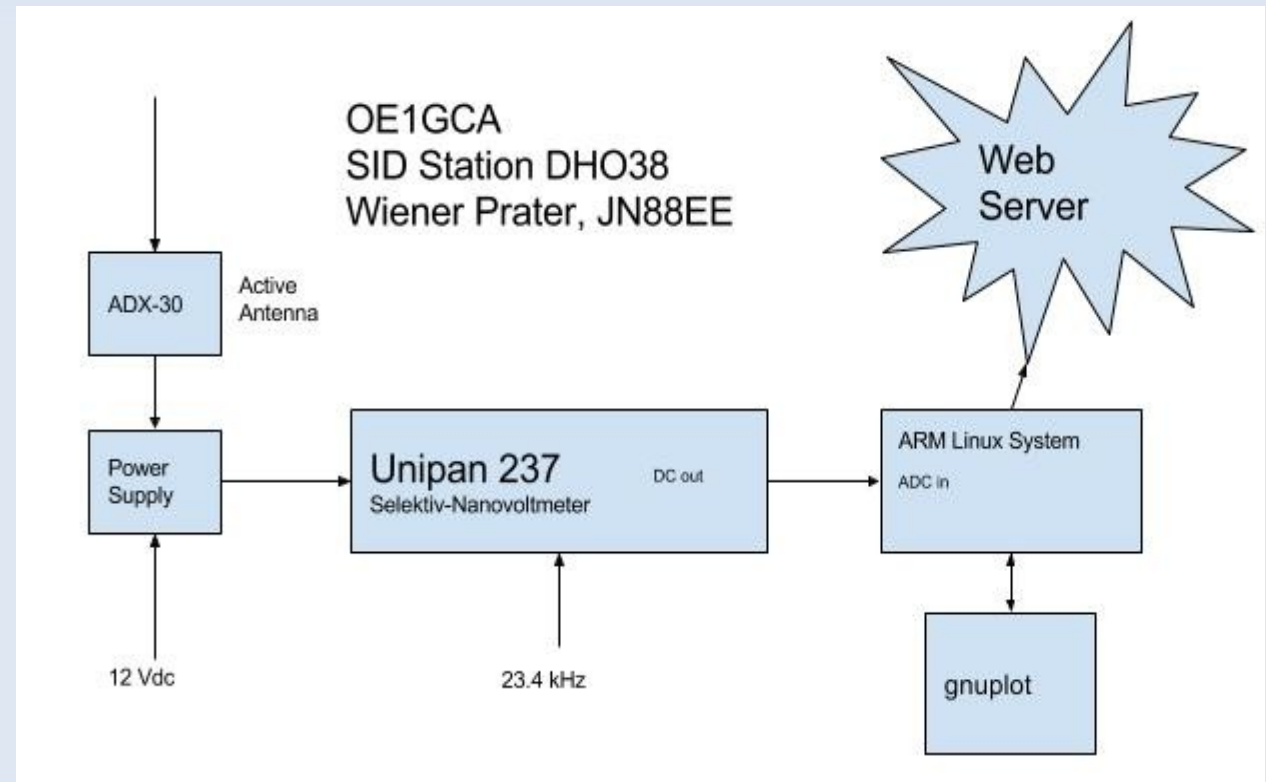
SID, Sudden Ionospheric Disturbance

- Die Aktivität der Sonne kann damit beobachtet werden
- 24/7 Empfänger auf einer fixen Frequenz (z.B. 23.4 KHz)
- Automatische Aufzeichnung der Signalamplitude
- Darstellung mittels Plot der Amplitude über die Zeit
- Meistens 24h Darstellung



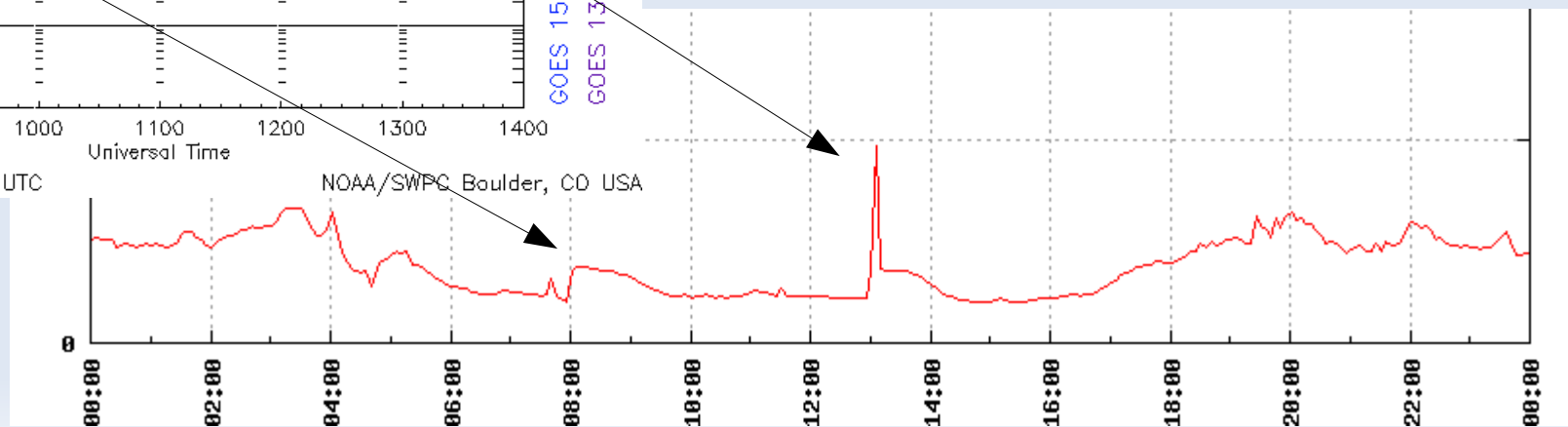
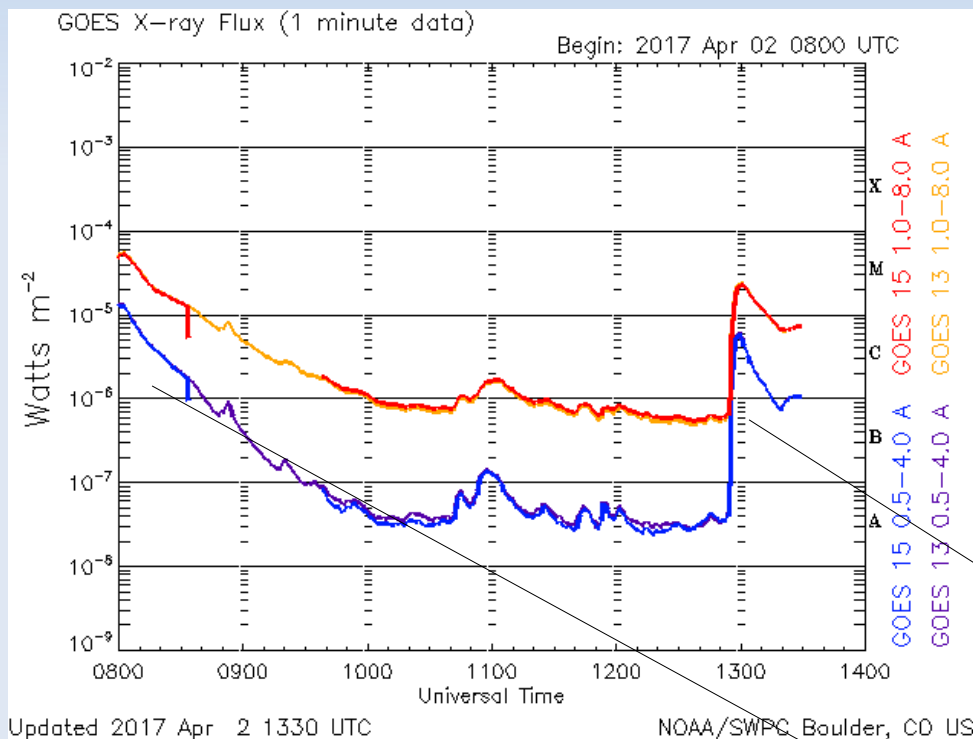
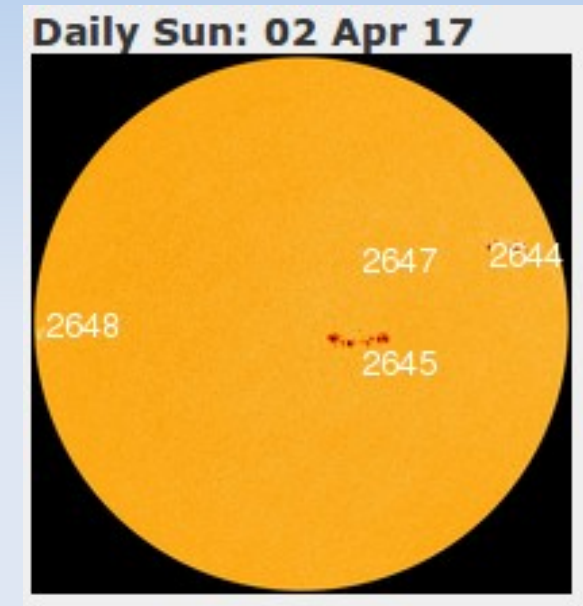
SID, Sudden Ionospheric Disturbance

- Der Aufbau meiner SID Station
 - UNIPAN Selektives Nanovoltmeter
 - ADX-30 Empfangsantenne
 - DHO38



SID, Sudden Ionospheric Disturbance

- Die Aktivität der Sonne am 2. April 2017
 - X-Ray Burst



Internet Links, Buch-Tipp

- www.vlf.it → auch Live Streams
- www.techlib.com
- www.spaceweather.com
- RADIO NATURE, Renato Romero