

# **Amateur Radioastronomie**

**Messung von  
Sonne, Mond,  
Radiogalaxien  
und Pulsaren**



# Astronomie

- Optischer Bereich:
- Fernrohr, Teleskop, Sternwarte



## Radiowellenbereich

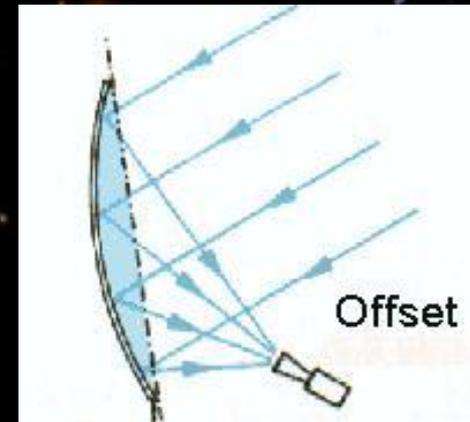
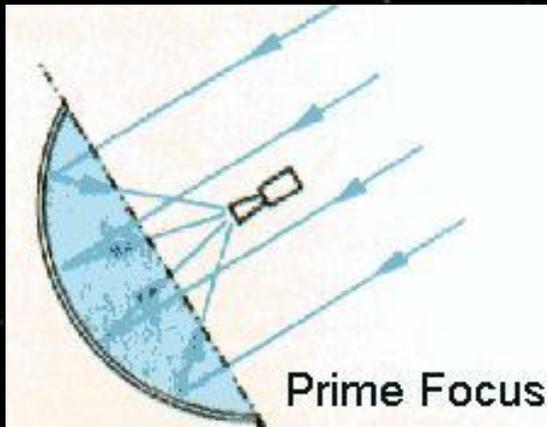
(MHz...GHz)

Vorteile: Wolken und Dunst kein Hindernis, interstellarer Staub für Radiowellen durchsichtiger

## Radioteleskop



# Planung eines Offset-Parabolspiegels mit 7,3m Durchmesser



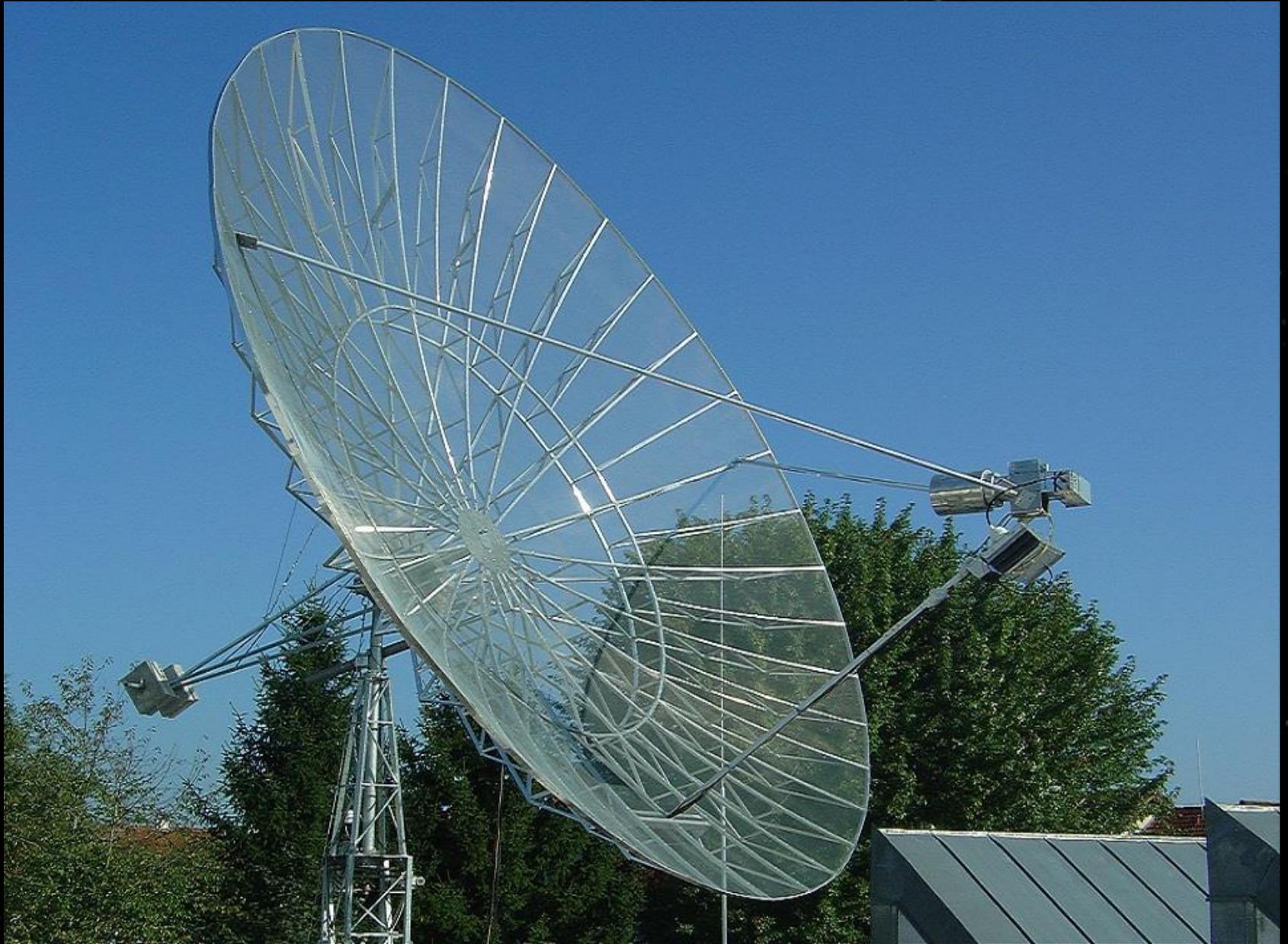
## Vorteil der Offset-Konstruktion:

Primärstrahler stört den Ausbreitungsweg nicht,  
geringeres Bodenrauschen → empfindlicheres System

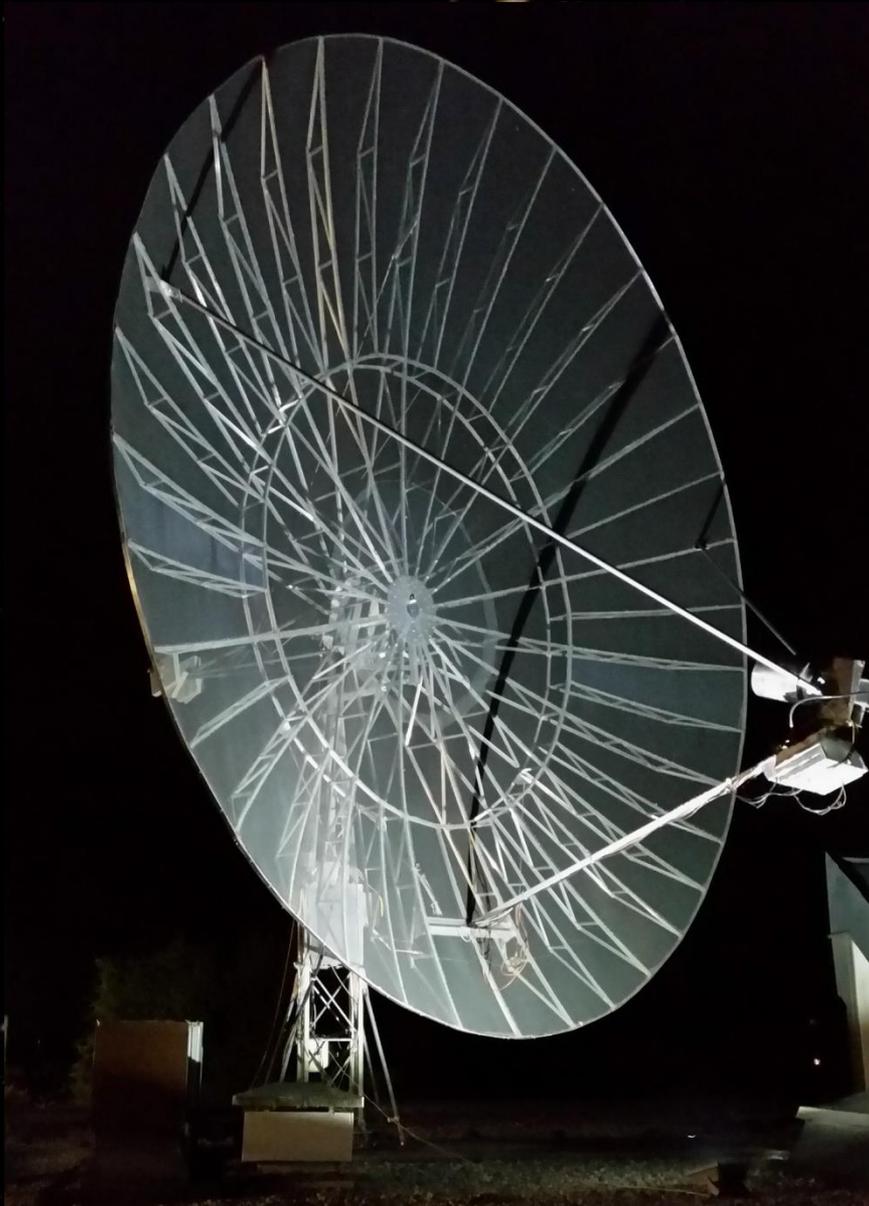
# Nach mehreren hundert Stunden Arbeit für Planung, Aufbau von Mast, Schüssel und Elektronik...



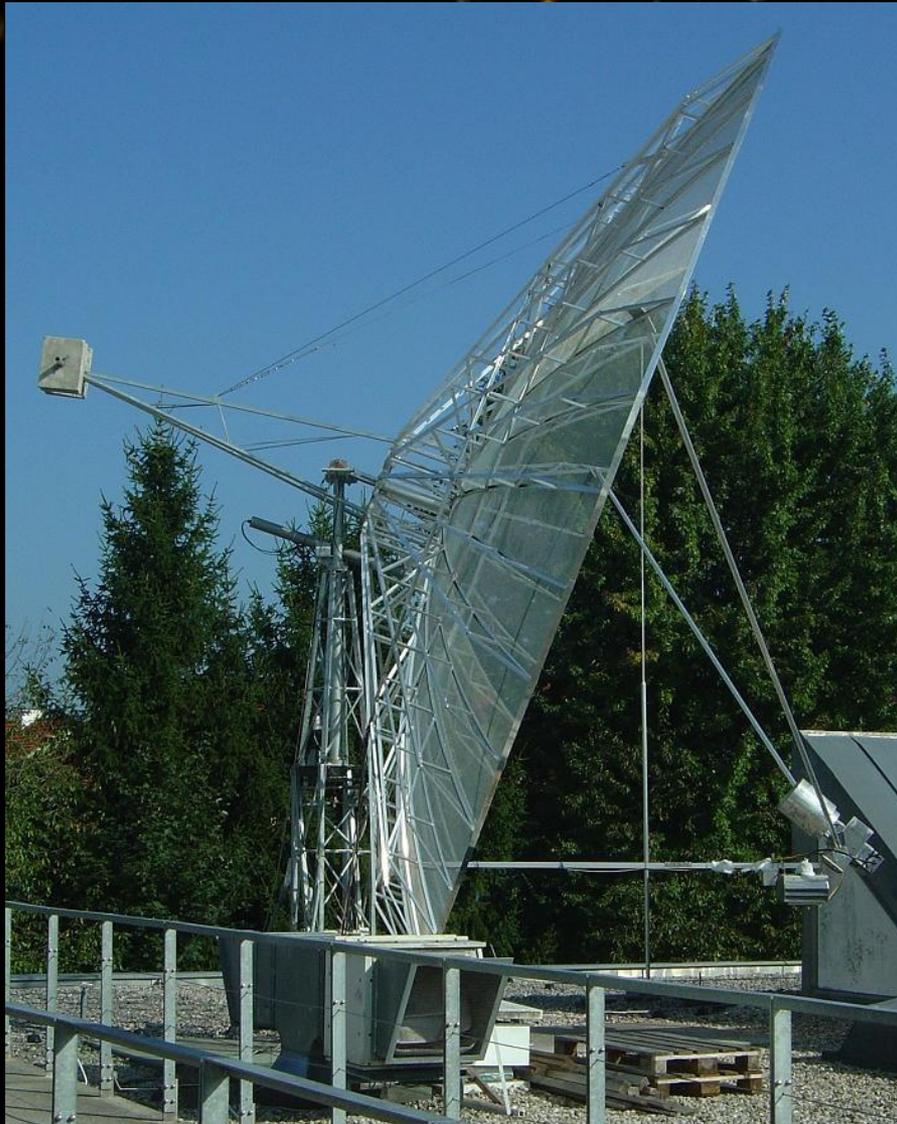
.....endlich fertig !



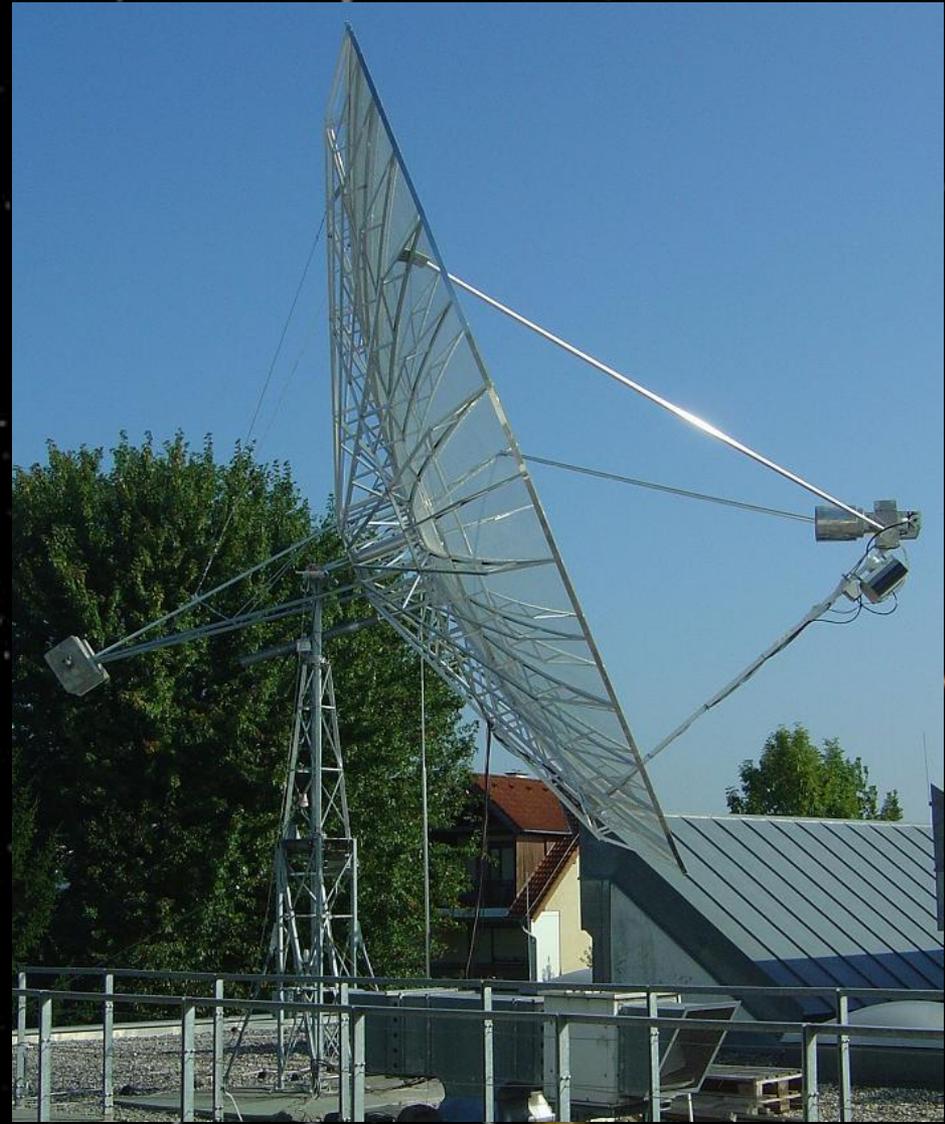
# Ansicht bei Nacht....und mit Raureif



0 Grad Elevation



40 Grad Elevation

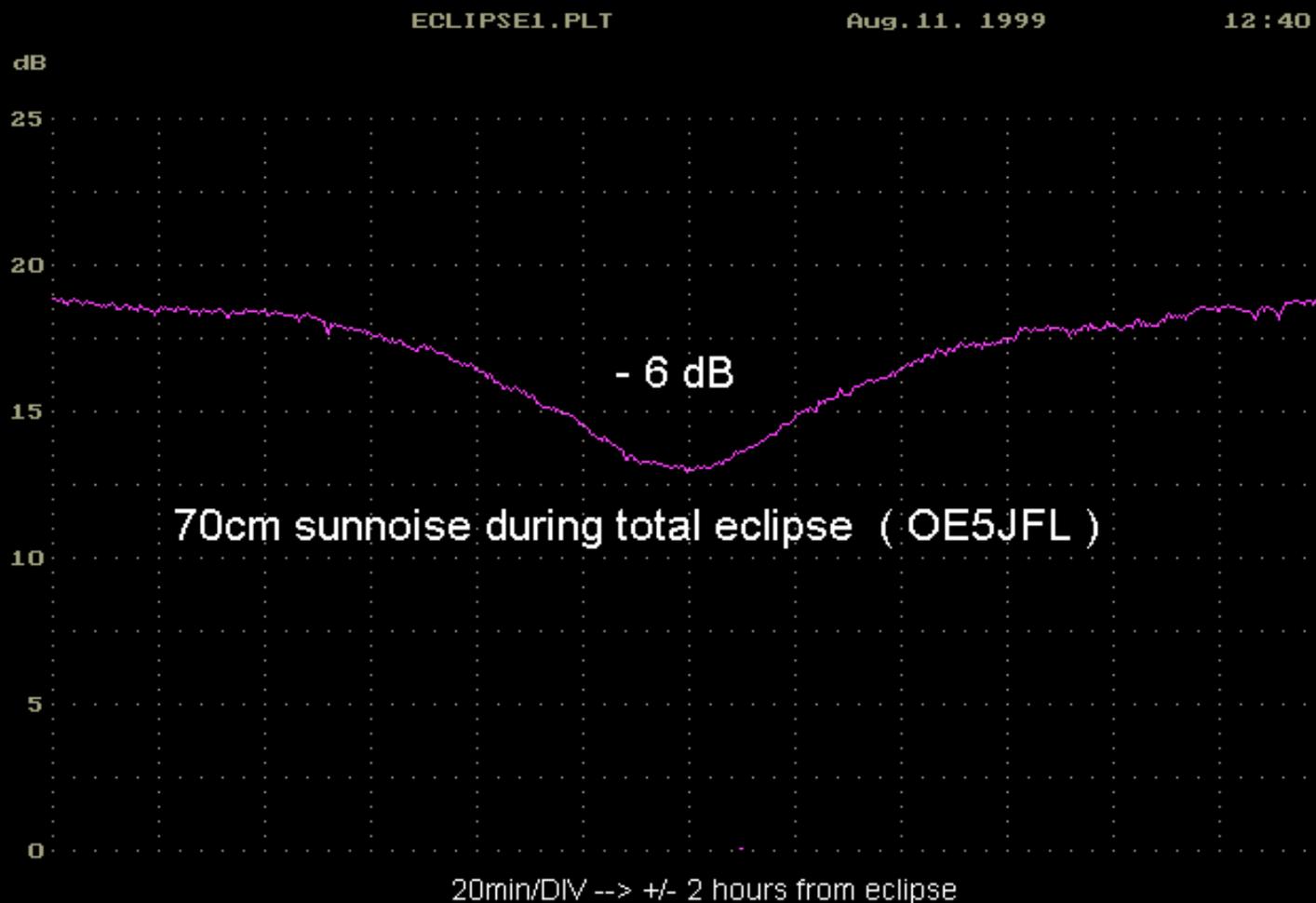


# Messung des Sonnenrauschens auf 1,3 GHz mit „Drift-Scan“ über 2 Stunden



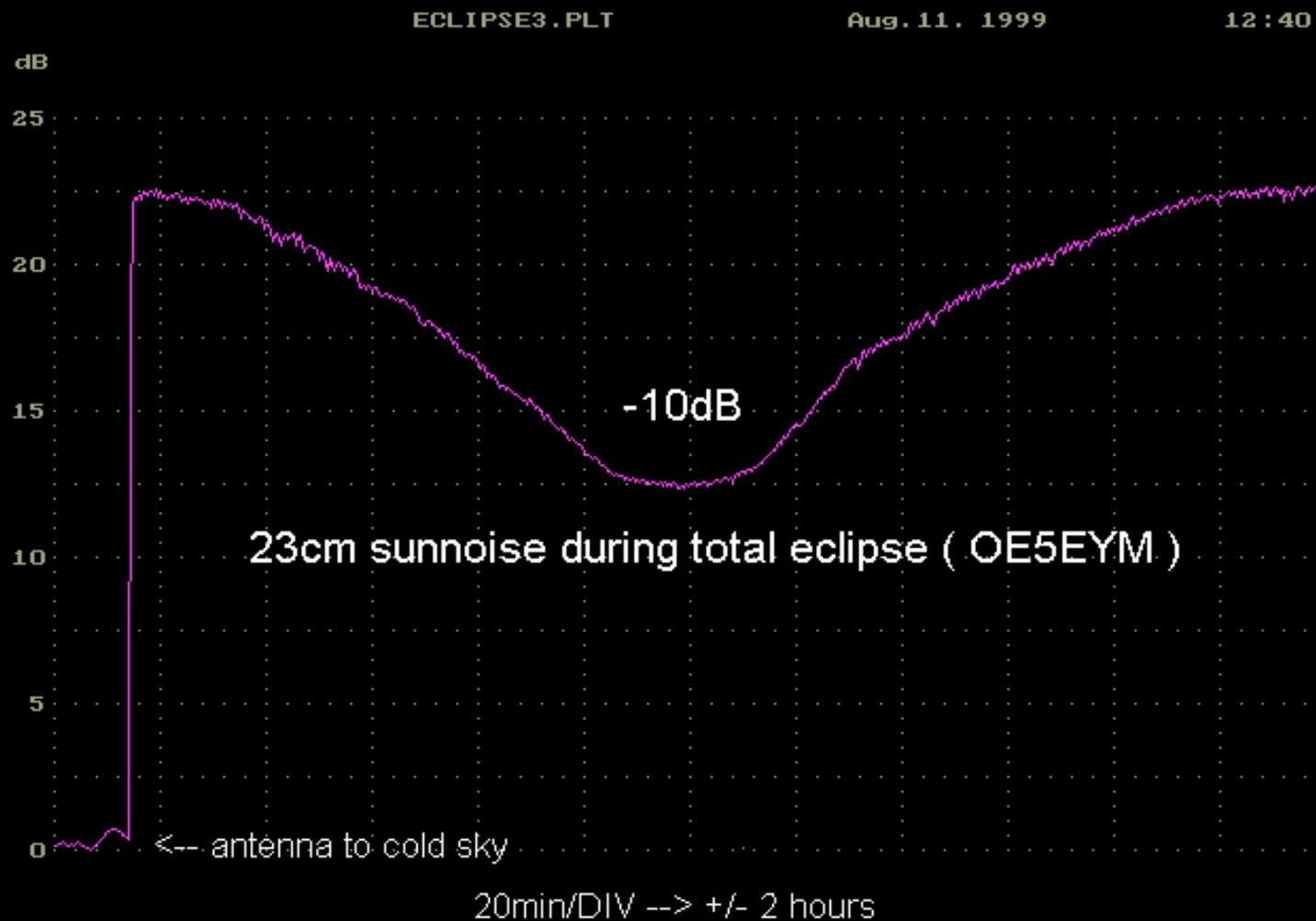
# Verlauf des Sonnenrauschens während der Sonnenfinsternis am 11. August 1999

## Messung auf 432 MHz



# Verlauf des Sonnenrauschens während der Sonnenfinsternis am 11. August 1999

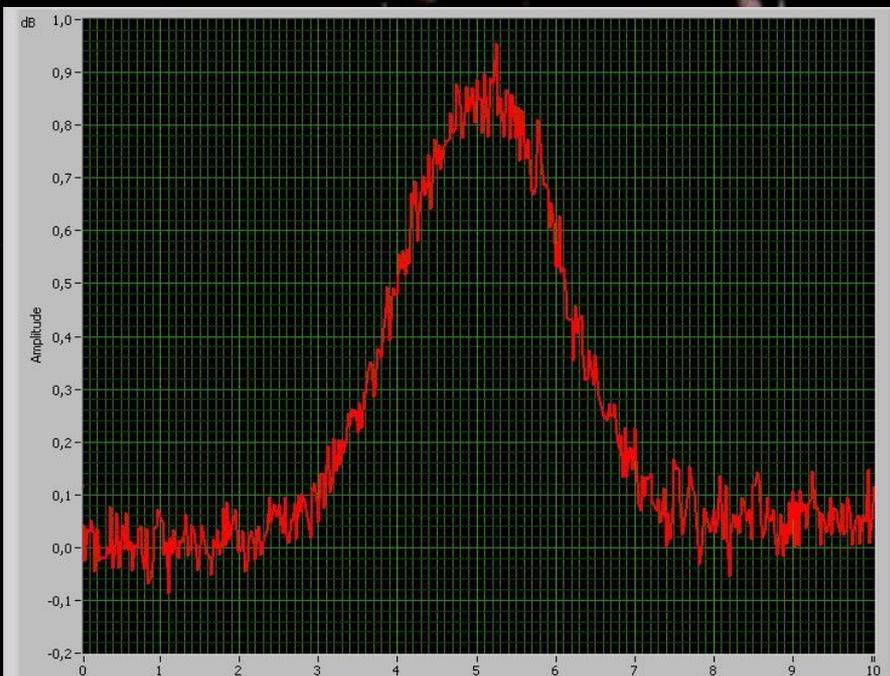
## Messung auf 1,3GHz



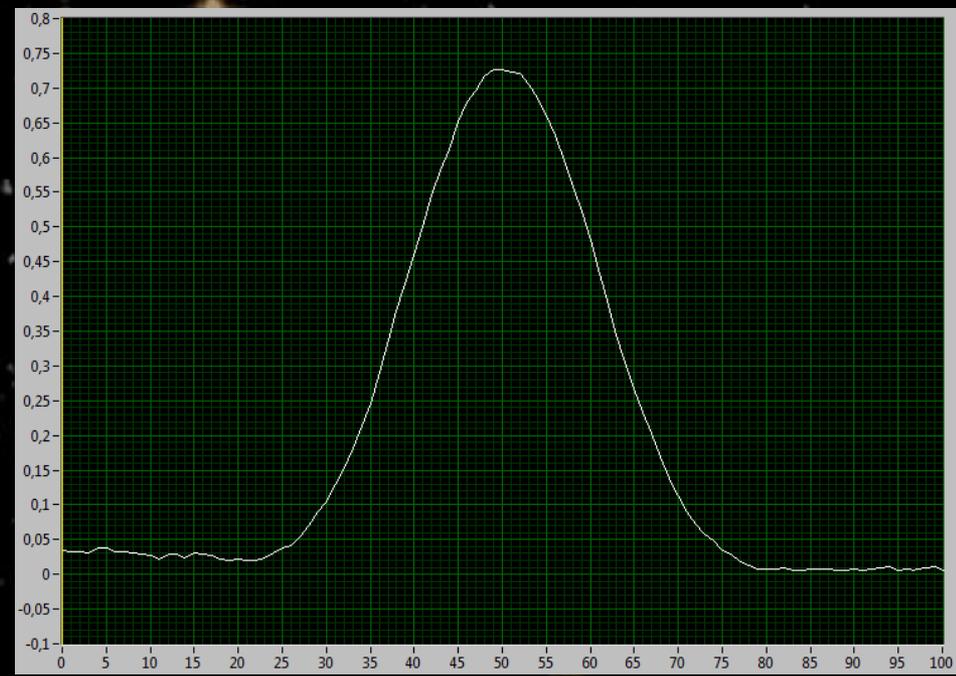
# Das Mondrauschen beträgt auf 1,3GHz nur 1/1000 des Sonnenrauschens

Eine Erhöhung der Messbandbreite bringt deutliche Vorteile bei der Auflösung, dies ist wichtig bei sehr schwachen Signalen

2,5 kHz Messbandbreite

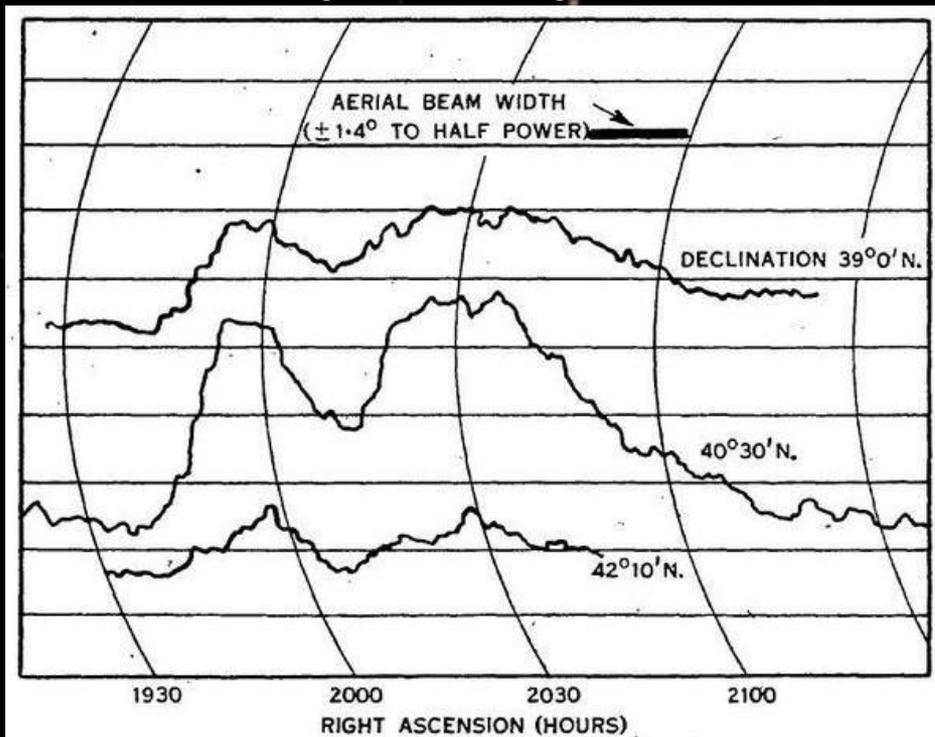


2 MHz Messbandbreite



# Radioastronomische Messung der Galaxie Cygnus A (700 Mio.LJ. entfernt)

Aufnahme aus den Anfängen der Radioastronomie (ca. 1950)



Three recordings of the power flux density from Cygnus-A and Cygnus-X (at 1210 Mc/s.).

Technische Universität Zürich

Pascal Stäuber pascalst@student.ethz.ch: Observation of Cygnus A



Fig. 17. galactic background

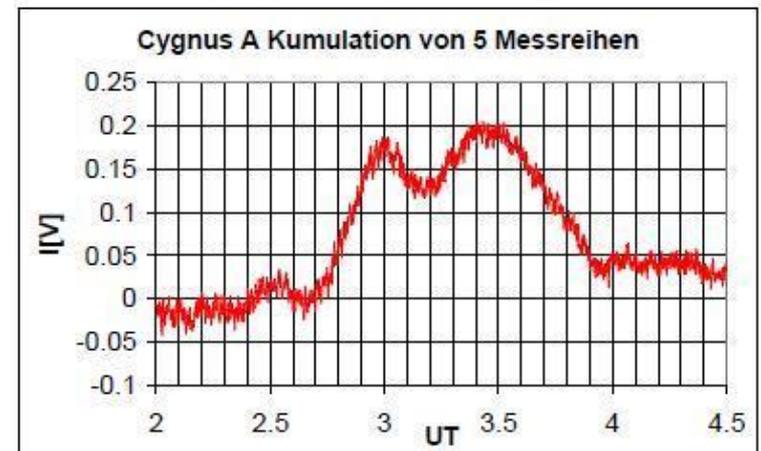


Fig. 18. Cumulation of all drifts of Cygnus A

# HTL Braunau: 7,3m Spiegel

ETH Zürich:  
5m Spiegel

Pascal Stäuber pascalst@student.ethz.ch: Observation of Cygnus A

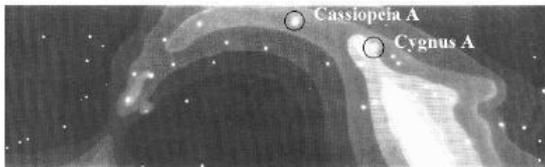


Fig. 17. galactic background

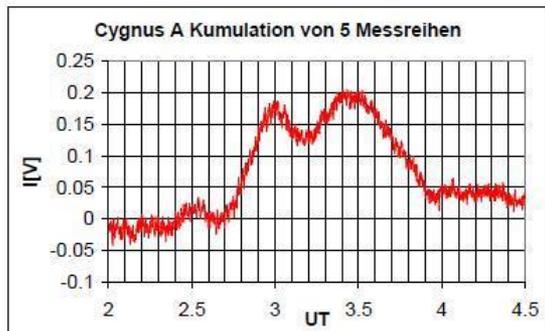
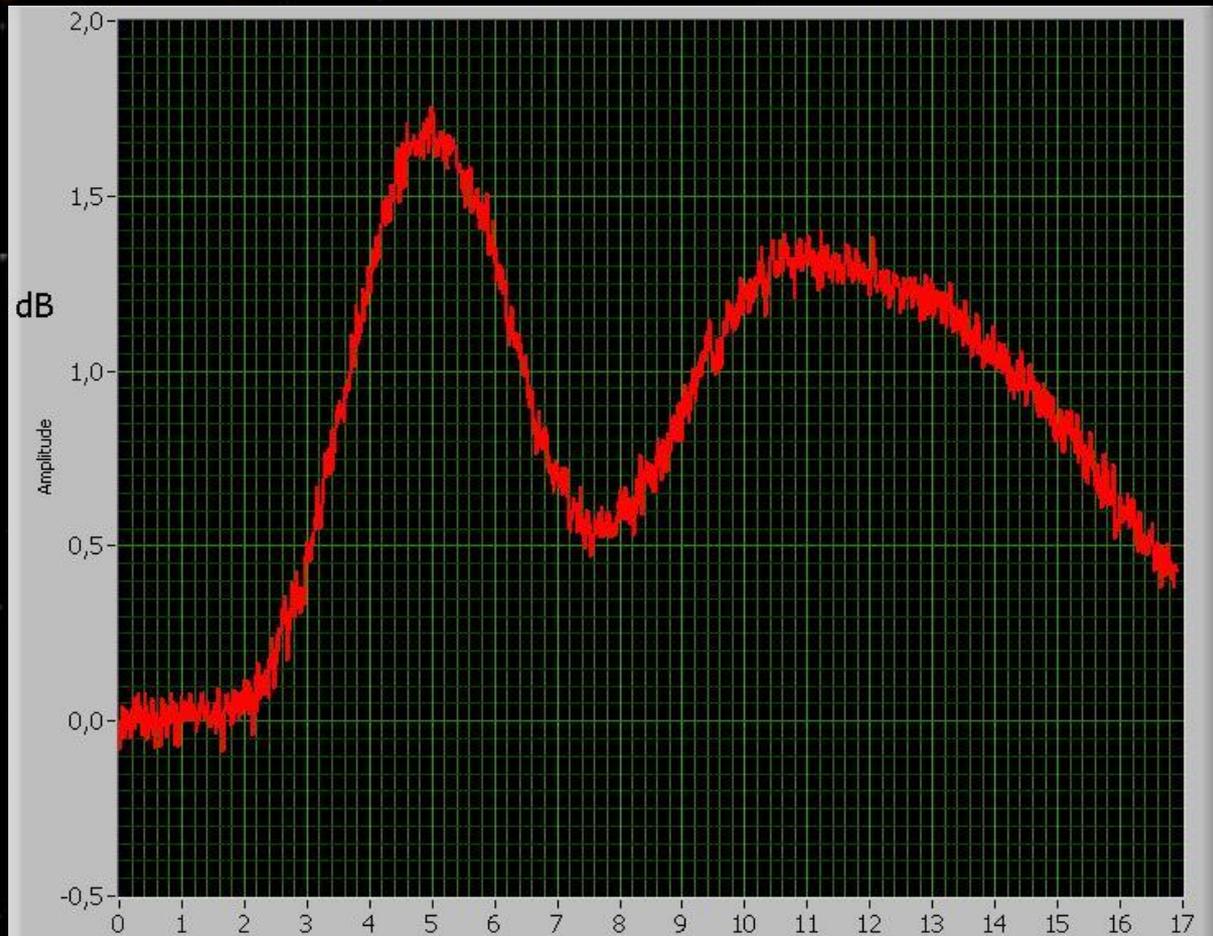


Fig. 18. Cumulation of all drifts of Cygnus A

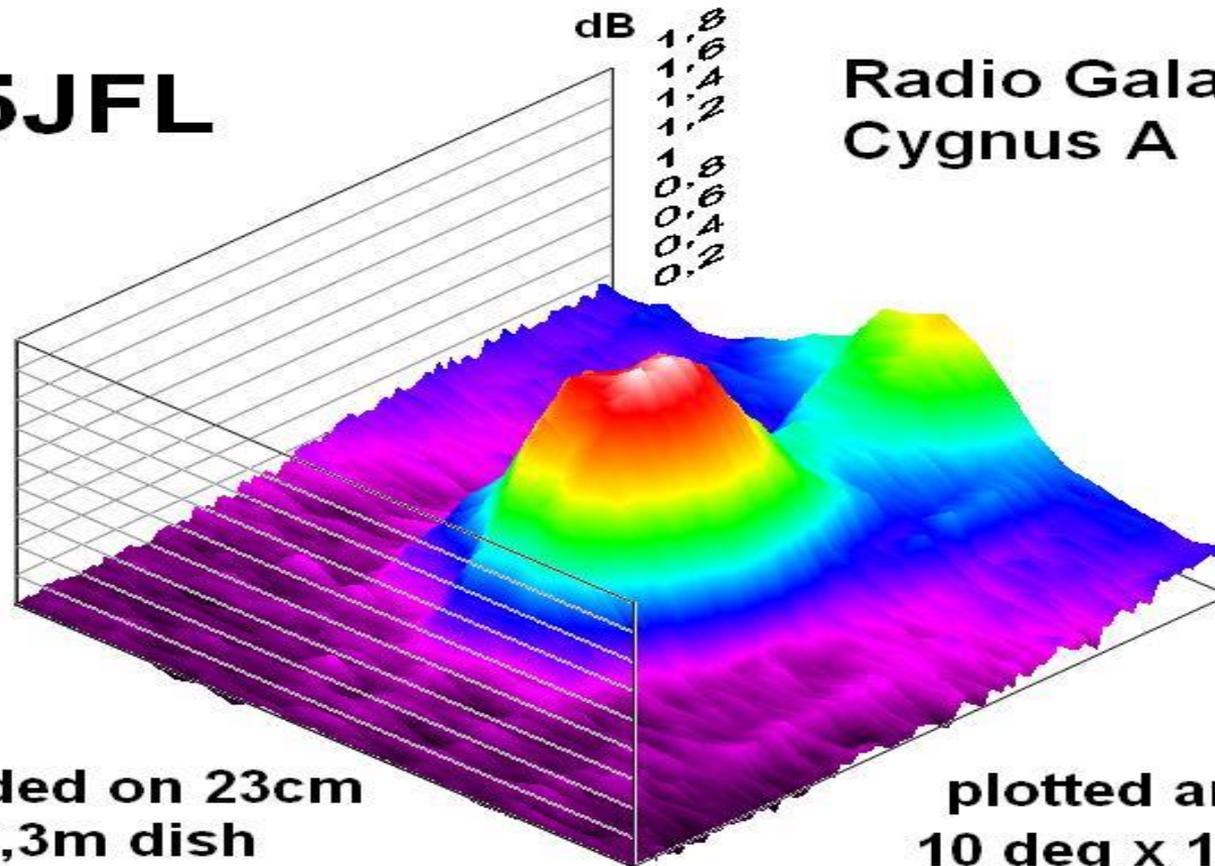


# 3D plot

Bereich 10 x 10 Grad, bestehend aus 21 Einzelkurven

**OE5JFL**

**Radio Galaxy  
Cygnus A**



**recorded on 23cm  
with 7,3m dish**

**plotted area:  
10 deg x 10 deg**

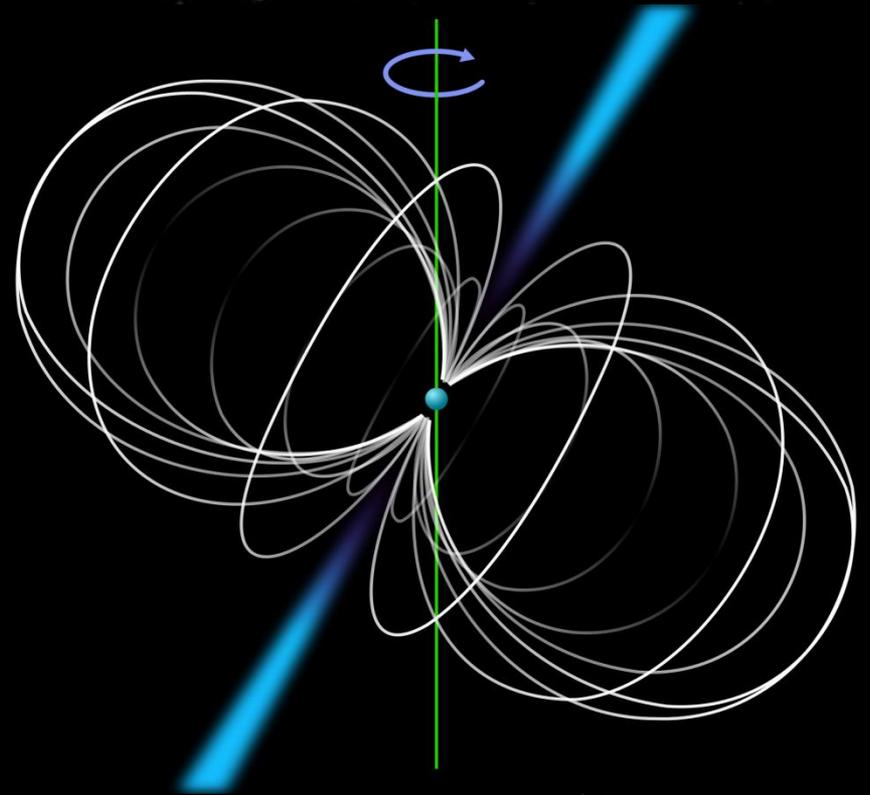
# Messung von Pulsaren

## Pulsar:

Neutronstern mit  
abweichender  
Magnetfeld- und  
Rotationsachse



Synchrotronstrahlung  
im Radiowellenbereich  
in Richtung der  
Magnetfeldachse  
(Leuchtturmeffekt)



# Neutronenstern

## Stern am Ende seiner Lebenszeit:

Bei relativ geringer Masse: weißer Zwerg (unsere Sonne)

Bei extrem großer Masse: schwarzes Loch

Bei „mittlerer“ Masse: Supernova explosion  
(beobachtet 1054 als auch am Tage sichtbarer Stern)

Stern kollabiert → Massenkonzentration

Durchmesser 10km...30km

(alle Berge der Alpen auf 1m<sup>3</sup>)

Erhaltung des Drehimpulses

→ Rotationszeit ca. 1 Sekunde

# Strahlung (Leistungspegel)

$$1 \text{ Jansky} = 10^{-26} \text{ W}/(\text{m}^2 * \text{Hz})$$

Sonne: 500 000 Jy (1,3GHz)

Mond: 500 Jy (1,3GHz)

- Cygnus A: 4700 Jy (430MHz), 1500 Jy (1,3GHz)

**B0329+54 (stärkster Pulsar):**

Mittelwert: 1.5 Jy (70cm), 0.25 Jy (23cm)

Spitzenwert: 150 Jy (70cm), 25 Jy (23cm)

(wie Kerzenlicht auf dem Mond)

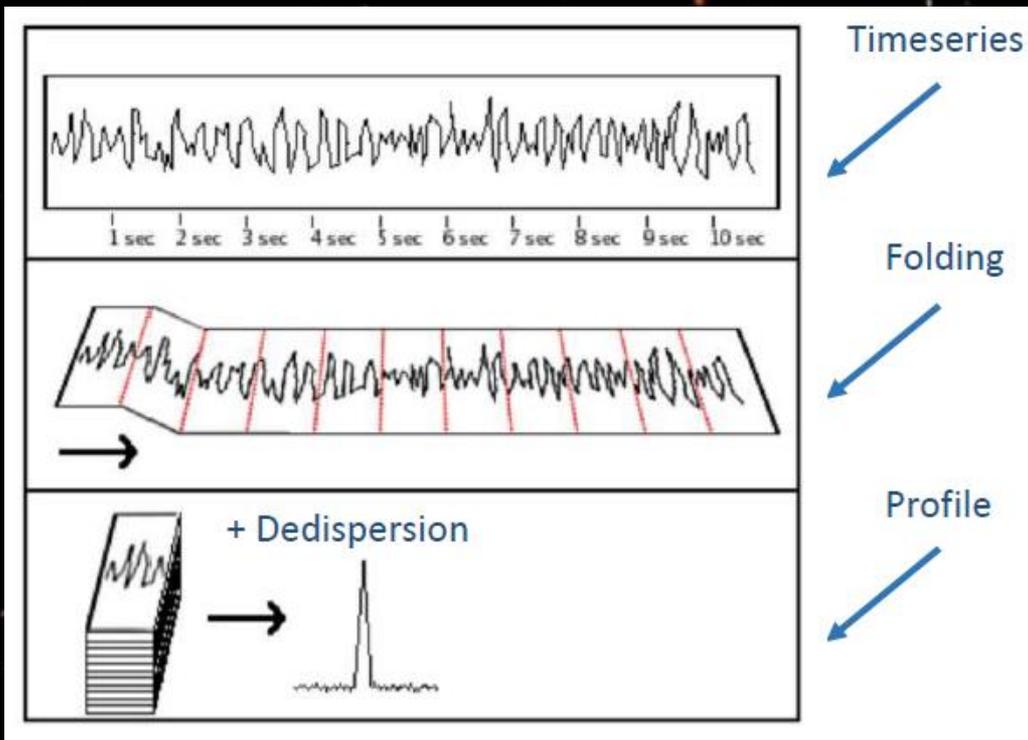
**13 dB schwächer als Mondrauschen auf 1,3 GHz**

Schwächster bisher von mir detektierter: 1 Jy peak → 27 dB unter Mond

# Der erste Pulsar wurde 1967 von Susan Jocelyn Bell Burnell eher zufällig entdeckt und „LGM“ genannt.

Um den stärksten Pulsar direkt in Echtzeit in einem Audiokanal zu hören, bräuchte man eine Antenne mit mindestens 75 m Durchmesser!

Lösung um mit „kleinen“ Antennen zum Erfolg zu kommen: große Bandbreite, Langzeitbeobachtung und „folding“

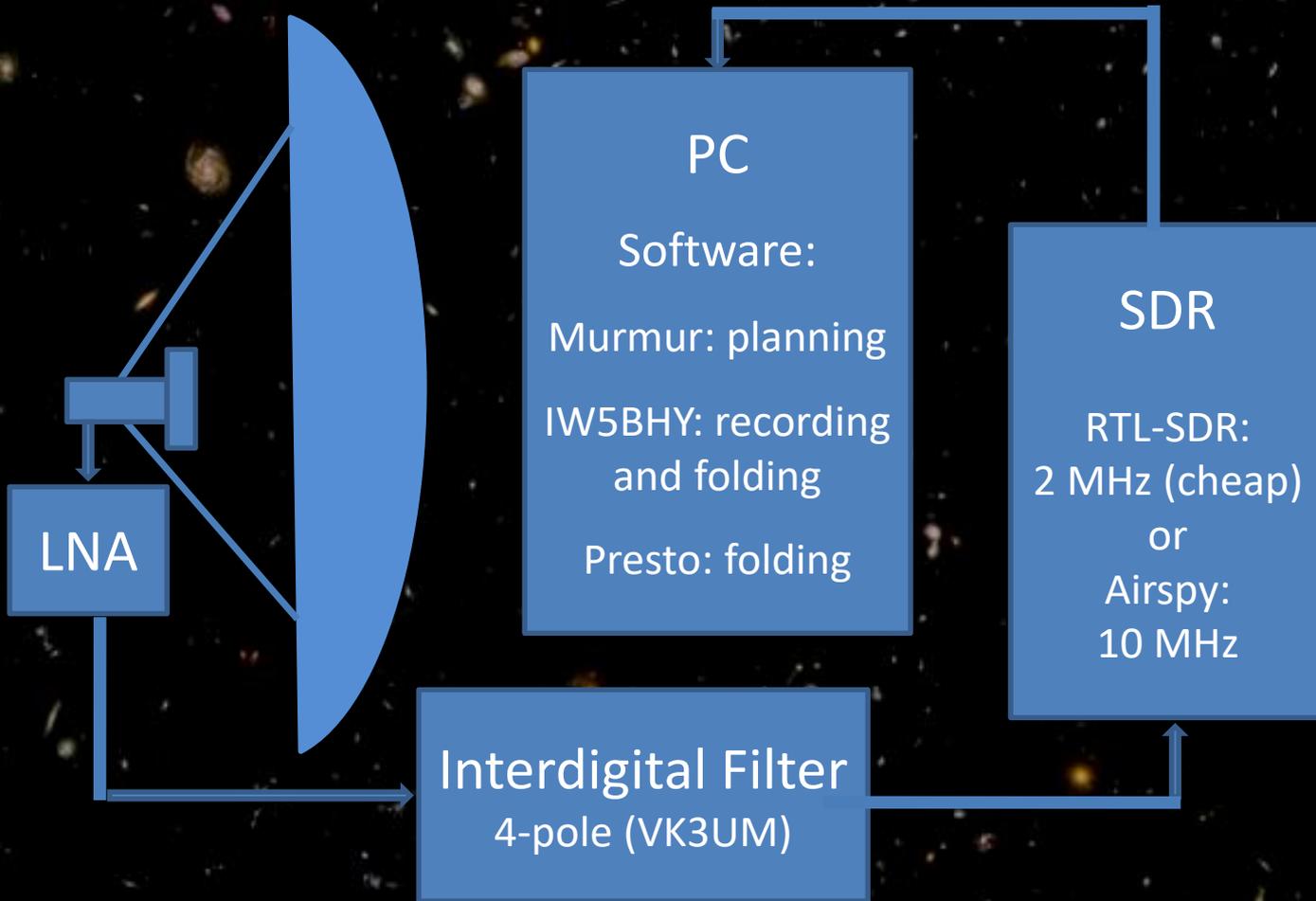


Frequenz des Pulsars wird aus astronomischen Daten vorausberechnet

Hohe Frequenzgenauigkeit der Hardware erforderlich ( $<0.5\text{ppm}$ )

Frequenzabhängige Laufzeitunterschiede werden mit Software ausgeglichen

# Blockschaltbild der Anlage



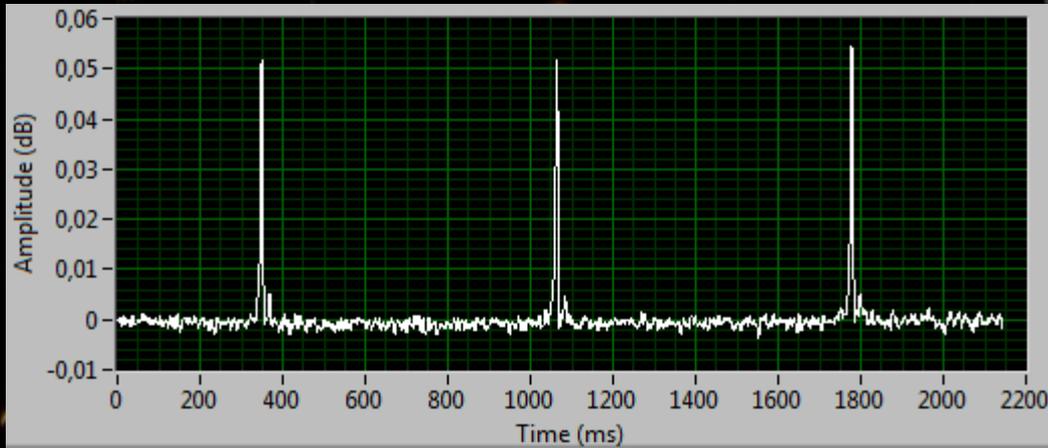
**54 Pulsare detektiert (von ca. 2000 bekannten)**

47 auf 420 MHz, 18 auf 1.3 GHz, 11 auf beiden Bereichen

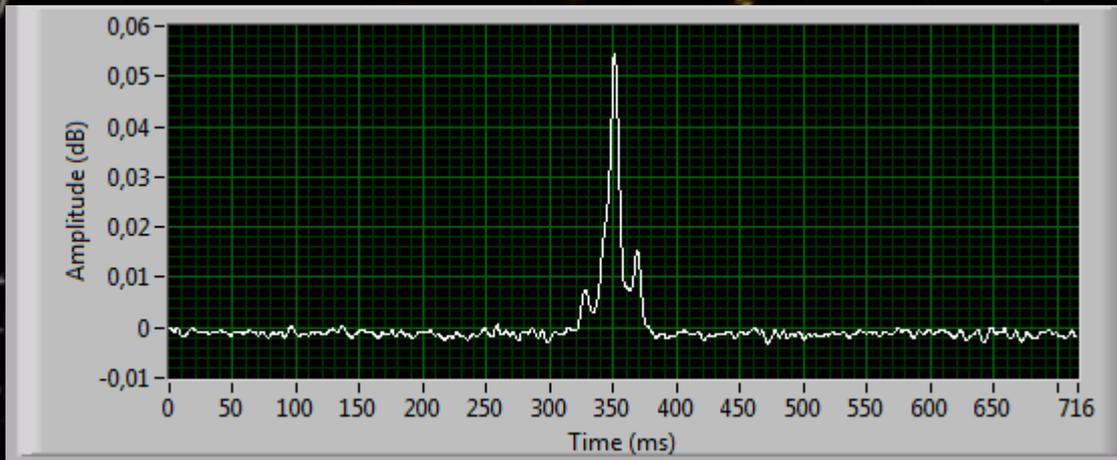
Schwächste Signale: B0626+24 31mJy auf 420MHz, B1845+01 8.6mJy auf 1.3GHz

# Pulsar B0329+54

Frequenz 1,39 Hz  $\rightarrow$  714 ms Periode



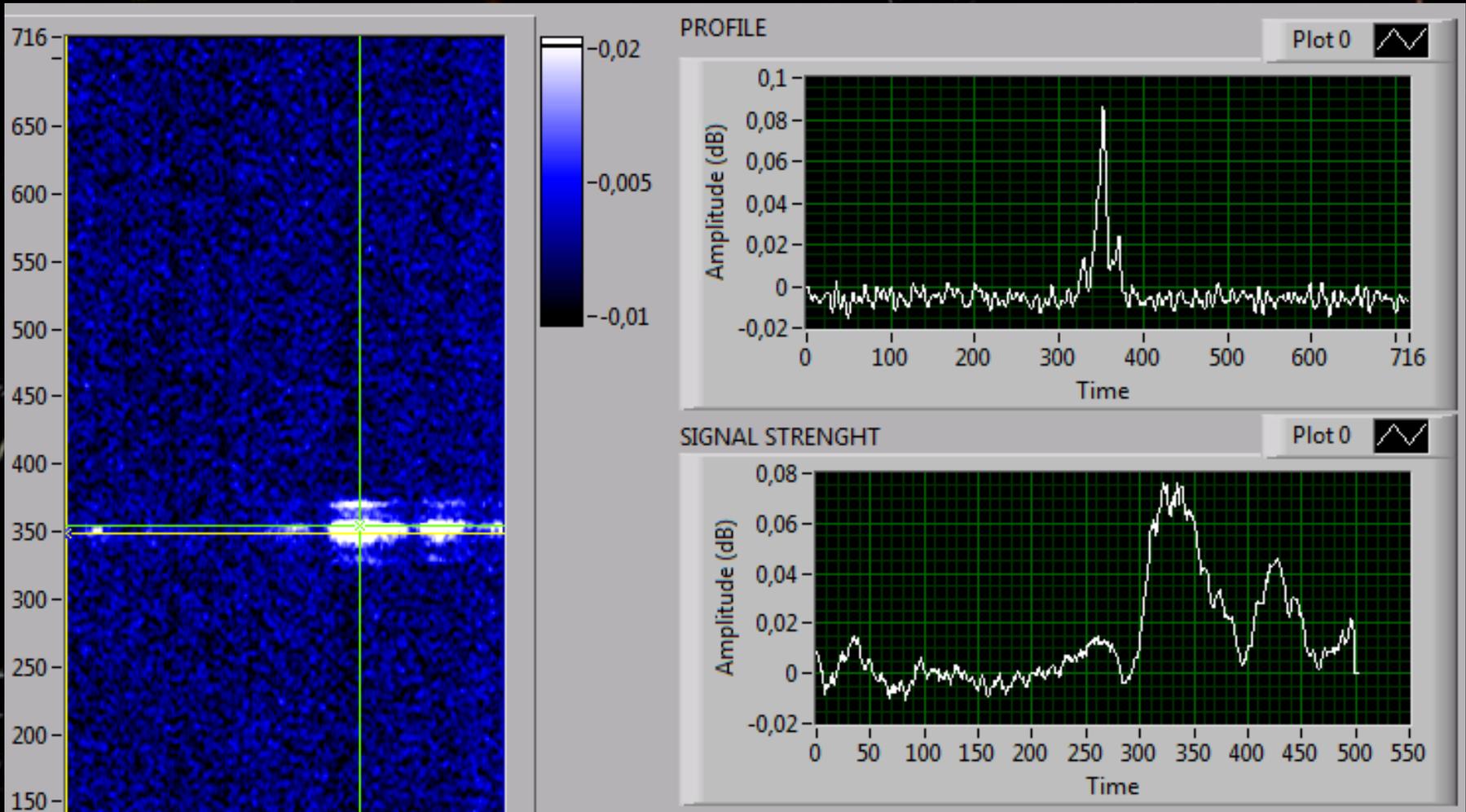
3 Pulse 424 MHz



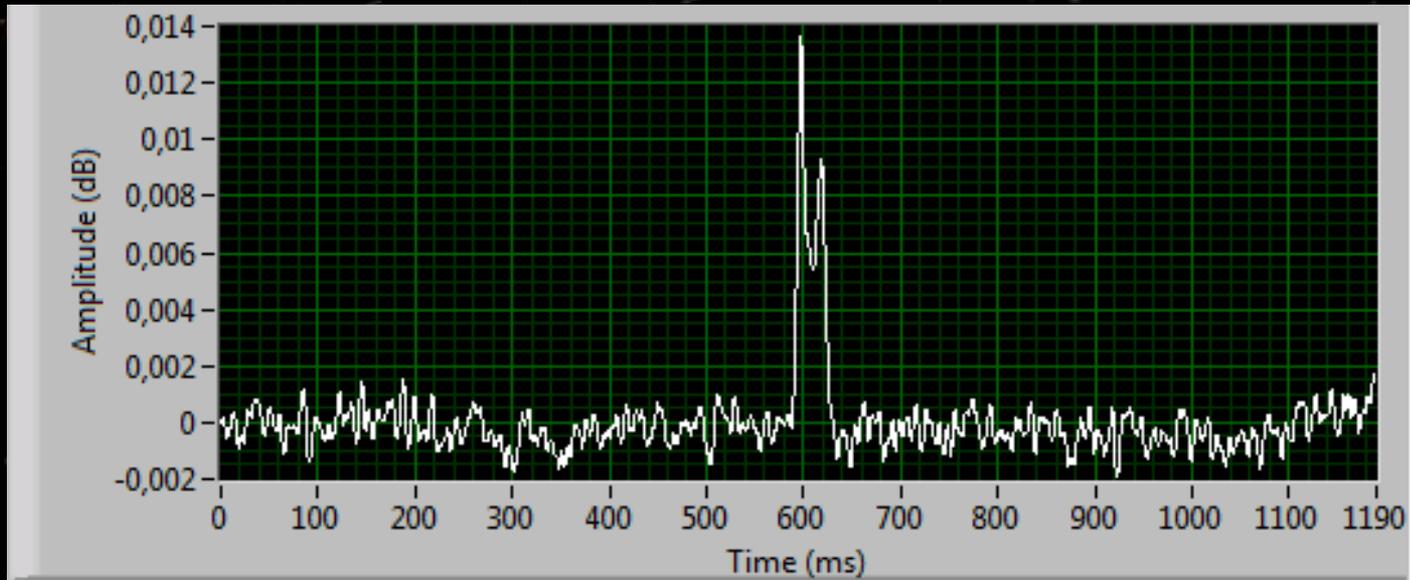
Pre- und Postpuls  
in „normal mode“  
1294 MHz

# Signalschwankungen durch Scintillation auf 1.3 GHz

Beobachtungszeit: 5 Stunden

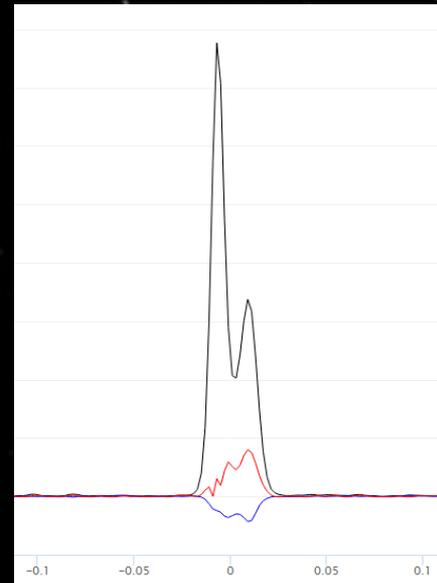


# Pulsar B1133+16 Doppelpuls (424 MHz)



gemessener Puls

Pulsprofil bestätigt:  
(EPN Pulsarkatalog)



# Crab-Pulsar B0531+21

Junger Pulsar, existiert seit einer Supernova Explosion im Jahr 1054  
(war 2 Jahre lang sogar bei Tageslicht sichtbar)

Rotiert 30 mal pro Sekunde

Verliert relativ rasch an Geschwindigkeit:  
1% in 25 Jahren, 1ppm in weniger als einem Tag!

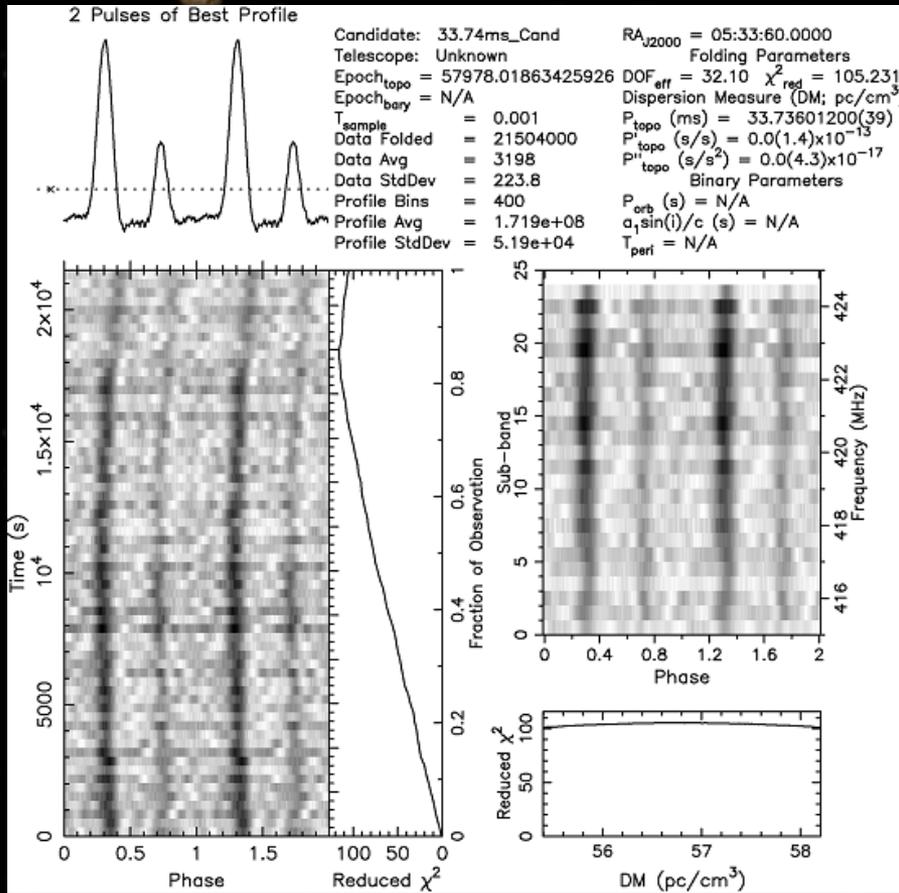
Hohe Dispersion : 6,4 ms pro MHz is mehr als die Pulsbreite, bei 10 MHz  
Messbandbreite beträgt die Dispersion 2 Perioden!

produziert "giant pulses"

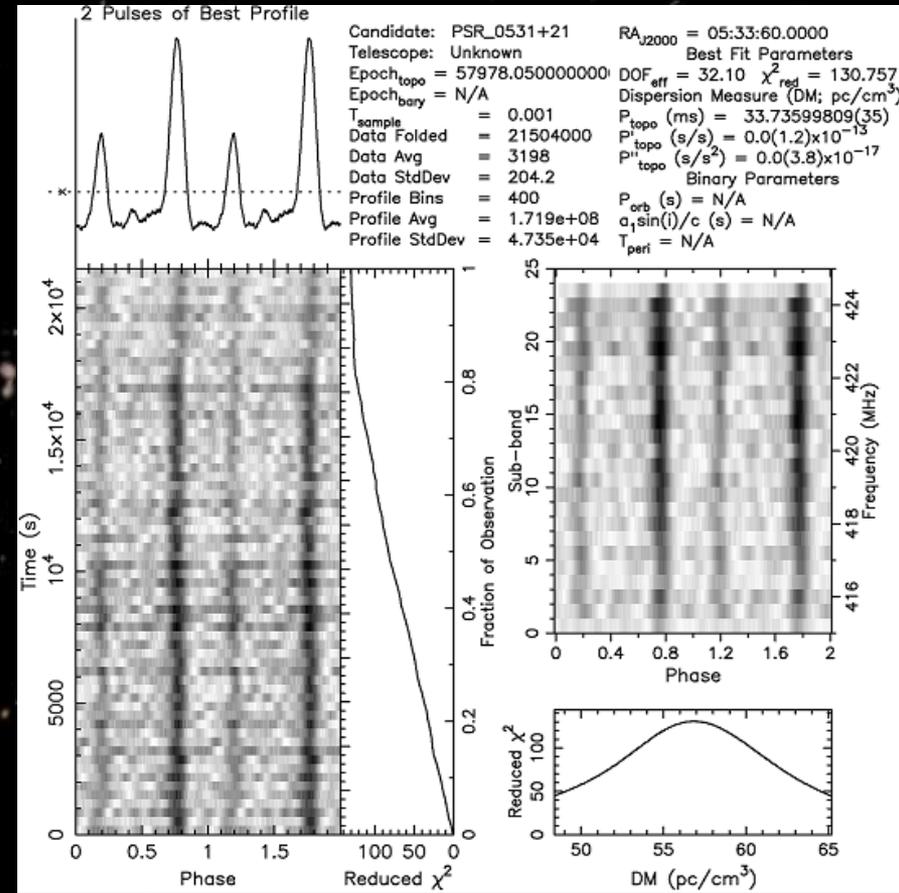
Der Crab Pulsar liegt von der Erde aus gesehen nahe am Pulsar  
B0525+21. In einer 6 Stunden Aufnahme dieses Pulsars wurde  
auch der Crab mit gutem Signal gefunden, inklusive "giant pulses"

# Crab Pulsar: 6 Stunden Beobachtung

## Software: Presto



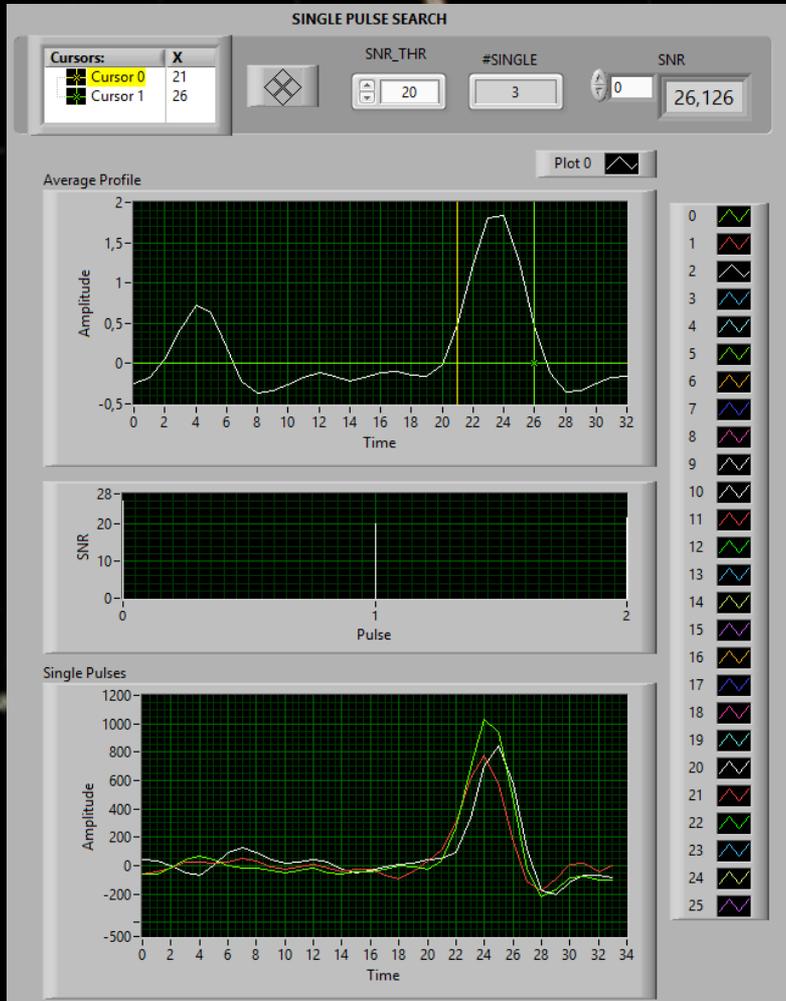
folding ohne „frequency tracking“



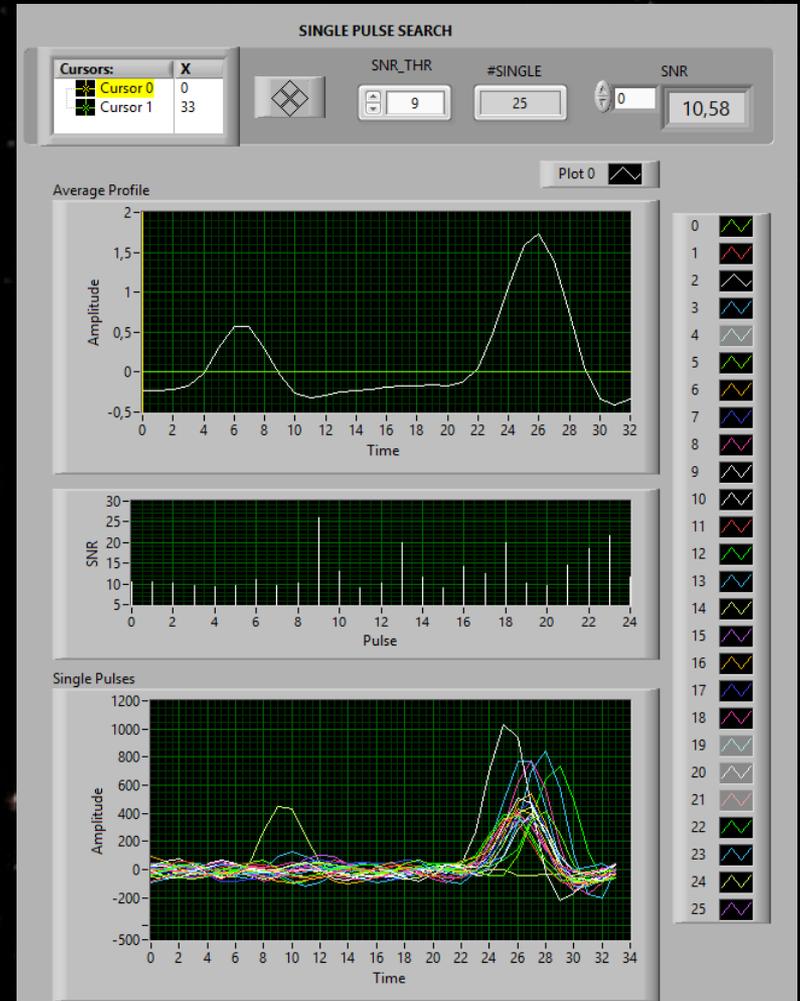
folding mit „frequency tracking“

# Crab Pulsar: Giant Pulses

software: Andrea dell'Immagine



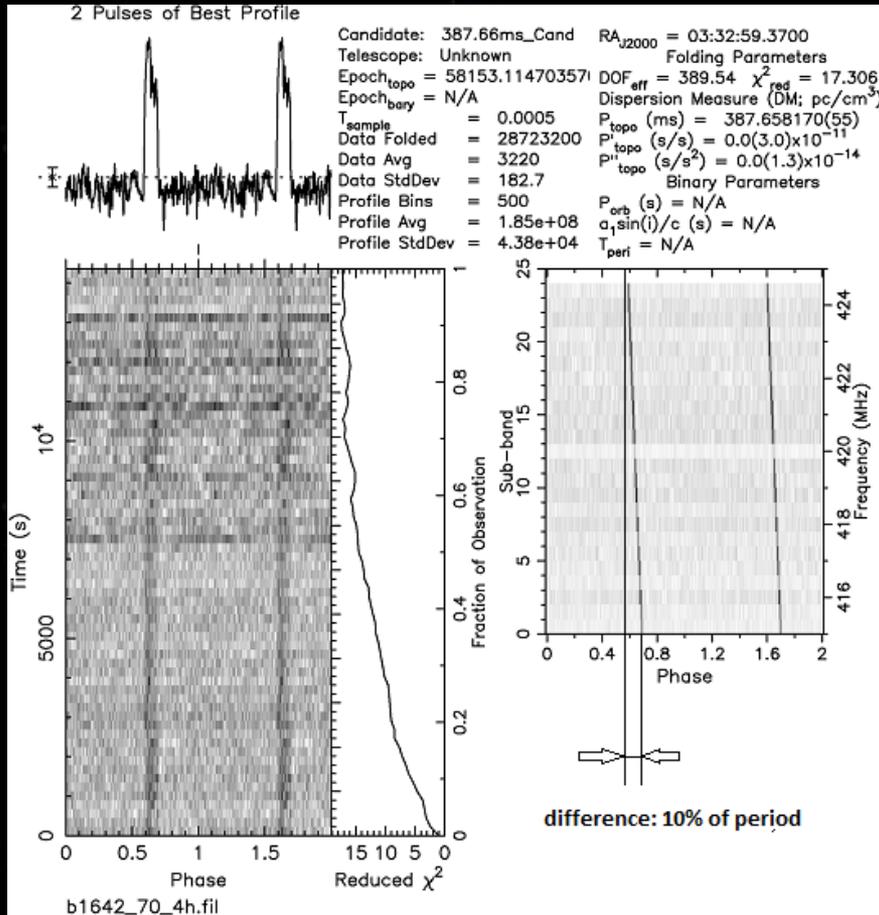
3 best giant pulses (high limit)



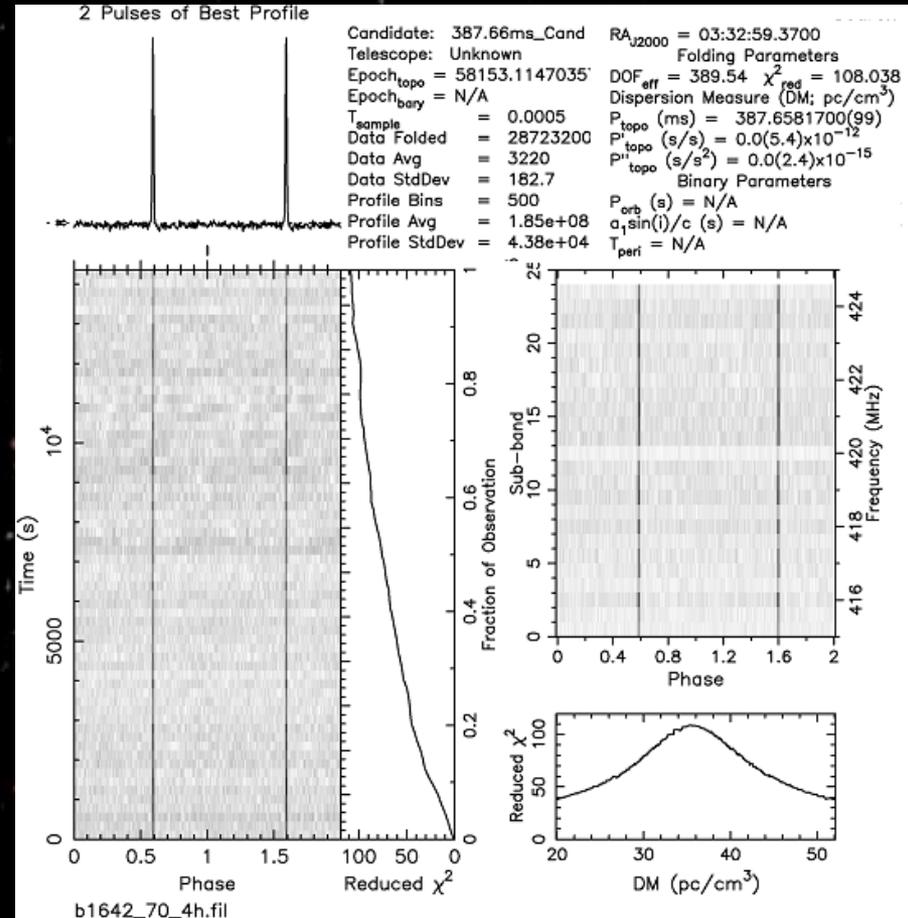
21 best giant pulses, one interpulse

# B1642-03: Periode 388ms, Pulsbreite 4ms

Dispersion DM=35,76 → 4ms/MHz (40ms/10MHz)



folding ohne „de-dispersion“:  
Puls verschmiert, niedriges Signal/Noise



folding mit „de-dispersion“:  
Puls scharf ausgeprägt, hohes S/N

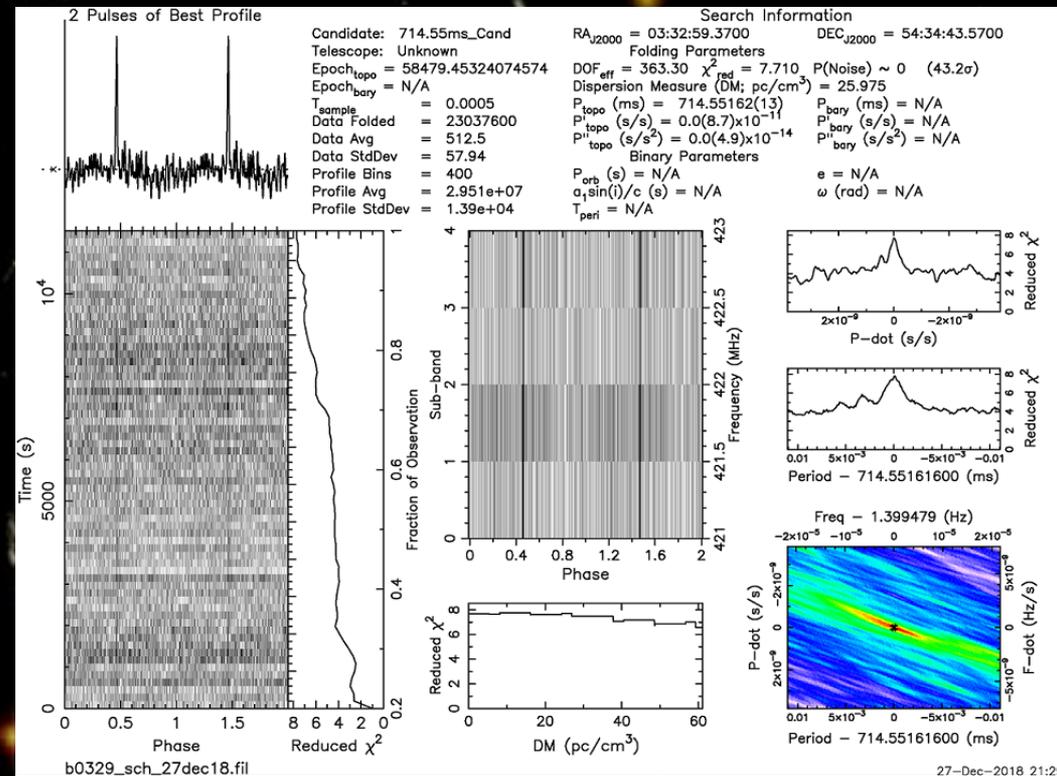
# Versuch mit kleinerer Antenne:

Empfang von B0329+54 mit einer 23 Element Yagi auf 430 MHz



Beobachtungszeit: 4 Stunden

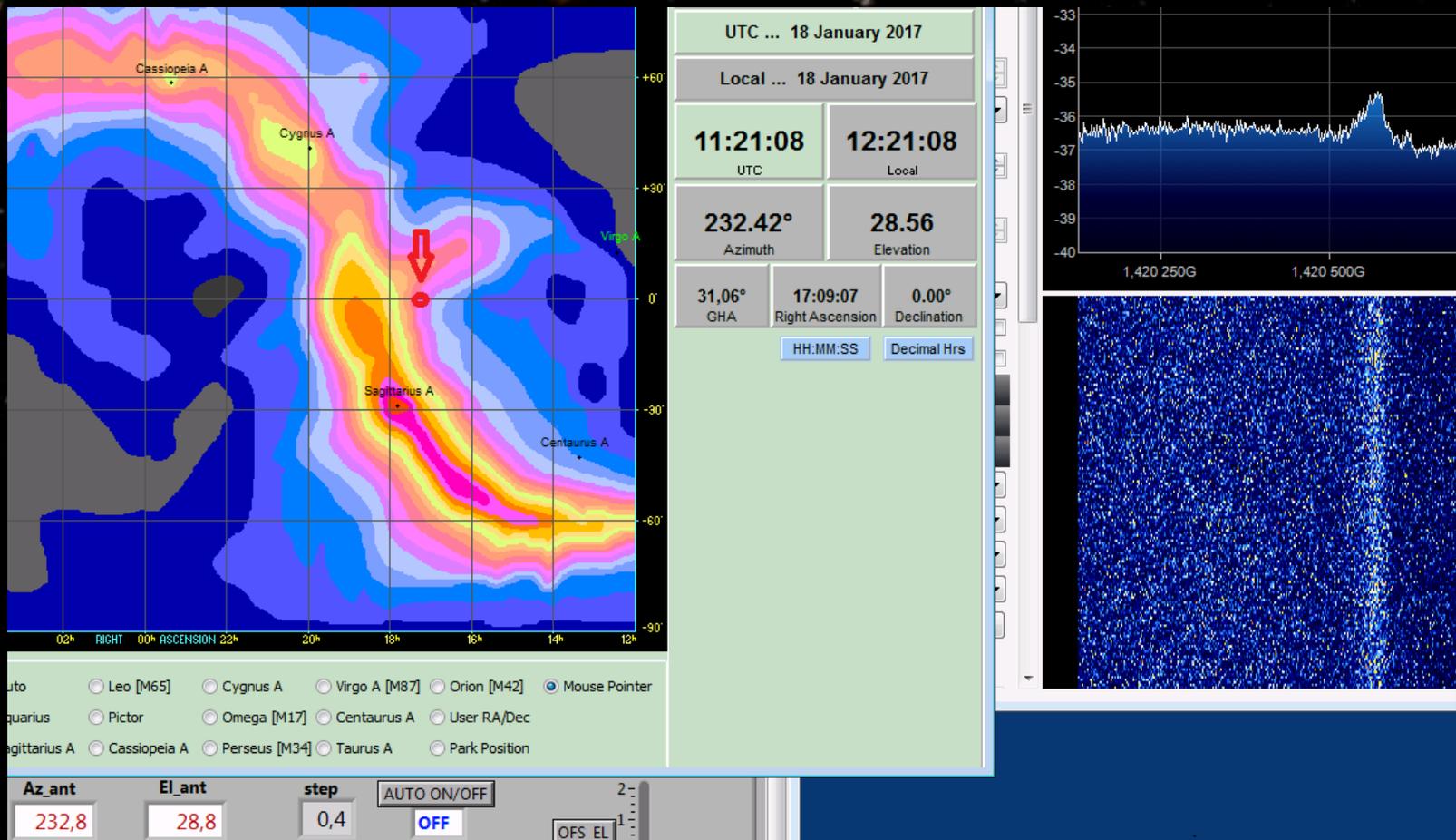
Messbandbreite: 2 MHz



# Messung der Wasserstofflinie auf 1,4 GHz:

Unterschied zu Pulsaren: keine punktförmigen Quellen  
weniger schwierig als Pulsare zu messen

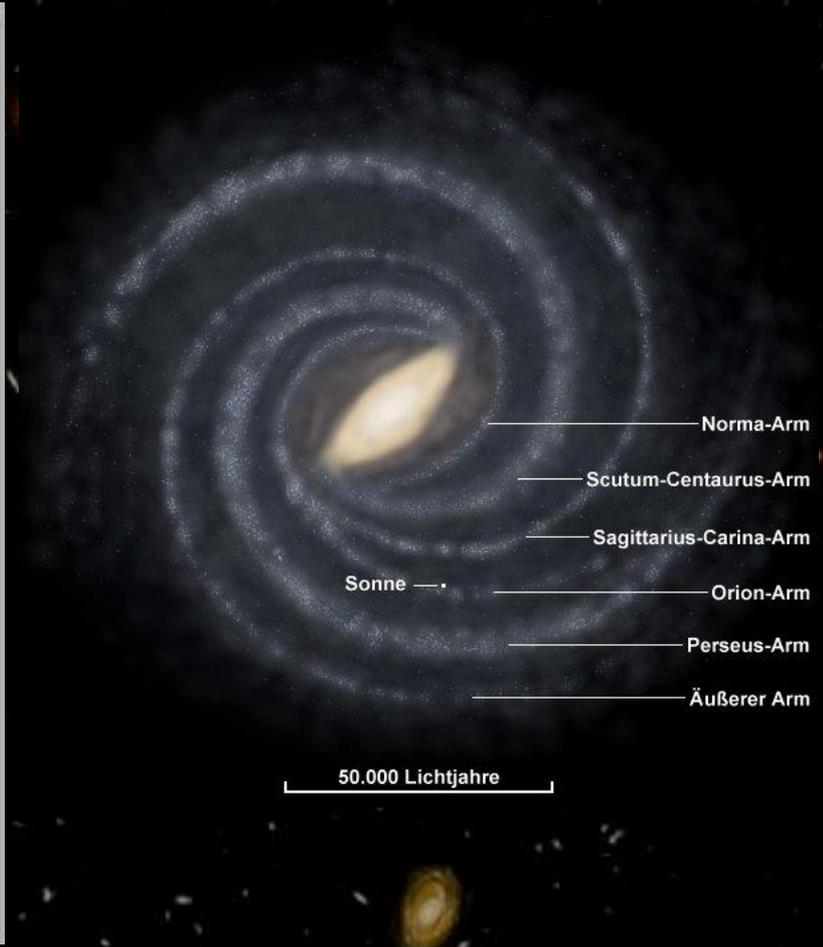
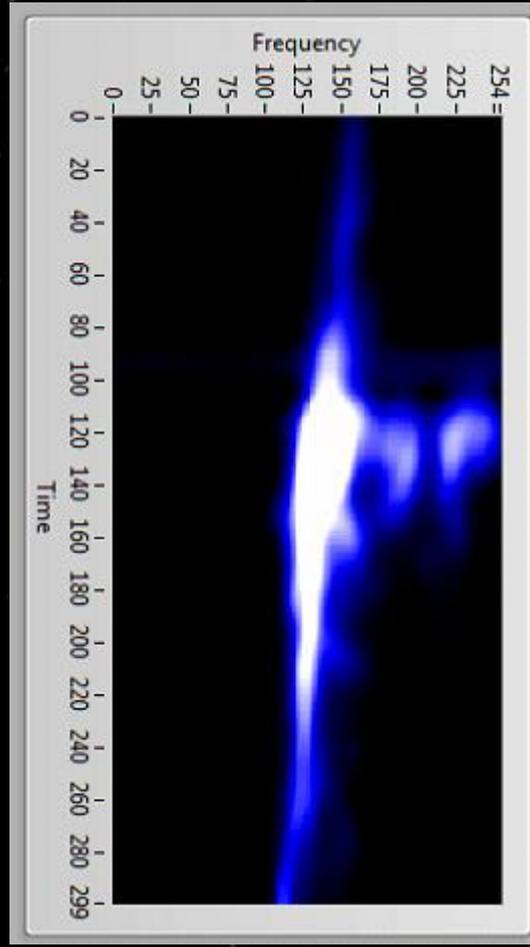
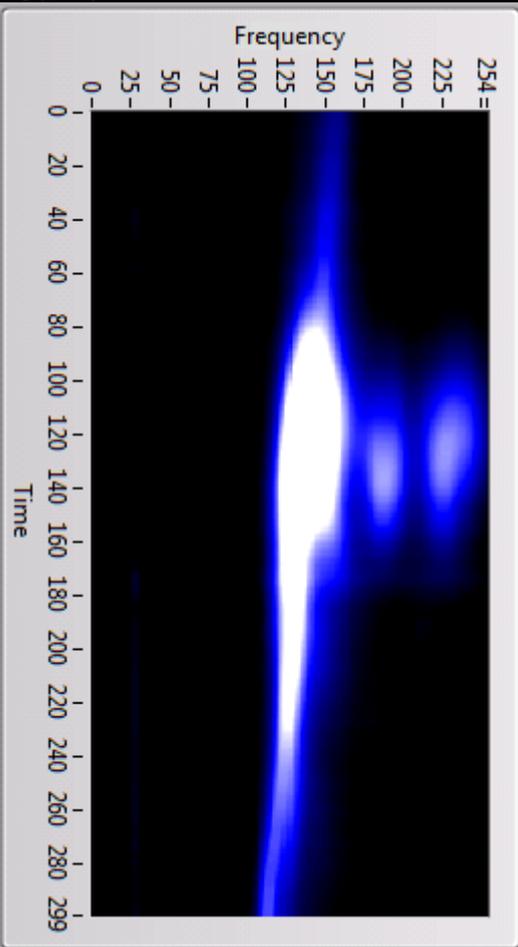
Dopplerverschiebungen → Geschwindigkeitsbestimmung



# HI Linie der Milchstrasse im Bereich Cygnus A 5 Stunden ‚drift scan‘

3m Spiegel

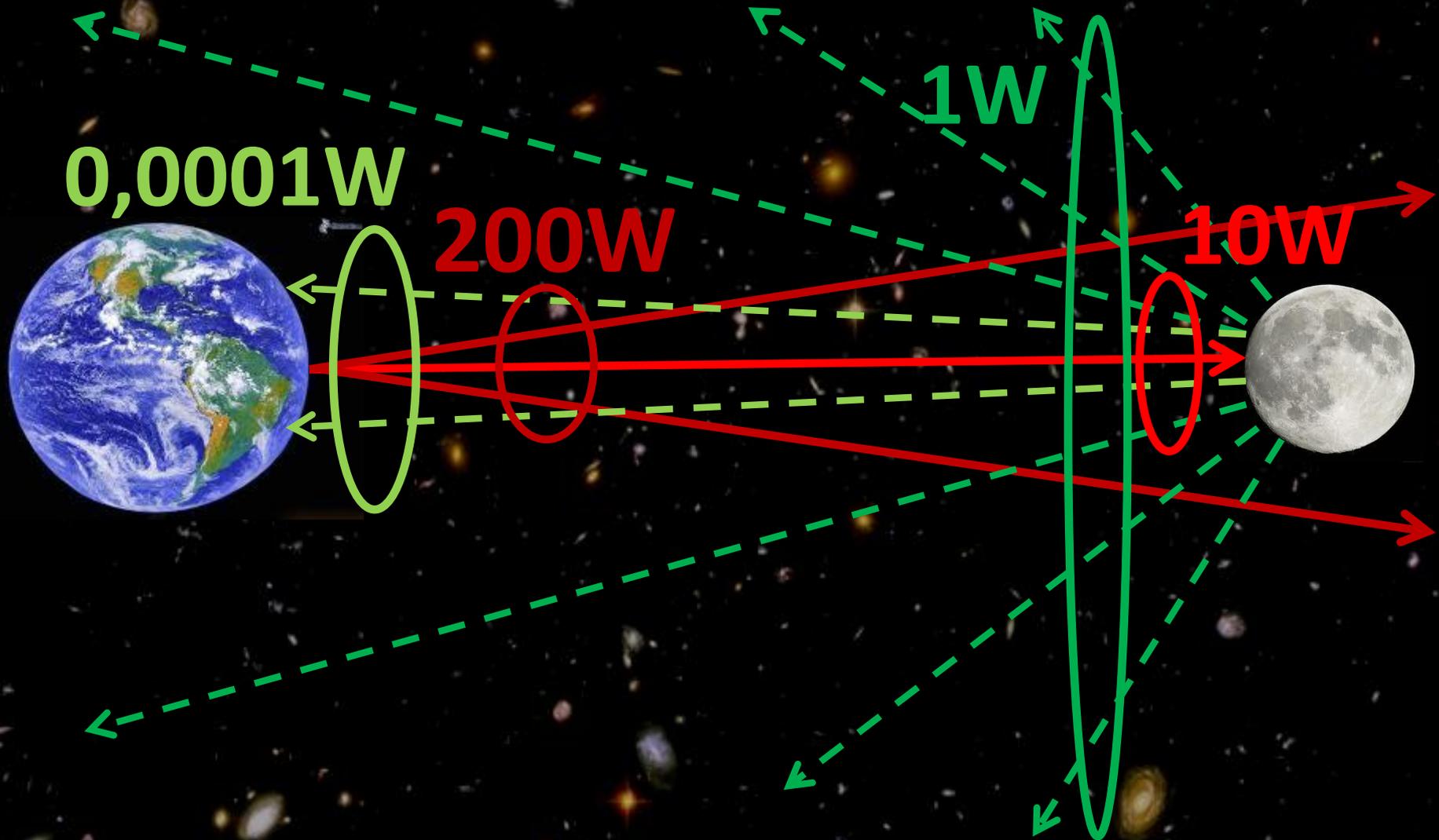
7,3m Spiegel: mehr Details



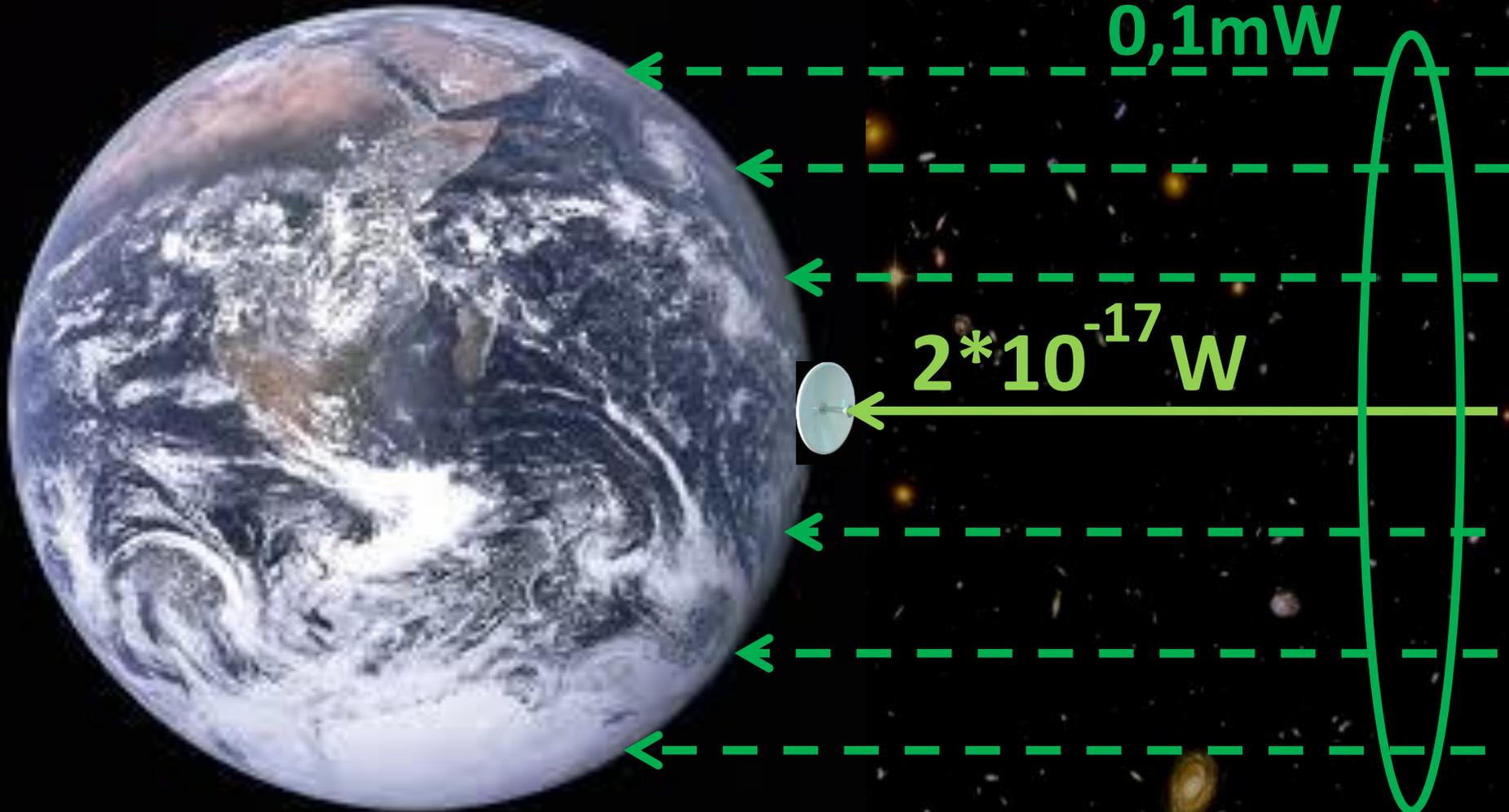
# Experiment Mondecho



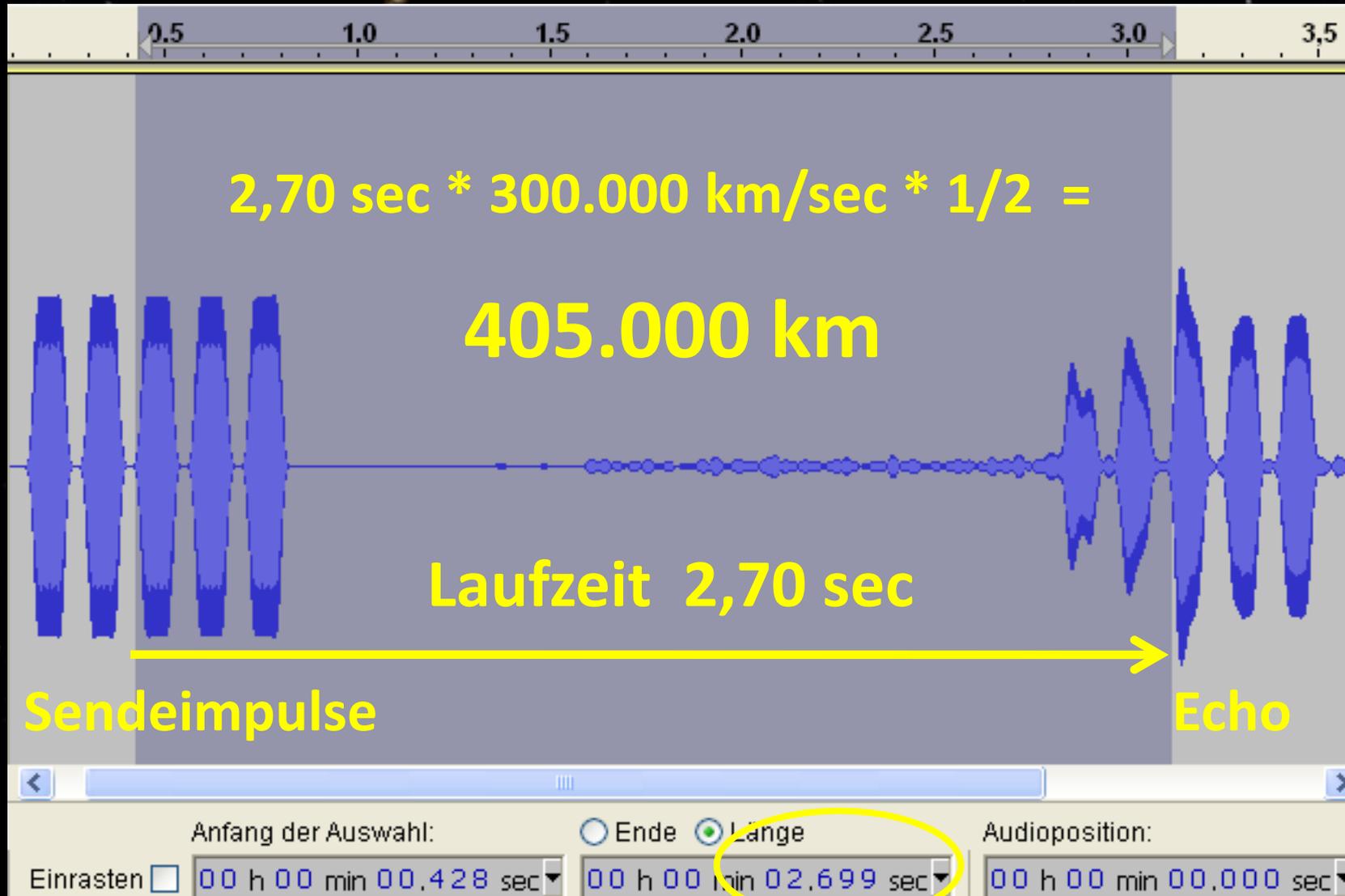
# Leistungsbilanz für Mondecho



Empfangsleistung:  
0,0000000000000000002 W



# Messung der Mondentfernung





**Herzlichen Dank  
für die  
Aufmerksamkeit!**