

The background features a dark blue gradient with a starry sky pattern. On the left side, there are several technical diagrams, including circular gauges with numerical scales (140, 150, 160, 170, 180, 190, 200, 210, 230, 240, 250, 260) and various circular paths with arrows indicating direction. The main title is centered on the right side in a large, white, sans-serif font.

BILLIARD MIT FUNKSIGNALLEN VOM MOND

USKA SEKTION BERN

RADIOAMATEUREN DIENT DER MOND ALS PASSIVER REFLEKTOR (EME = ERDE-MOND-ERDE)



Inhalt

Echo vom Kinzig vs. Echo vom Mond

Das Verhalten von Radiowellen

Etwas Himmelsgeometrie – und was heisst das?

Voraussetzungen, dass es auch klappt..

Etwas Technik für EME

Tonbeispiele von Mond-Echos

«Ä Gruess zum Abschied»

CD 0104-2

* 45 Jahre *

Kapelle «ECHO vom KINZIG»

Bürglen UR

* * *

*

Trio

Kapelle
GISLER-SCHULER
Bürglen UR

IMHOLZ-GISLER
Spiringen-Bürglen UR

Kapelle
GEBRÜDER IMHOLZ
Bürglen UR

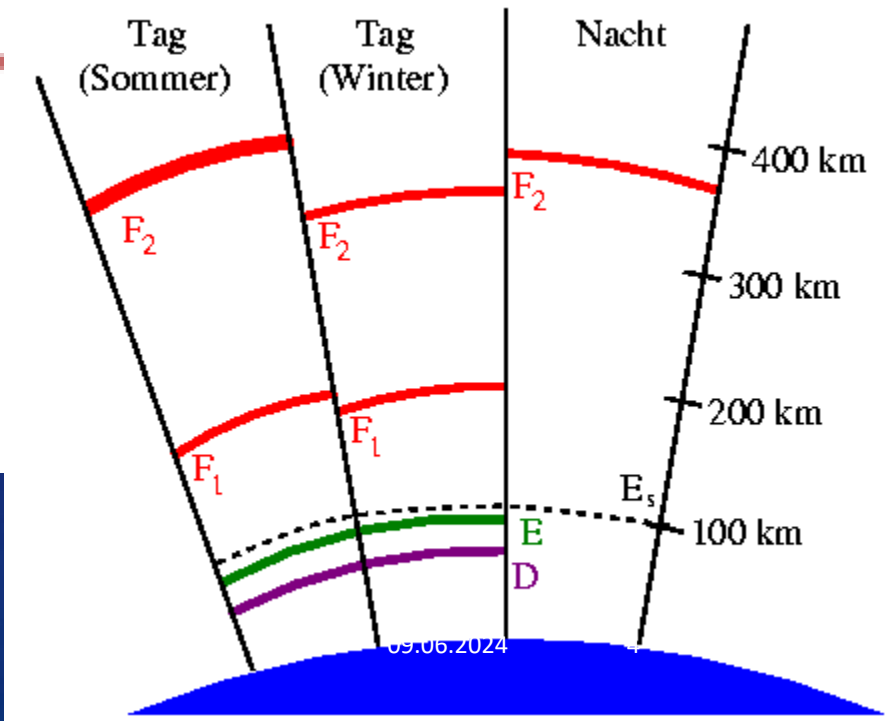
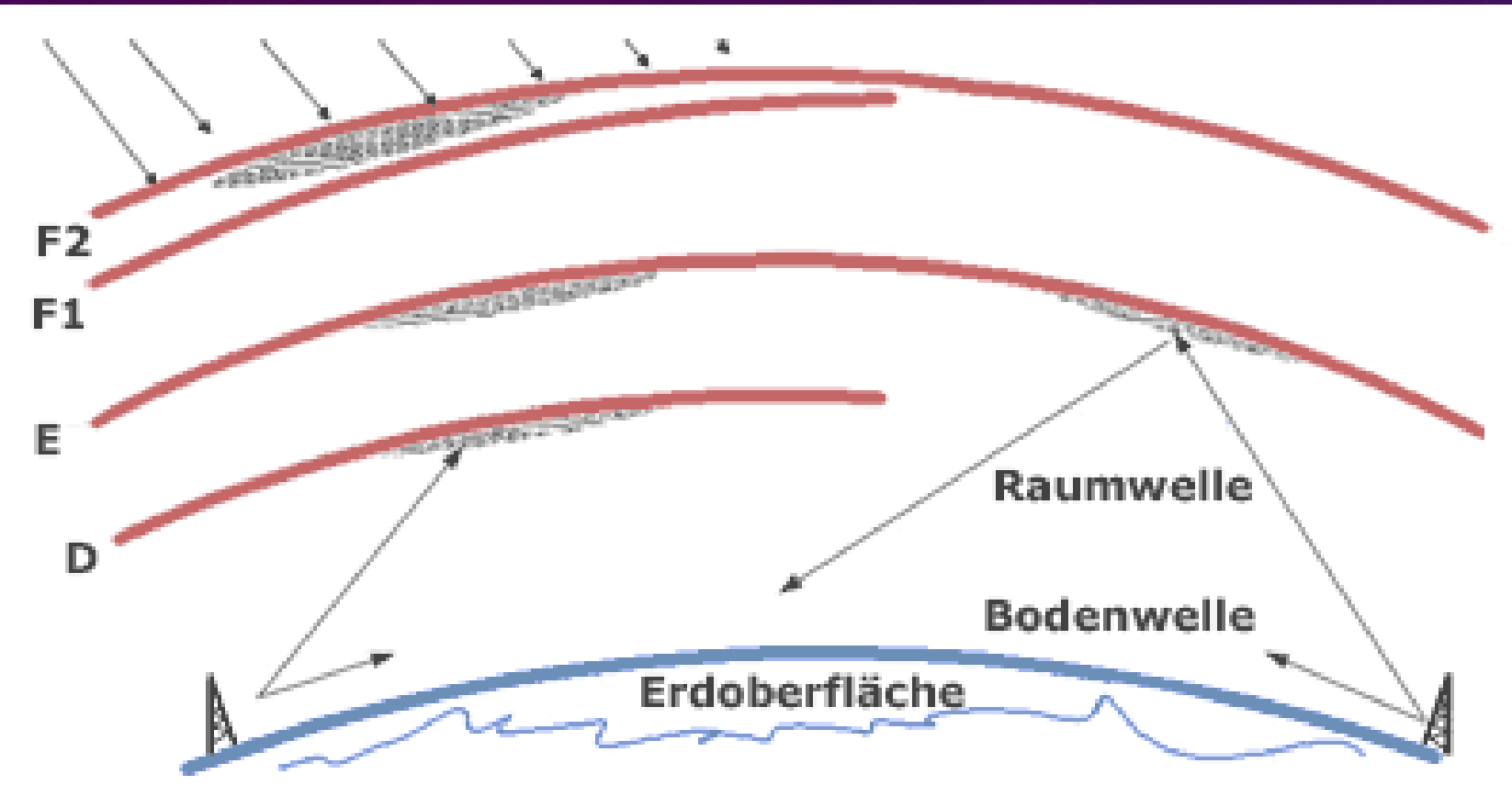


Zeit bis das Echo vom Kinzig
zurückkommt (bei Distanz
von **2 KM**) ca. **6 Sekunden**

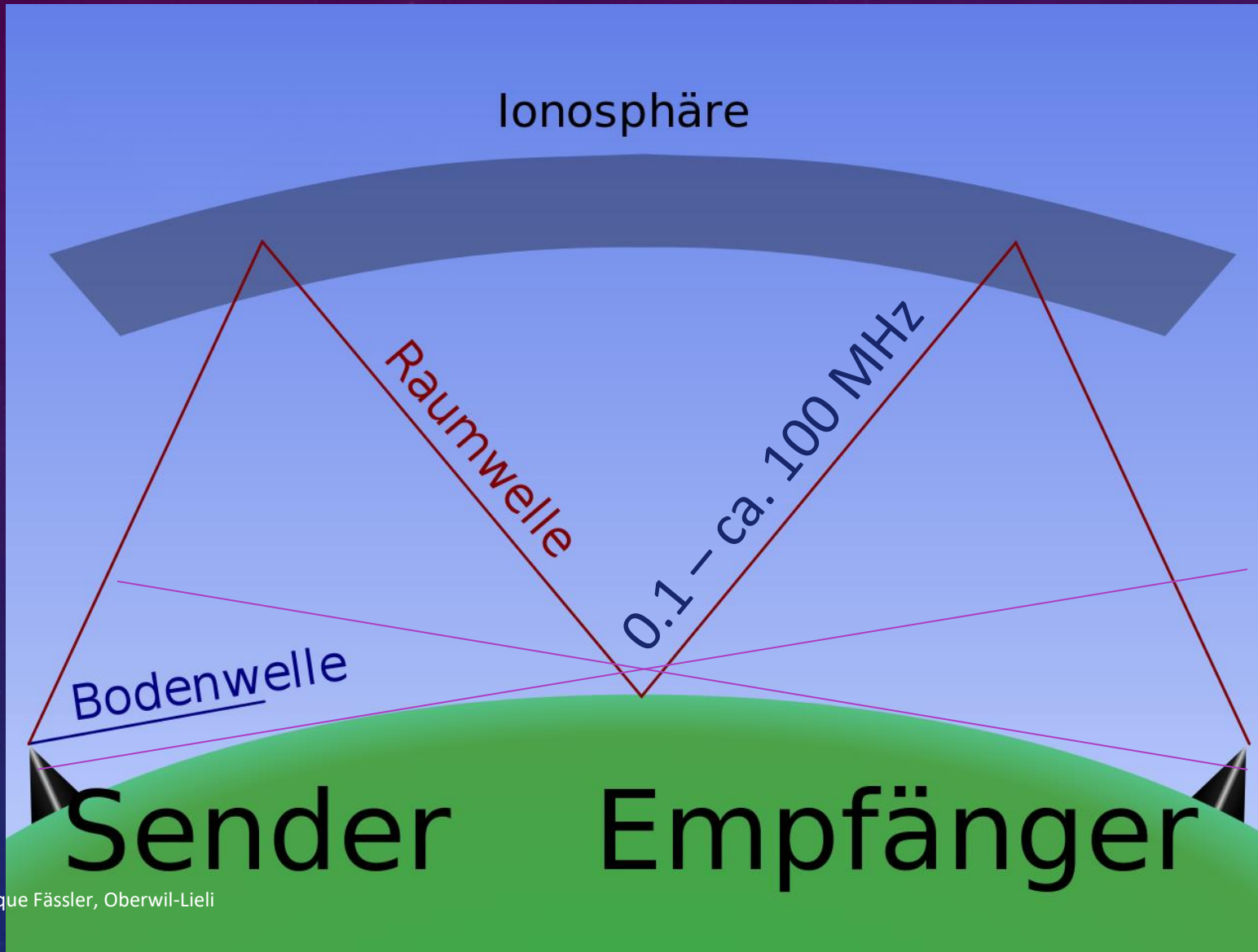
Zeit bis das Echo vom Mond zurückkommt (bei Distanz von ca.
400'000 KM) ca. **2.7 Sekunden**



Das Verhalten von Radiowellen



Das Verhalten von Radiowellen

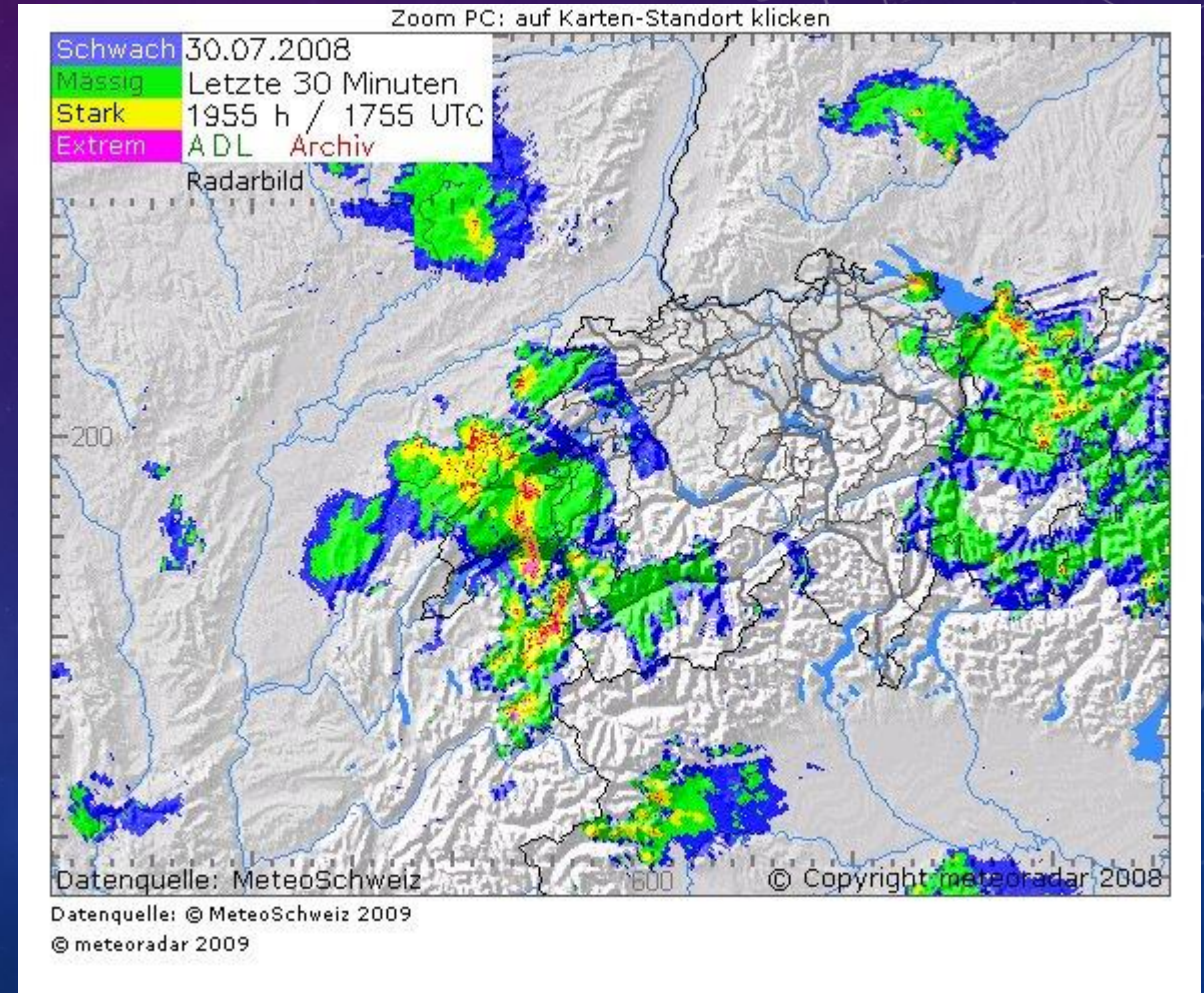
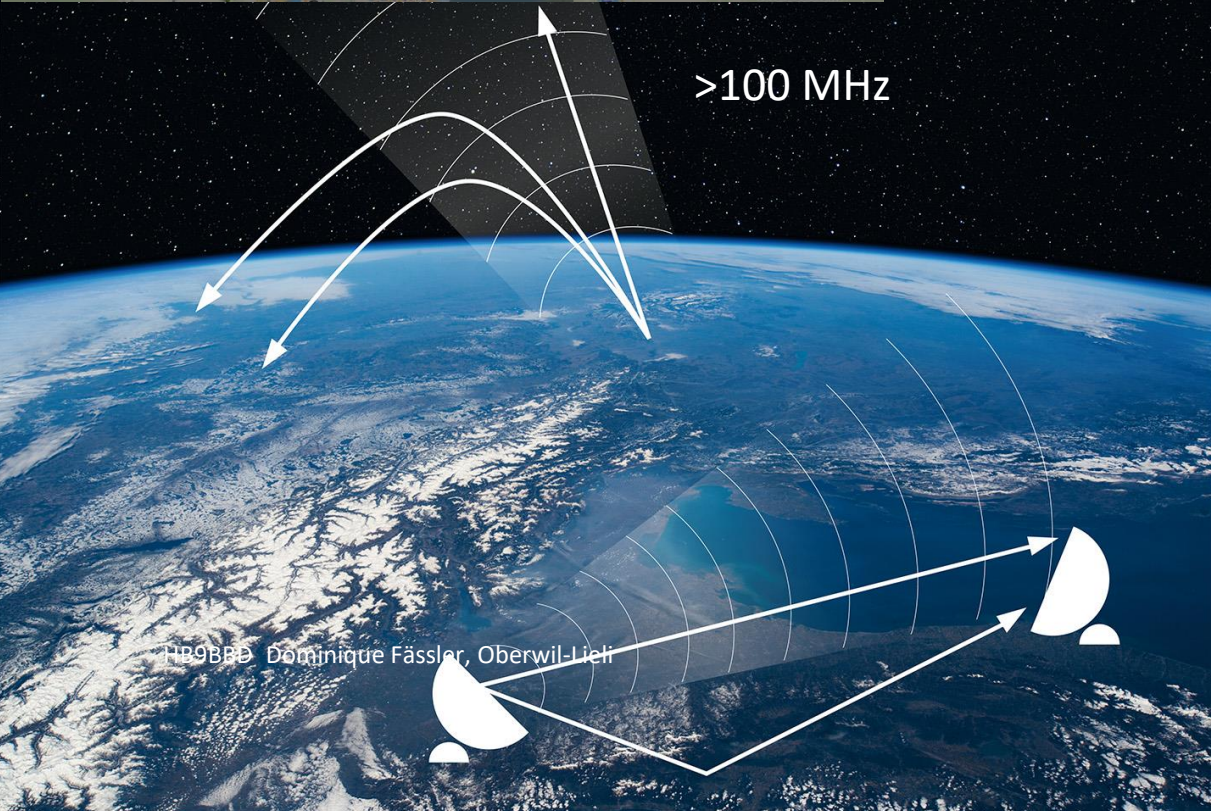


Das Verhalten von (Radio-)Mikrowellen



Radar = Mikrowellen

z.B Reflexion an Wassertropfen in Regenwolke



Das Verhalten von (Radio-)Mikrowellen

Satellit mit aktivem Sender/Empfänger und auf die Erde gerichteter Hochleistungsantenne

Satelliten-Bodenstation Leuk



Das Verhalten von (Radio-)Mikrowellen

Jeweils beide Stationen müssen gleichzeitig den Mond über dem Horizont haben
(nicht unbedingt sehen, es geht auch bei Bewölkung, Schneefall oder Nebel)



PY2BS, Brasilien



HB9BBD Dominique Fässler, Oberwil-Lieli

HB9BBD, Merenschwand



09.06.2024

ETWAS HIMMELSGEOMETRIE – UND WAS HEISST DAS?

Distanz Erde–Mond im Mittel ca. 400'000 Km

Geschwindigkeit des Mikrowellensignals ca. 300'000 Km/s

Zeit bis das Echo vom Mond zur Erde zurückkehrt ca. 2.7 Sekunden

Streckendämpfung auf dem Weg zum Mond und zurück auf 10 GHz 289 dB

d.h.: vom gesendeten Signal kommt zur Erde als Echo nur ein winziger Teil zurück: Nämlich:

Sendeleistung

10'000'000'000'000'000'000'000'000'000 (28 Stellen vor Komma)

Streckendämpfung bei 1296 MHz 278 dB





Warum ist diese Dämpfung so gewaltig?

1. Die **Distanz**. Das Signal nimmt mit zunehmender Distanz im Quadrat ab
2. Der Mond ist kein Spiegel sondern eine **amorphe**, absorbierende und nicht leitende Kugel. Er reflektiert in alle Richtungen und das dazu sehr sehr schlecht..
3. Von der Erde aus gesehen, ist der Mond ca **0.5 Winkel-Grad**. Ein ansehlicher Teil des abgestrahlten Signals trifft den Mond nicht, sondern passiert diesen rundherum (auch bei 40dB Ant Gewinn)

Was muss gewährleistet sein, damit es auch klappt?

1. Eine möglichst **stark fokussierende Antenne**, d.h. eher gross
2. Einen sehr **rauscharmen**, dem Stand der Technik entsprechenden Empfänger und ausreichende **Sendeleistung**

EME – DAS PERFEKTE LABOR, UND WAS HEISST DAS?



Streckendämpfung bei 1296 MHz 278 dB

Im Labor kann diese Dämpfung des Signals nicht experimentell verifiziert werden

Messgeräte sind zwar ziemlich HF dicht, jedoch ist bei ca. 200 dB Schluss

1. Problem bei EME ist die gewaltige Dämpfung des Signals hin und zurück

.. UND DAS ECHO KOMMT NICHT AUF DER GESENDETEN FREQUENZ ZURÜCK



Der Mond nähert sich der Erde (elyptische Umlaufbahn) bei Mondaufgang und entfernt sich bei Monduntergang.

Durch die relative Geschwindigkeit zur Erde von bis zu 2'500 km/h «staut» bzw. «dehnt» sich die Frequenz des reflektierten Signals.

2. Problem bei EME ist die der Doppler Effekt, der ständiges Nachführen der RX-Frequenz erfordert

.. UND DAS ECHO KOMMT NICHT AUF DER GESENDETEN FREQUENZ ZURÜCK DER DOPPLER EFFEKT



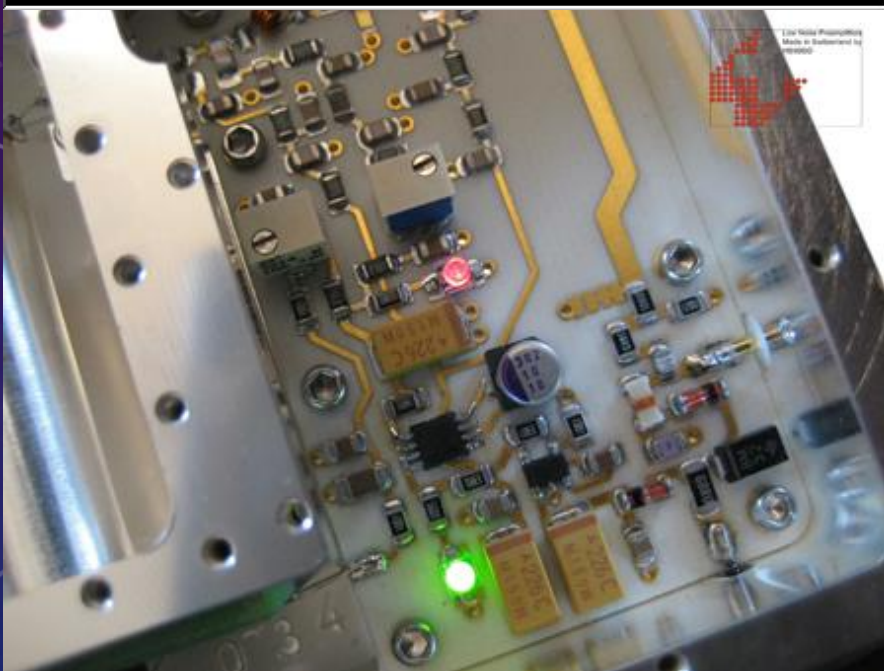
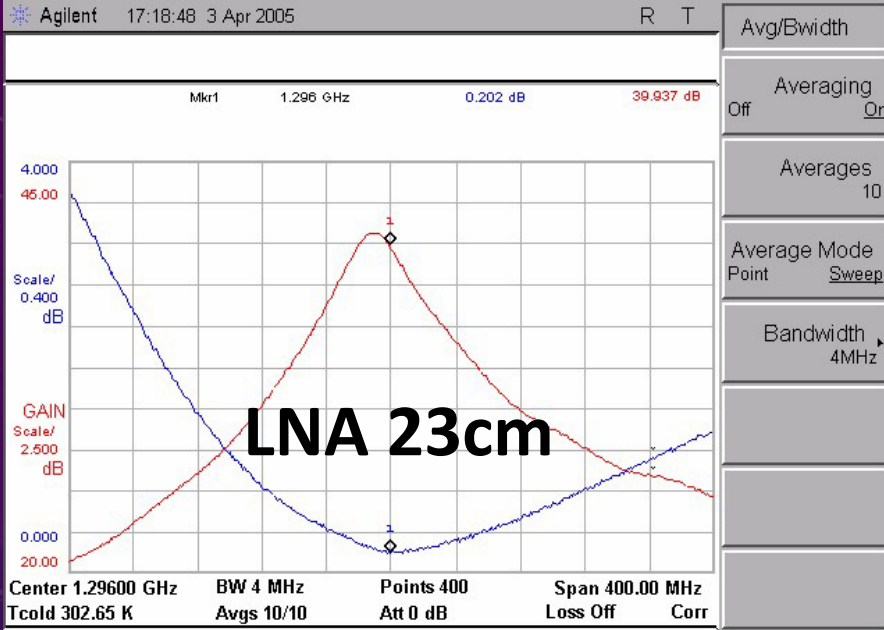
Monduntergang

Mondaufgang

Je nach Frequenzband ändert sich der Doppler proportional
Frequenzshift bei 1296 MHz max. ca 2.5 KHz

Bei 10 GHz max. ca. 25 KHz

Split Betrieb ist Voraussetzung, RIT genügt meist nicht



WESHALB EME?

TX 23 cm



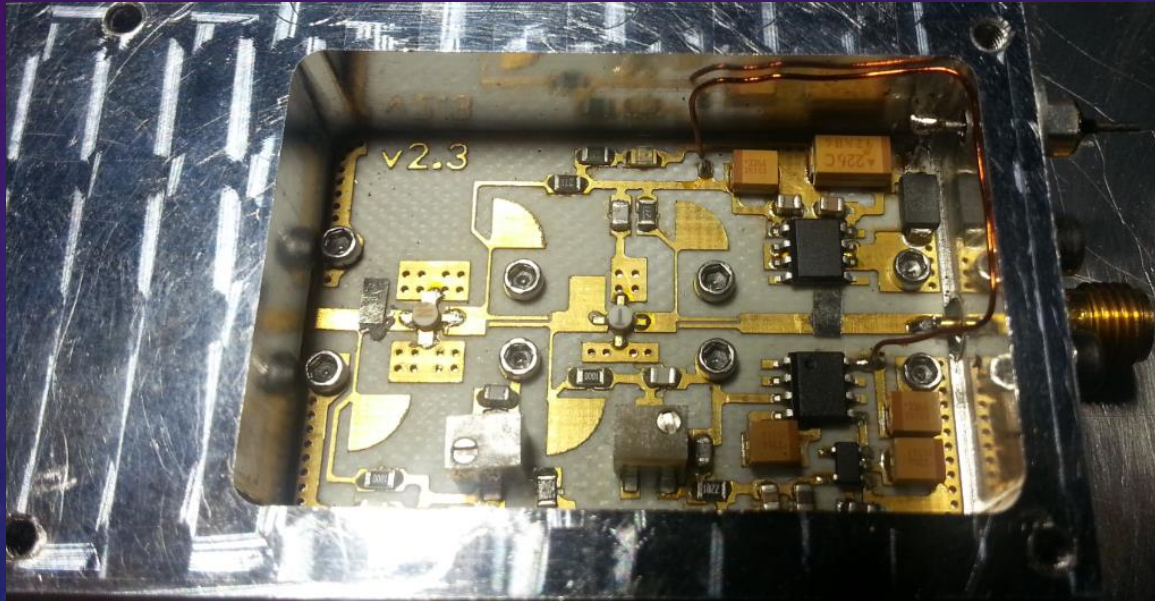
Es ist eine stark experimentelle Aktivität
Telefonieren wäre billiger..

Man muss vieles selber bauen, es gibt vieles nicht
im Handel

Man kann damit kein Geld verdienen

Einzig die Herausforderung, es zu schaffen und
das eigene Echo zu hören, lohnt den
beträchtlichen technischen Aufwand

RAUSCHARME EMPFANGSVERSTÄRKER 10 GHz



Rauschmass 0.75 dB, Verstärkung 27 dB

TX AUF 1296 MHZ (THOMSON TH347 1KW OUT)



Ehemals TV-Repeater der PTT 800 MHz
Umgebaut für 1296 MHz
Ausgangsleistung CW/SSB 1KW

EME, Tropo, RS – Why a Polarizer?

Polarisation TROPO: HORIZONTAL

3. Problem bei EME ist die die Polarisation der Antenne



EME in NA: **HORIZONTAL** Polarization

Difference of geographical longitude equals the difference of the pol angle in degrees

EME in Europe: **VERTIKAL** Polarization

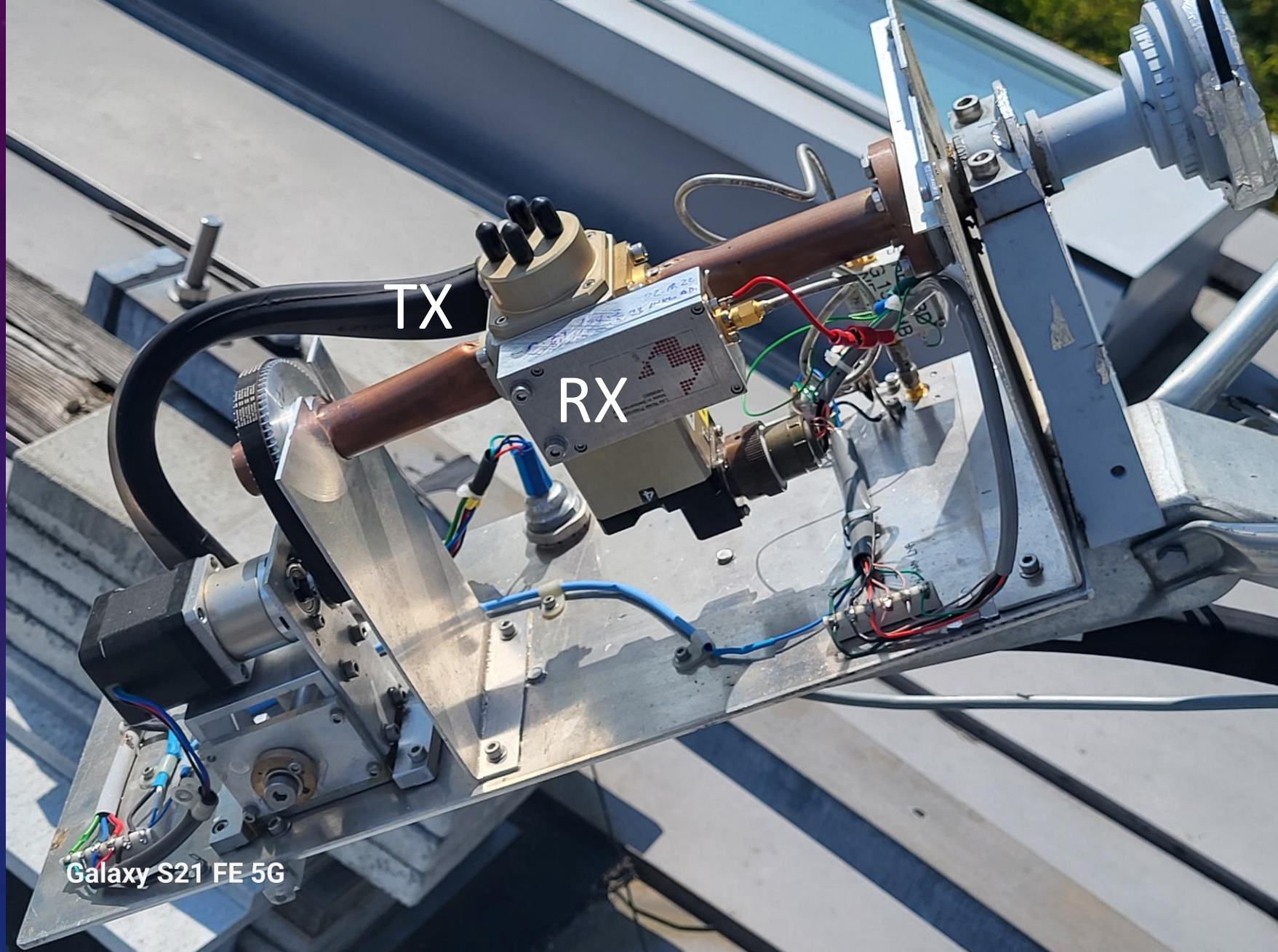
POLARIZER 10 GHz



horizontal



vertikal



POLARIZER 10 GHz



RX

TX

in
3cm

ETWAS TECHNIK FÜR EME

10'368 MHz
Solid State PA 100W

Phasengleicher Teiler
und Leistungs-Combiner





Ben, Göteborg



Wie SM6CKU mich hört..

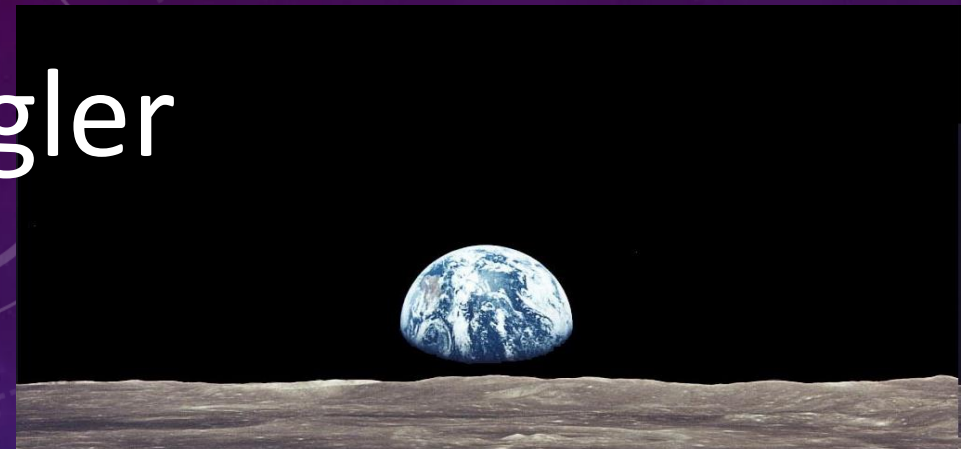
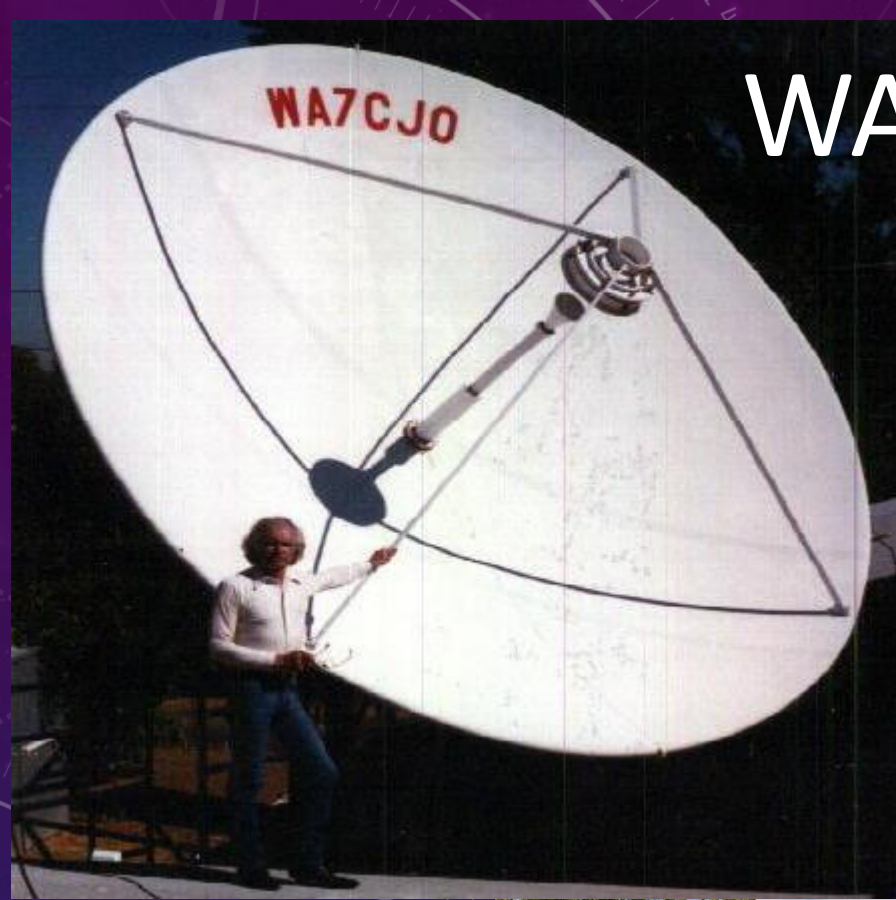
Frequenz 10'368 MHz in Telegraphie



HB9BBD, Oberwil-Lieli

WA7CJO, Jim Vogler

CAVE CREEK, AZ



HB9BBD, Oberwil-Lieli

FRAGEN, BEMERKUNGEN?

