

# Funkmessungen nach ETSI Standards mit 645 MHz Echtzeitbandbreite

Dr.-Ing. Stephan Braun

GAUSS INSTRUMENTS

## Outline

- Motivation
- Anforderungen für Funkmessungen
- Echtzeitdarstellung und Anwendung gemäß ETSI
- Praxisbeispiele
- Zusammenfassung

## Motivation

- Emissionsmessungen sind sehr zeitaufwendig
- Funkübertragung verwendet unterschiedliche digitale Standards
- Moderne Messempfänger bieten hohe Echtzeitbandbreite und Dynamik
- Einführung der Prüfverfahren in CISPR 16-2-X (2010) und CISPR 16-1-1 (2010)
- ETSI Standards nennen Vorteile der FFT explizit
- Frequency hopping Signale



**Moderne Messtechnik für moderne  
Funkkommunikation**

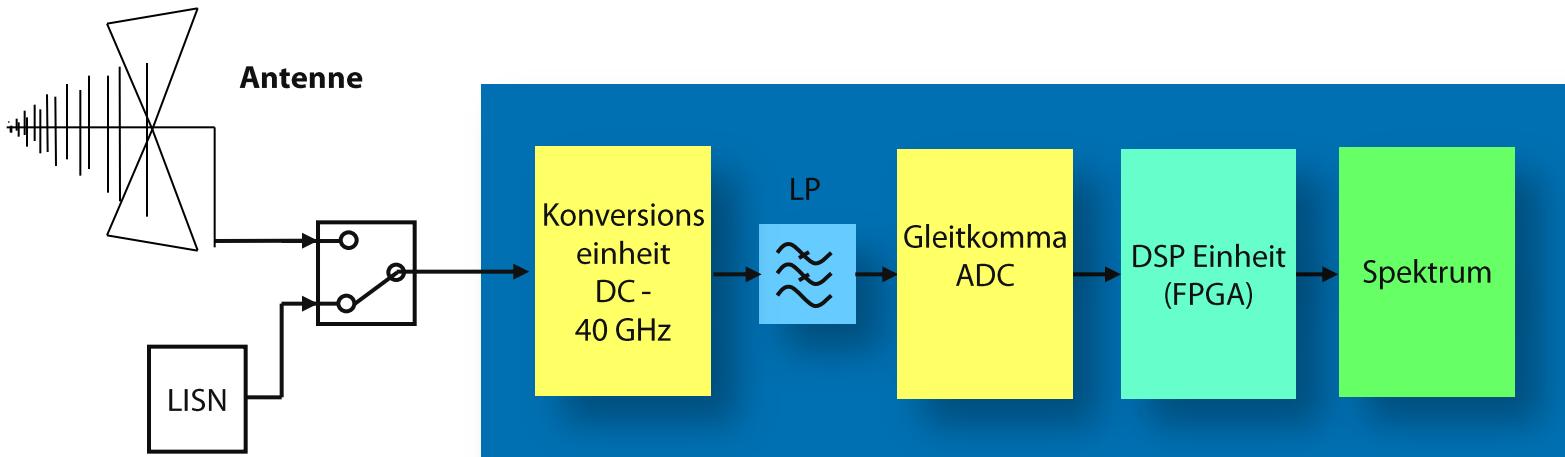
## Verfügbare Technologien am Beispiel TDEMI X

- Parallelle Messung mit Quasi-Peak und C-AVG über 645 MHz Echtzeitbandbreite
- Echzeitmodus gemäß den Anforderungen der CISPR 16-1-1 und CISPR 16-3
- Schnelle Positioniereinheiten (Drehtisch, Antennenmast, Gleitzangenbahn)
- Messung von Funkmodulen möglich
- Multi GHz Echtzeitscanning
- Analyse von Frequency Hopping Signalen



**Vollautomatisierung und Auswertung**

## Beispiel TDEMI X



- Signalverarbeitung in Echtzeit
- Echtzeitbandbreite von 645 MHz (Quasipeak)
- CISPR Bandbreiten 200Hz, 9 kHz, 120 kHz, 1 MHz
- MIL/DO Bandbreiten 10Hz, 100 Hz, 1kHz, 10 kHz, 100 kHz, 1 MHz
- Peak, Average, CISPR-AVG, RMS, CRMS and Quasi-peak Detektor
- Gewichtetes Spektrogramm z.B. Real-time EMI Receiver
- Zeitbereichsanalyse bis 1 GHz (Oszilloskopmodus) (16-Bit)

## Outline

- Motivation
- **Anforderungen für Funkmessungen**
- Echtzeitdarstellung und Anwendung gemäß ETSI
- Praxisbeispiele
- Zusammenfassung

## Anforderungen für Funkmessungen

- Hohe Echtzeitbandbreite
- Hohe Dynamik für Spurious Emission Measurements
- Analyse von Frequency Hopping Signalen
- Bei Messung an mehreren Frequenzpunkten muss das Ergebnis genau einem Superhet Empfänger entsprechen
- Analyse mit Echtzeitmodus
- Optional über I-Q Daten Demodulation und Auswertung



**Vollautomatisierung und Auswertung**

## Typische Messungen

- Maximale Ausgangsleistung
- Die maximale spektrale Leistungsdichte
- Effective Isotropic Radiated Power E.I.R.P.
- Messung von Nebenaussendungen in der Umgebung des zugelassenen Bandes
- Untersuchung von Frequency Hopping Signalen
- Emissionsmessungen nach Produktstandards



Einsatz moderner Messgeräte

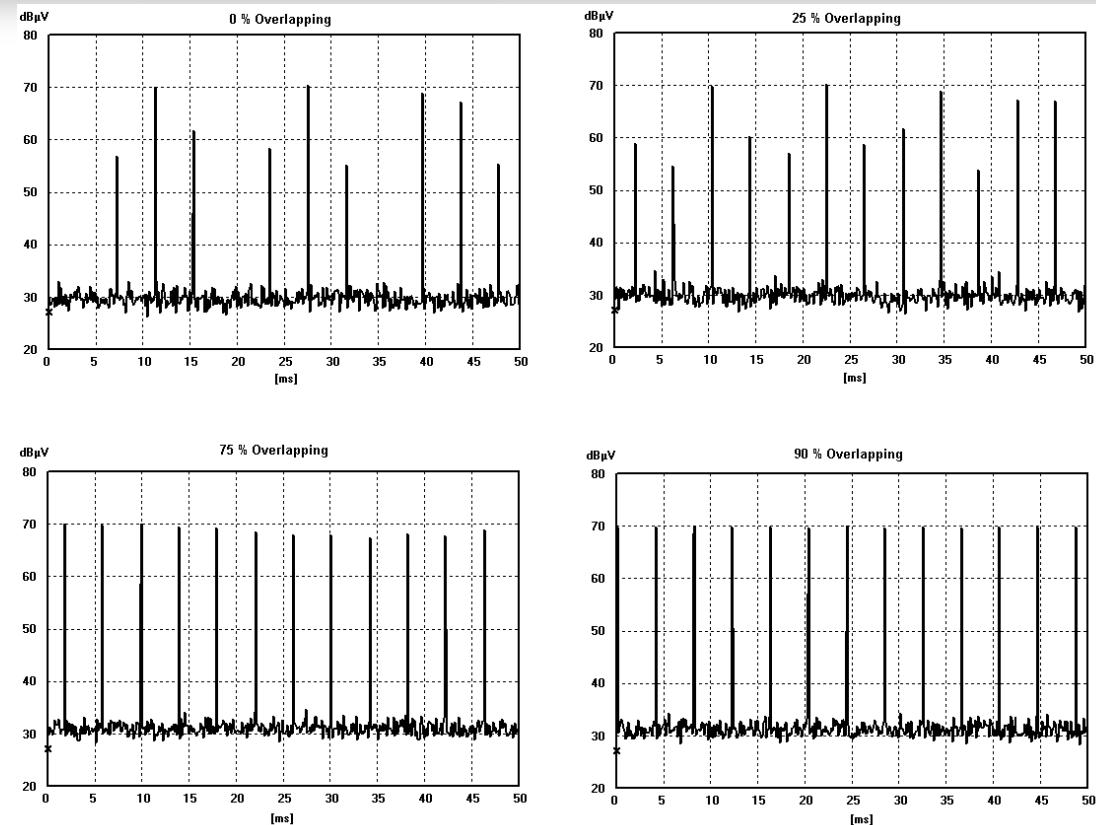
## Neue Anforderungen der CISPR 16-1-1 und CISPR 16-3

Das FFT-basierende Messgerät muss während der Messzeit die Auswertung kontinuierlich und lückenlos durchführen

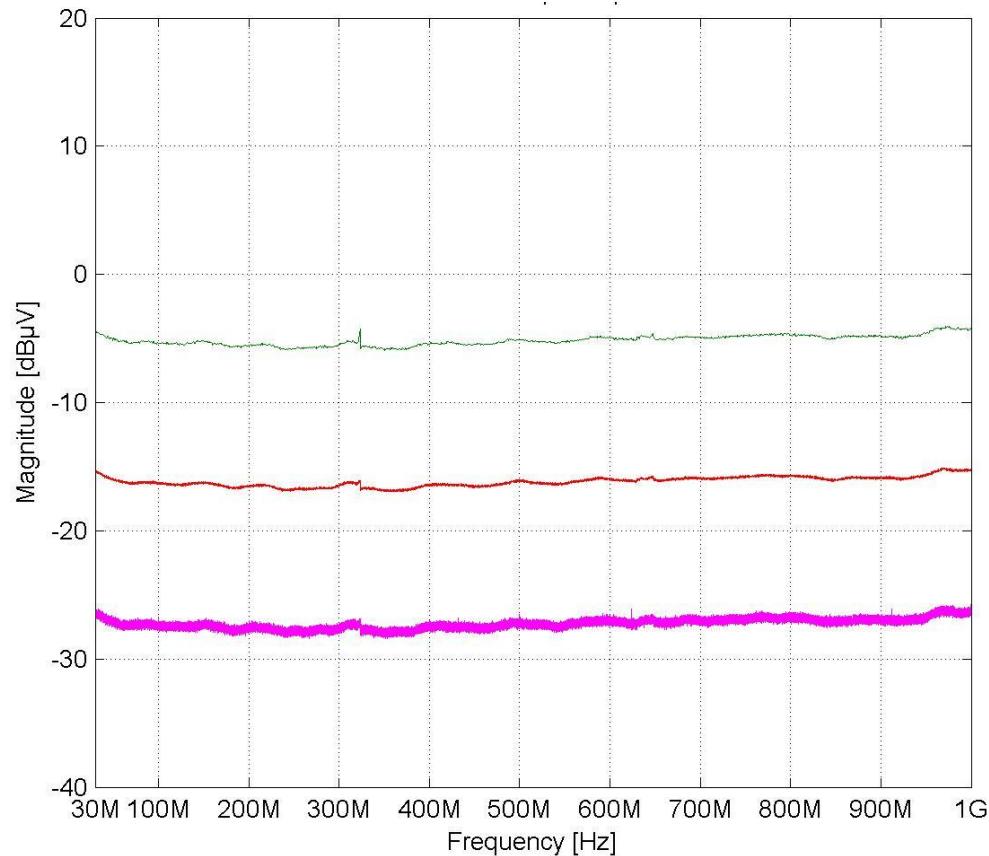
Software basierender  
RTSPA  
nicht normkonform

Pulsanzeige Fehlerhaft

Spektrogrammodus  
Nach CISPR 16-1-1  
Normkonform  
POI 300ps

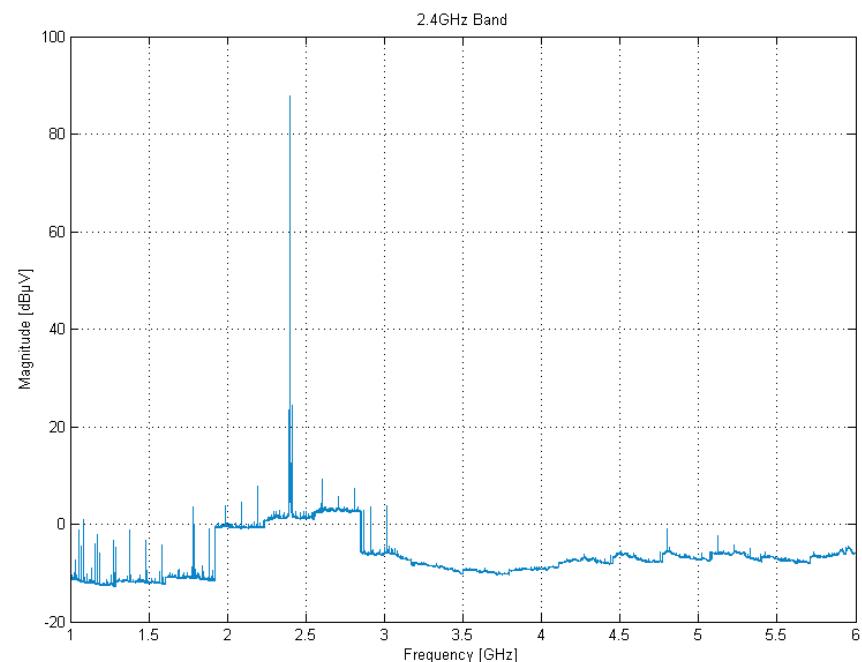
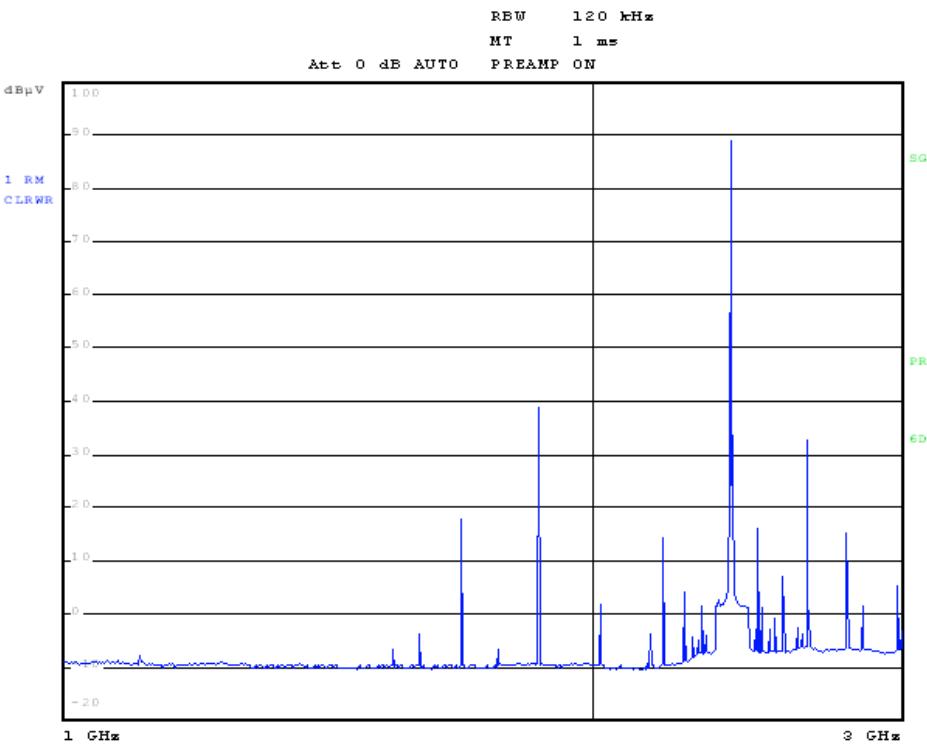


## Rauschboden



Scan1: 30.0 MHz, 50.0 kHz, 1.0 GHz; IF:120 kHz, 100.0 ms, Average, TDF off, Att AutodB,  
Scan2: 30.0 MHz, 5.0 kHz, 1.0 GHz; IF:9 kHz, 100.0 ms, Average, TDF off, Att AutodB,  
Scan3: 30.0 MHz, 500.0 kHz, 1.0 GHz; IF:1 MHz, 100.0 ms, Average, TDF off, Att AutodB,

## Vergleich Superhet vs. TDEM IX



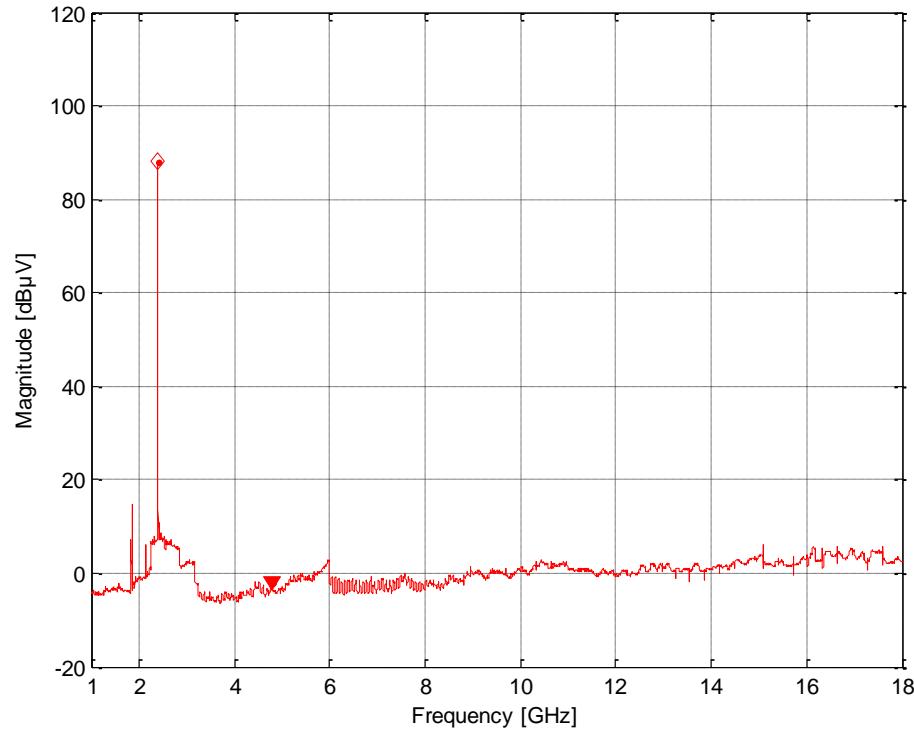
Scan1: 1.0 GHz, 50.0 kHz, 6.0 GHz; IF:100 kHz, 100.0 ms, RMS, TDF off, Att AutodB,

Date: 26.JUN.2017 10:24:11

Notchfilter erforderlich

Sehr hohe Dynamik

## Messung von Oberwellen eines 2.4 GHz Signals



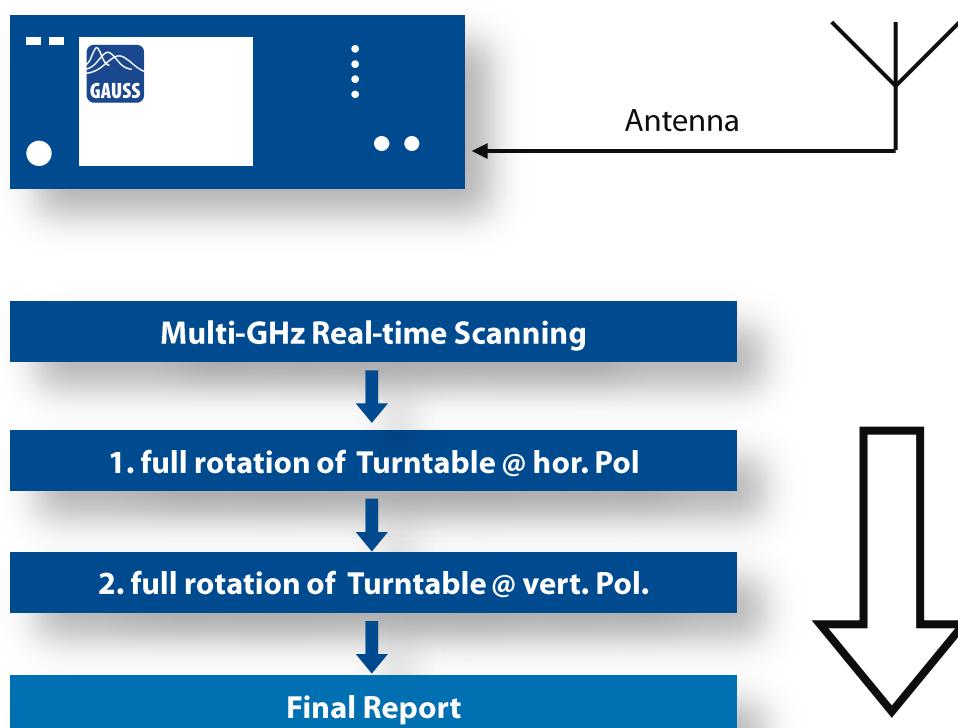
Scan1: 1.0 GHz, 500.0 kHz, 18.0 GHz; IF:1 MHz, 100.0 ms, Average, TDF off, Att AutodB,  
Marker1 (Normal): scan1: 2.400081 GHz, 88.16 dB $\mu$ V  
Marker2 (Delta1): scan1: 2.399996 GHz, -89.99 dB

Oberwellenmessung ohne Notchfilter möglich

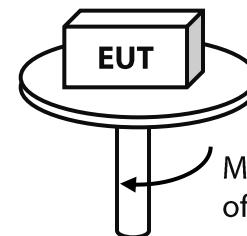
## Outline

- Motivation
- Anforderungen für Funkmessungen
- **Echtzeitdarstellung und Anwendung gemäß ETSI**
- Praxisbeispiele
- Zusammenfassung

## Test Setup: Radiated Emissions up to 1 GHz



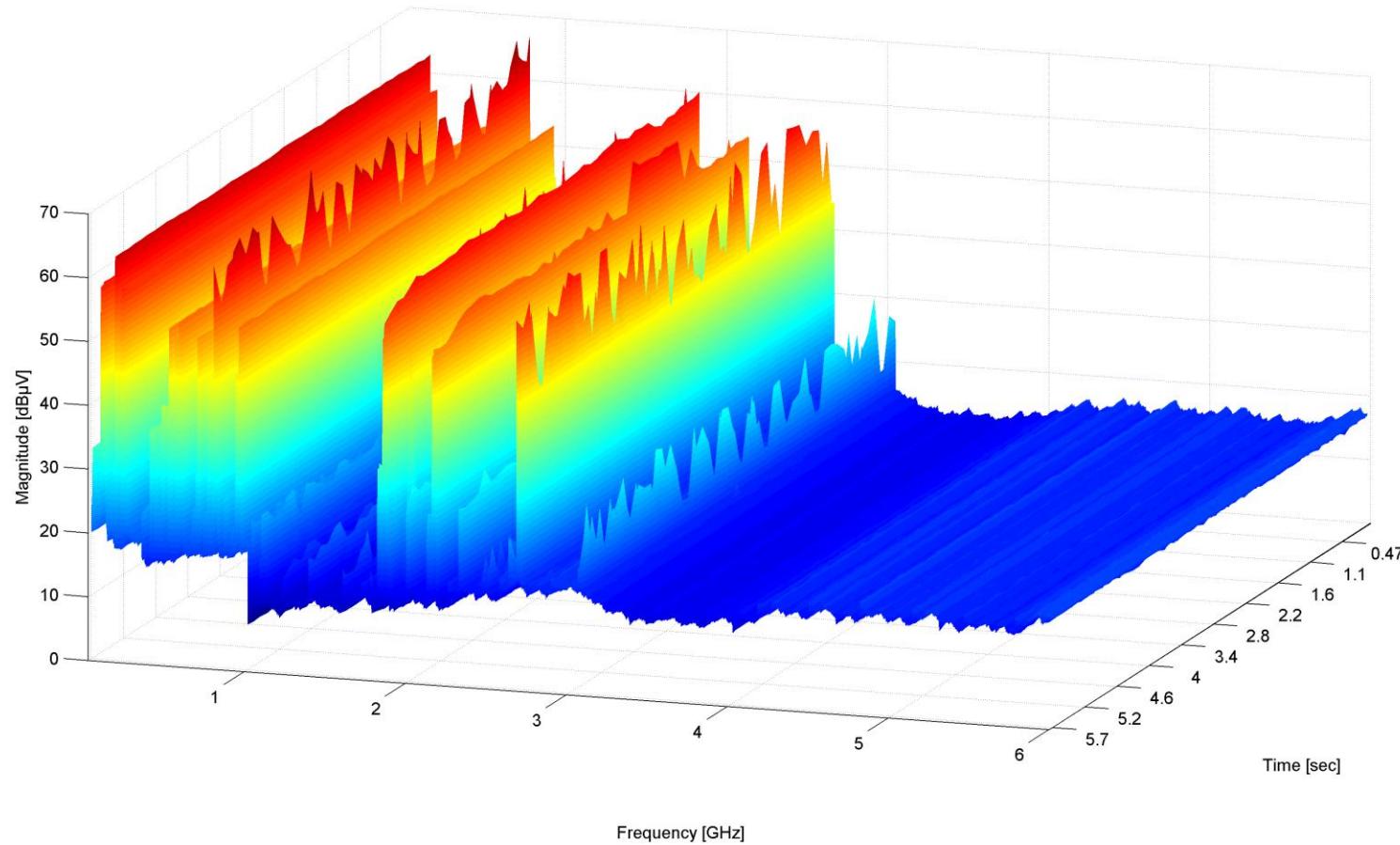
**$f > 1\text{GHz}$**



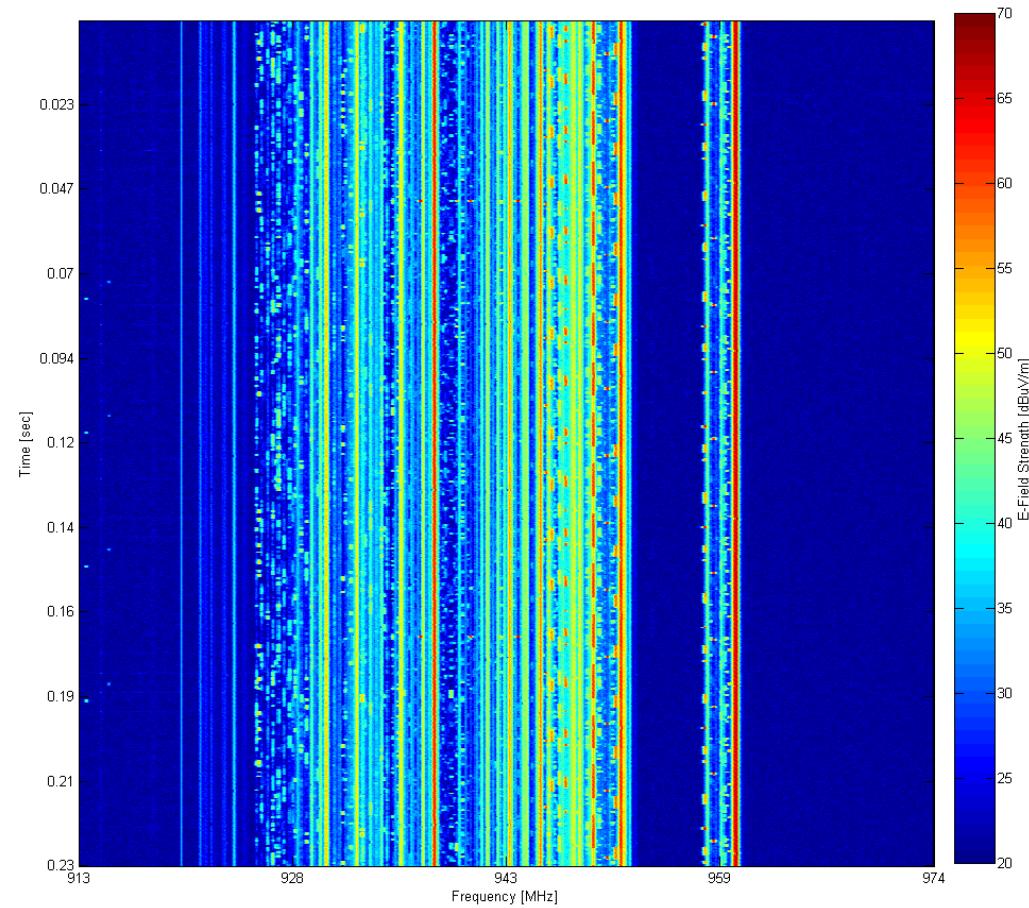
Moving continuously instead  
of a high number of positions  
=> higher pos. resolution

**Full characterization  
&  
Final Maximazation**

## Messung Frequenzbereich 30 MHz – 1 GHz



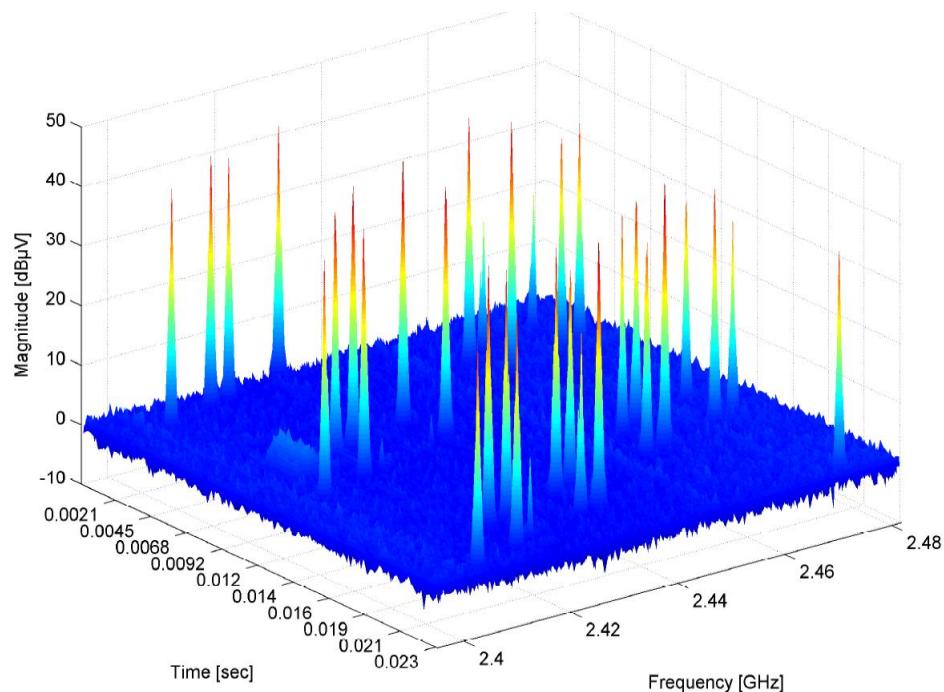
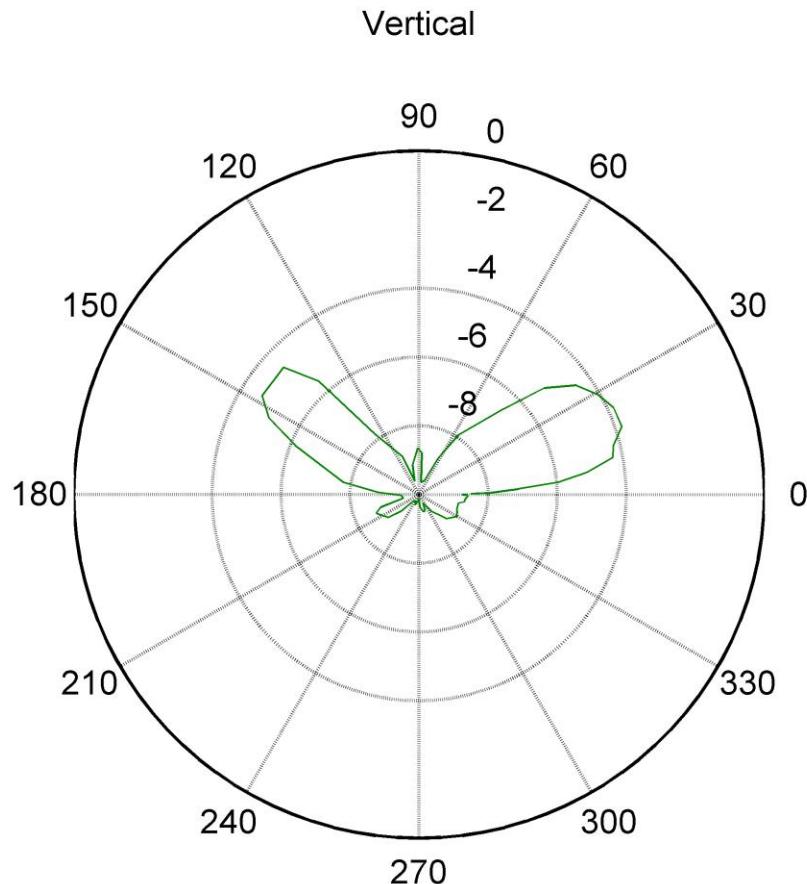
## Messung des GSM Bandes im Echtzeitspektrogrammodus (RMS Detektor)



## Outline

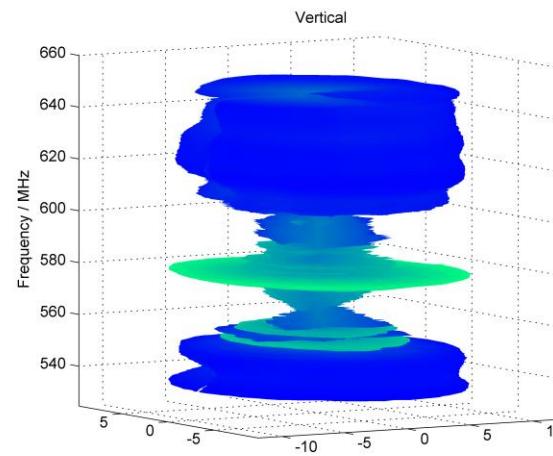
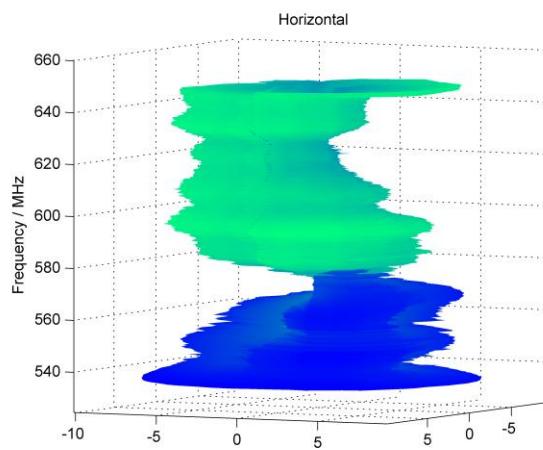
- Motivation
- Anforderungen für Funkmessungen
- Echtzeitdarstellung und Anwendung gemäß ETSI
- **Praxisbeispiele**
- Zusammenfassung

## Richtdiagramm für ETSI Messungen, Frequency Hopping Signal



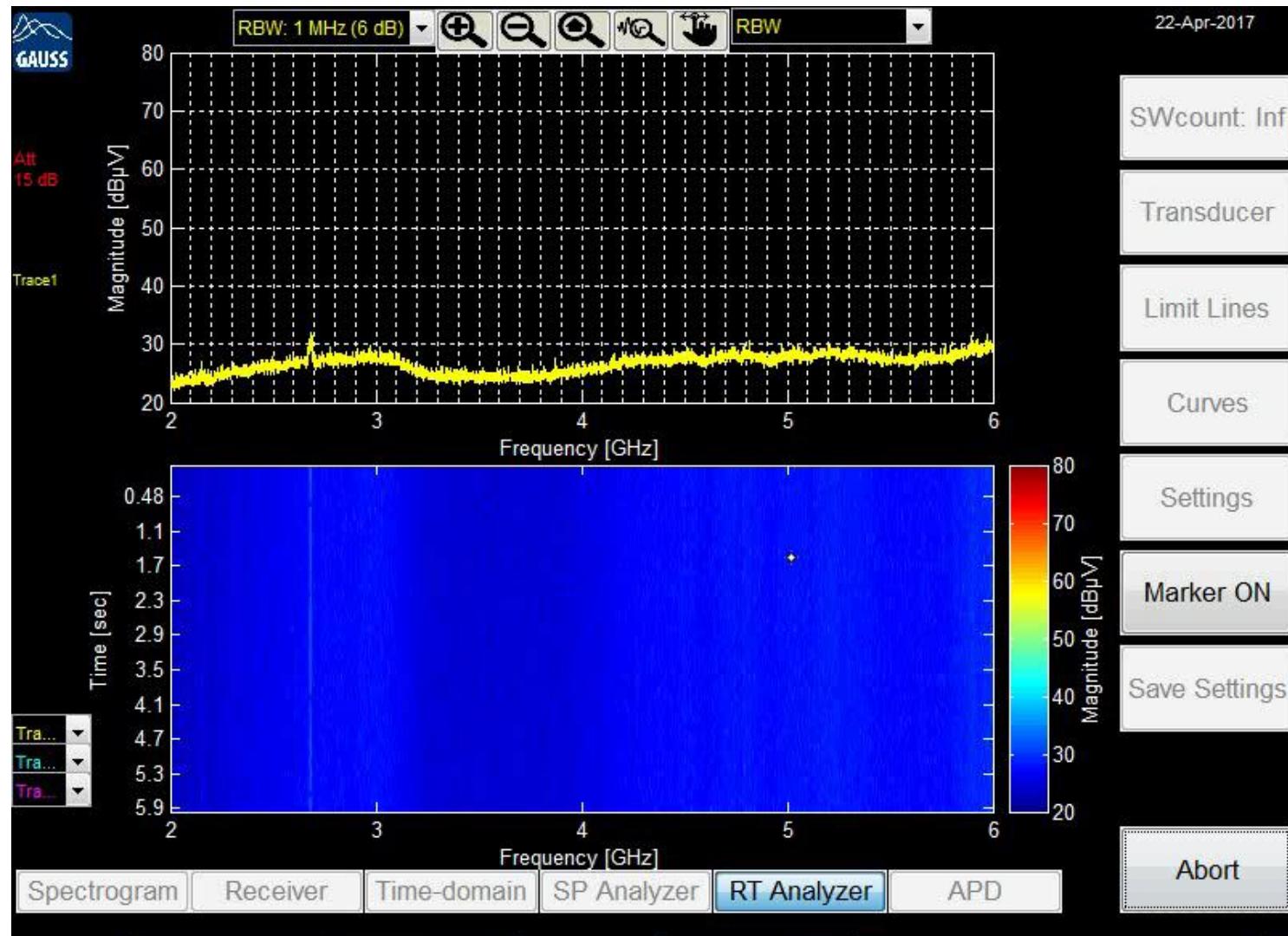
## Emissionsmessung nach Produktstandard mit 645 MHz Echtzeitbandbreite

Frequency Range: 535.571 MHz - 649.301 MHz

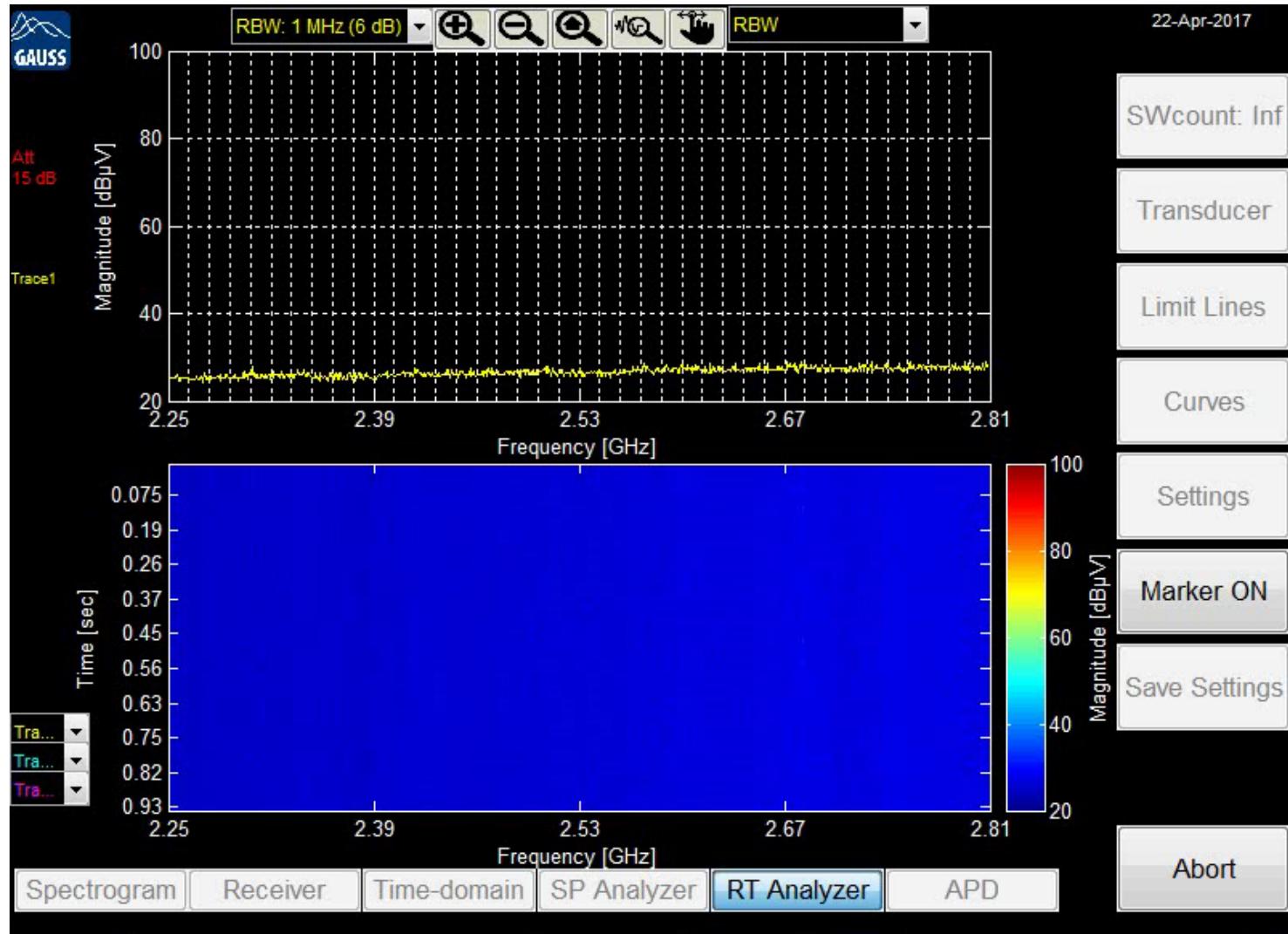




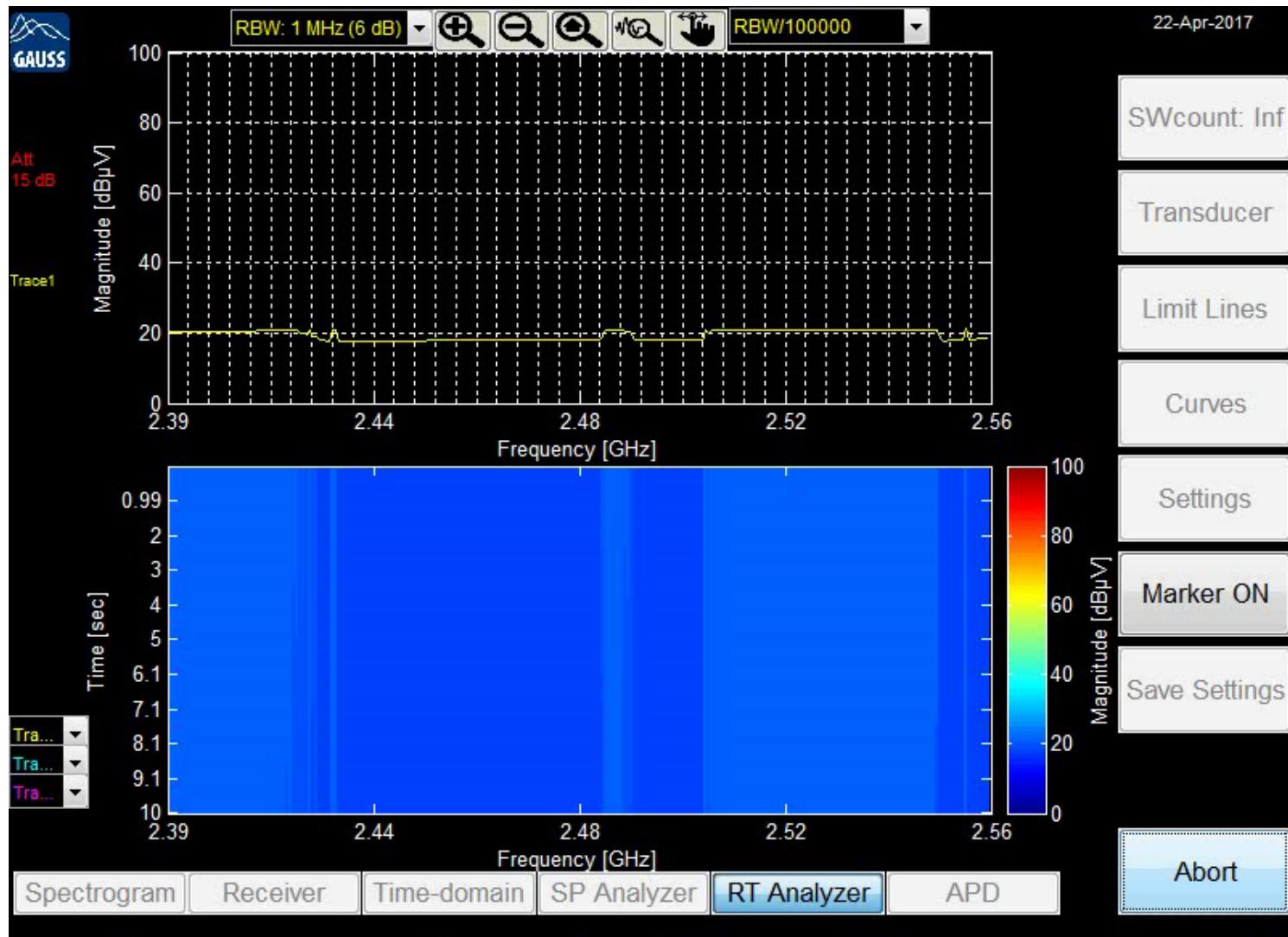
## Mikrowelle Messung 2 GHz – 6 GHz



## Mikrowelle Messung ISM Band Peak Detektor



## Mikrowelle Messung ISM Band Gewichtete Nachmessung



## Zusammenfassung

- Anforderungen für Funkmessungen
- Verbesserung der Dynamik gegenüber Superhet
- Vereinfachung von Prüfabläufen ohne Vorscannen
- Durchführung von ETSI Messungen
- Applikationsbeispiele