

The logo consists of a stylized 'L' shape formed by two interlocking L-shaped blocks, one blue and one orange, followed by a small orange square.

# LUMILOOP

*Kompensation von Nichtlinearität, Frequenzgang und Temperaturgang  
bei der Kalibrierung optisch versorgter E-Feld-Sonden  
Eike Suthau, 5. Mai 2021*

Gefördert durch:

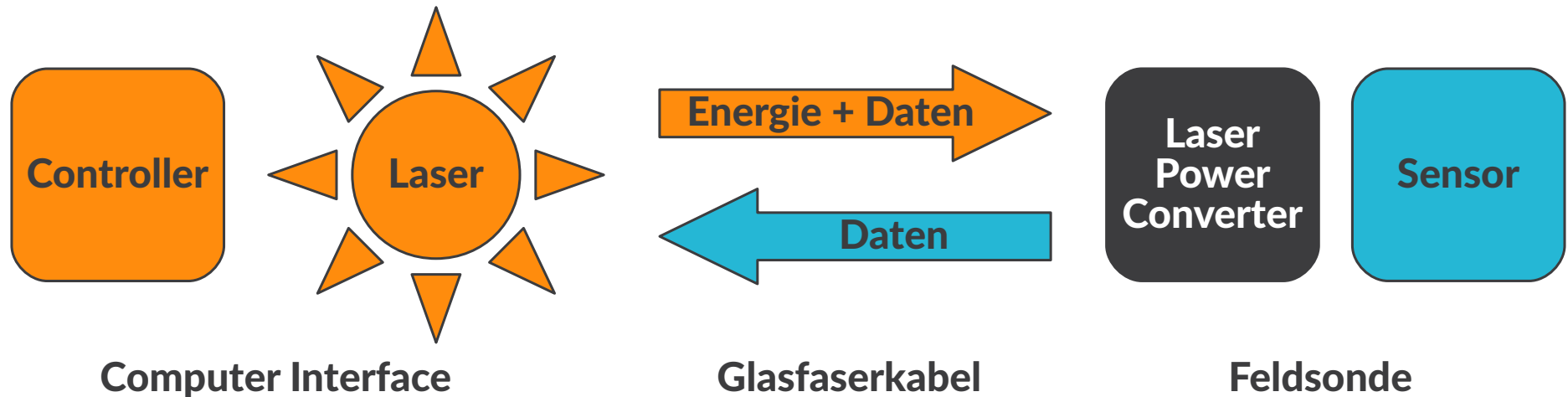


# Gliederung



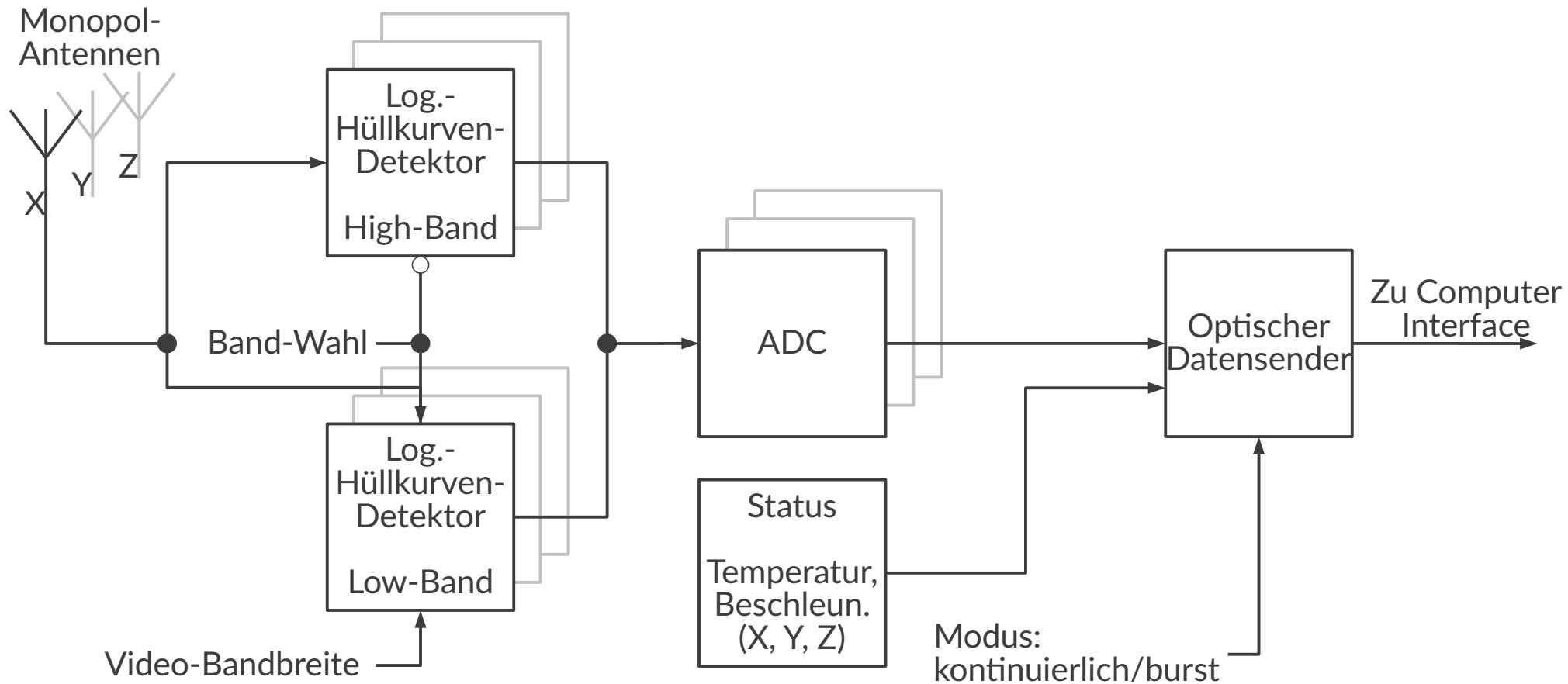
- Grundlagen
- Kalibrieranordnung
- Detektor-Charakteristiken
- Stützstellen-Auswahl → Dynamikplot
- Verifikation der Kompensation
- Zusammenfassung

# Grundlagen, optische Daten- und Energieübertragung



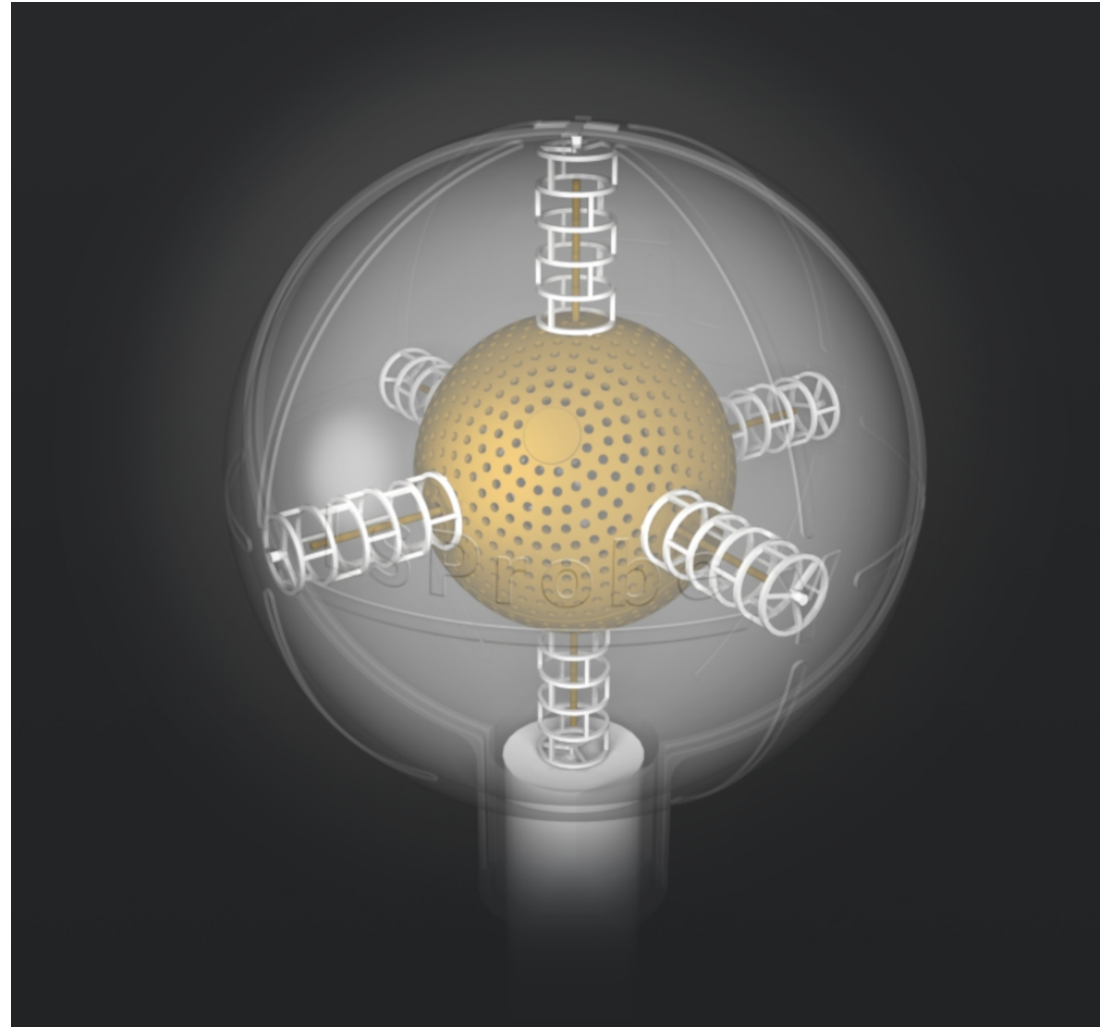
- Leistungslaser  $P_{opt} = 1$  Watt peak, 500 mW typisch
- Laser Power Converter (LPC) Wirkungsgrad
  - Ursprünglich: 45 %
  - Redesign: >57 %
- Geschlossener Regelkreis → Leistung am Sensor minimal
- >99,9 % der Energie wird zu Wärme (Rest der Energie in Rückdaten)

# Grundlagen, Prinzipschaltbild Feldsonde





# Grundlagen, Innenansicht LSProbe 1.2/2.0



6/4/21

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**eXIST**  
Existenzgründungen  
aus der Wissenschaft

 **TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN**

ZENTRUM FÜR  
MIKROTECHNISCHE  
PRODUKTION 

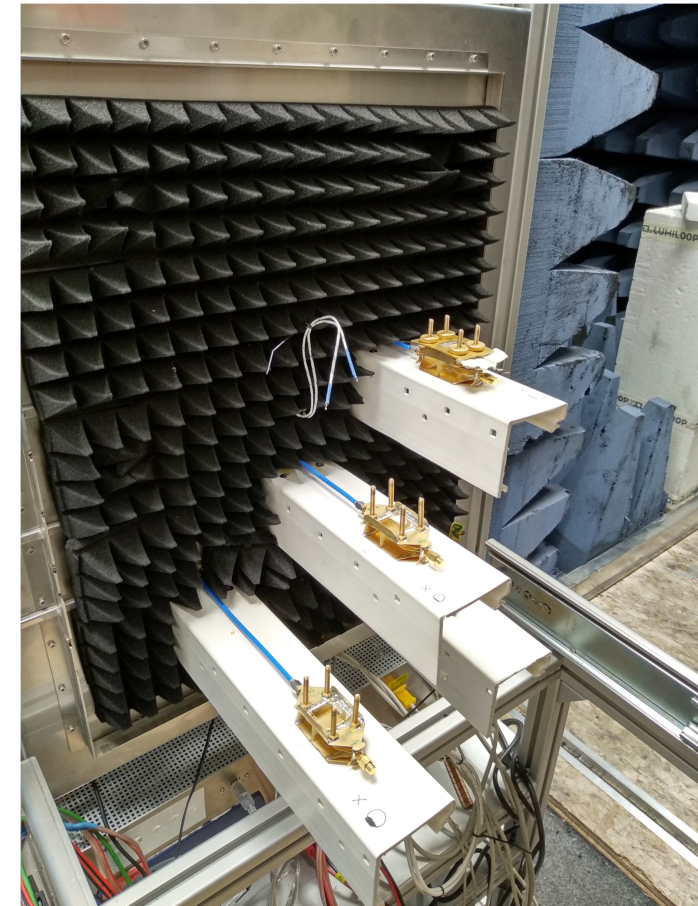
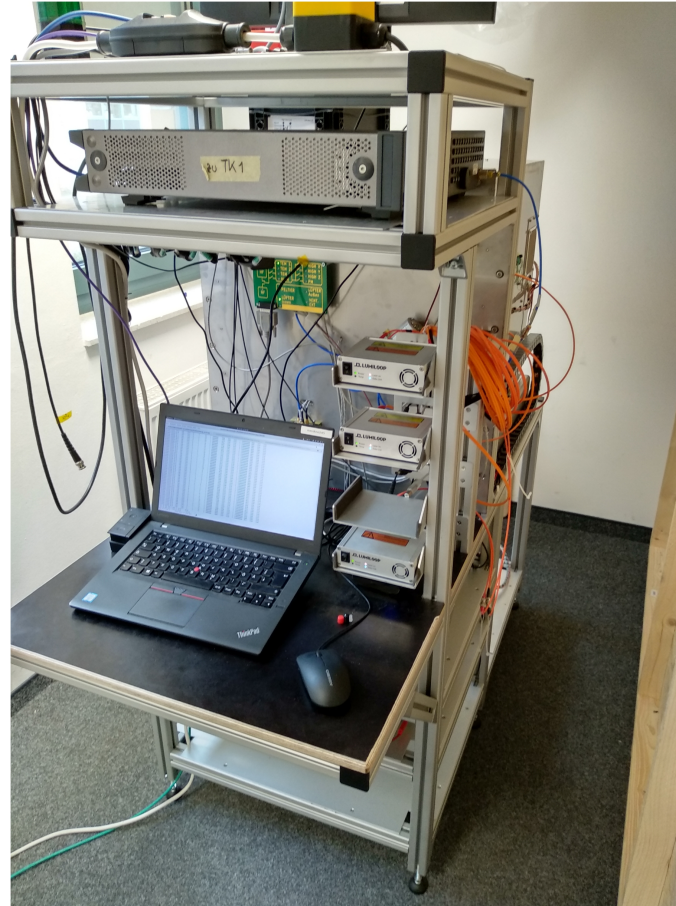
 **AVT**

p. 5/21

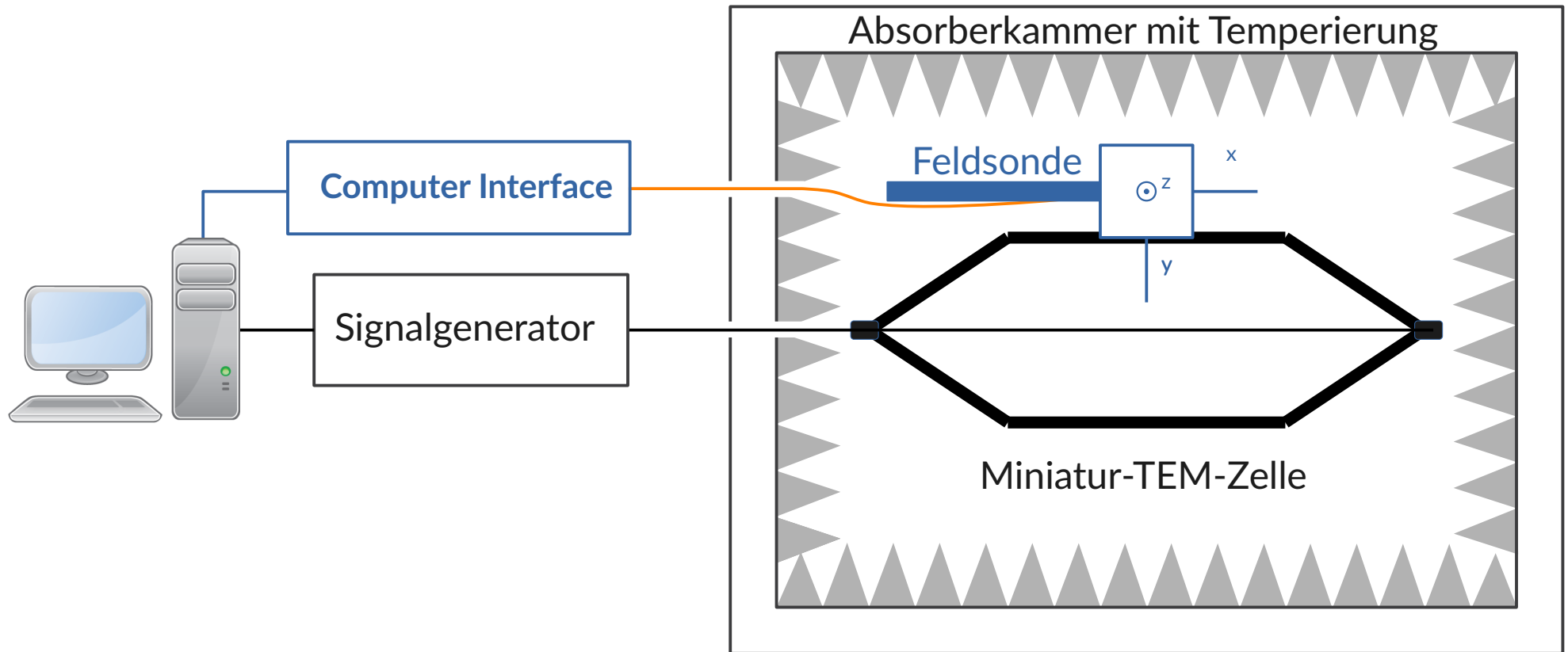
# In-house-Kalibrieranordnung



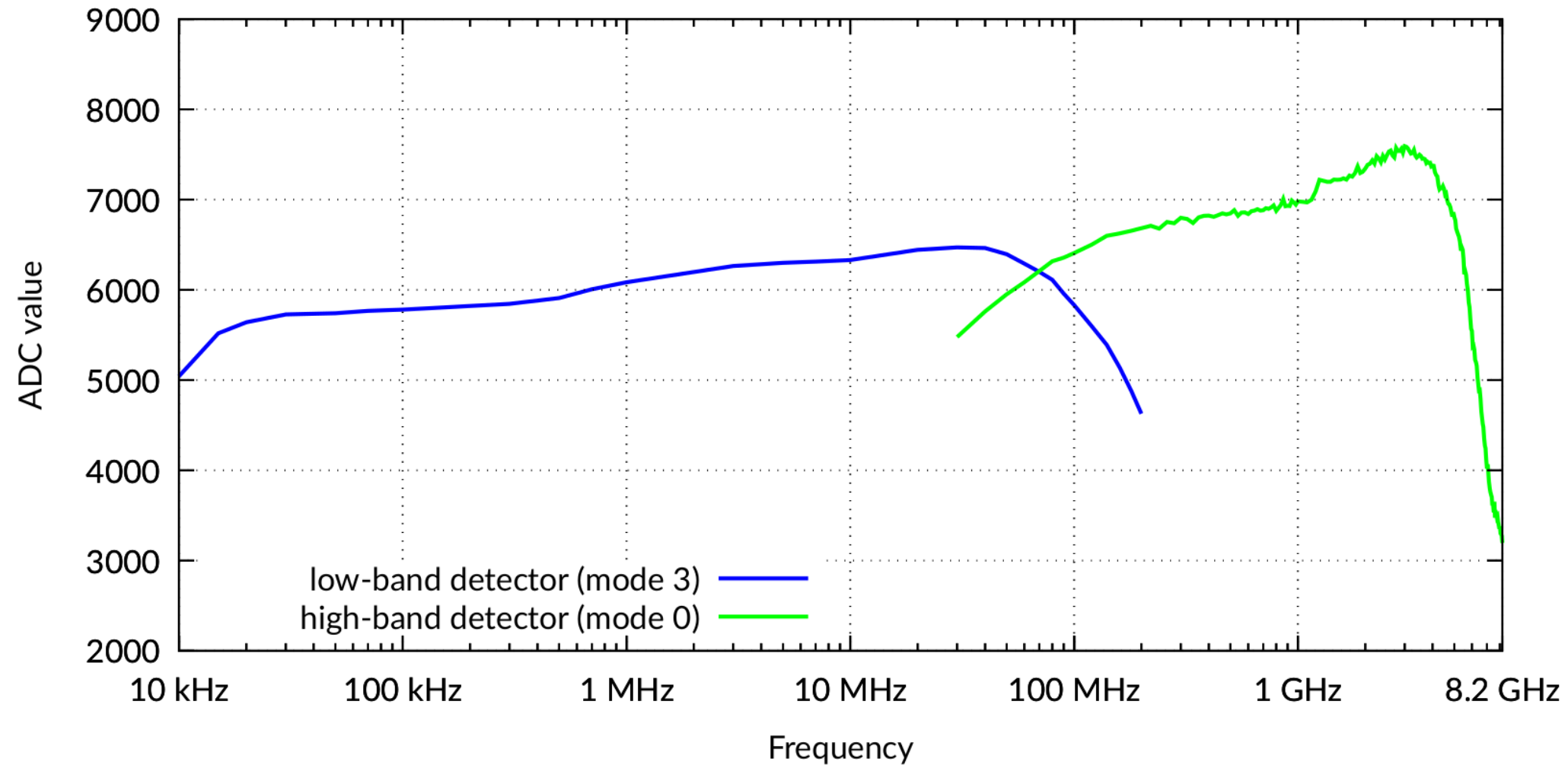
- Schirmkammer
- Auskleidung mit Absorber
- Therm. Dämmung
- Peltier-Kühlung und -Heizung
- HF-Relais-Matrix
- DC-18 GHz
- 3 Miniatur-TEM-Zellen



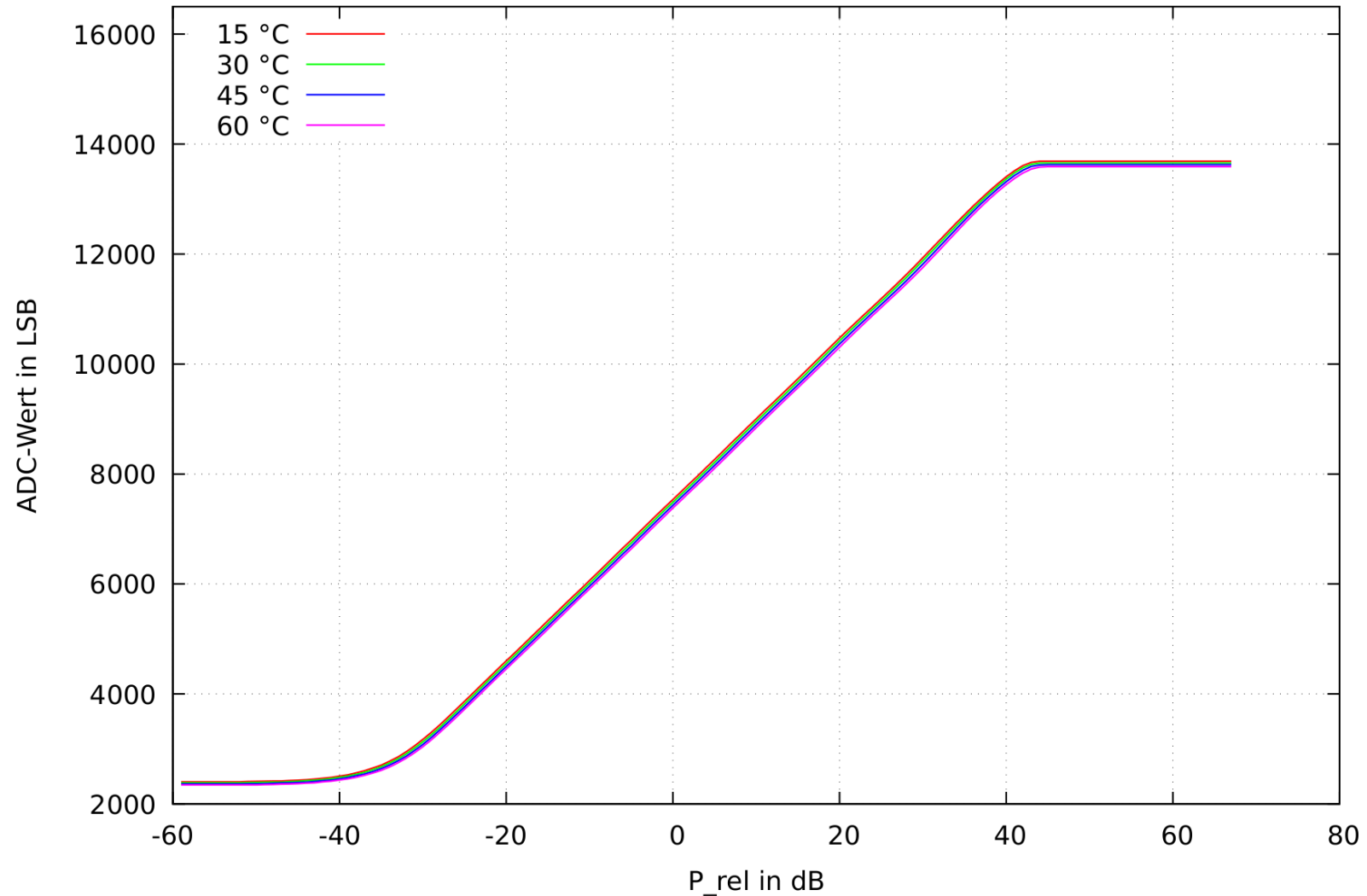
# Schema Miniatur-TEM-Zelle



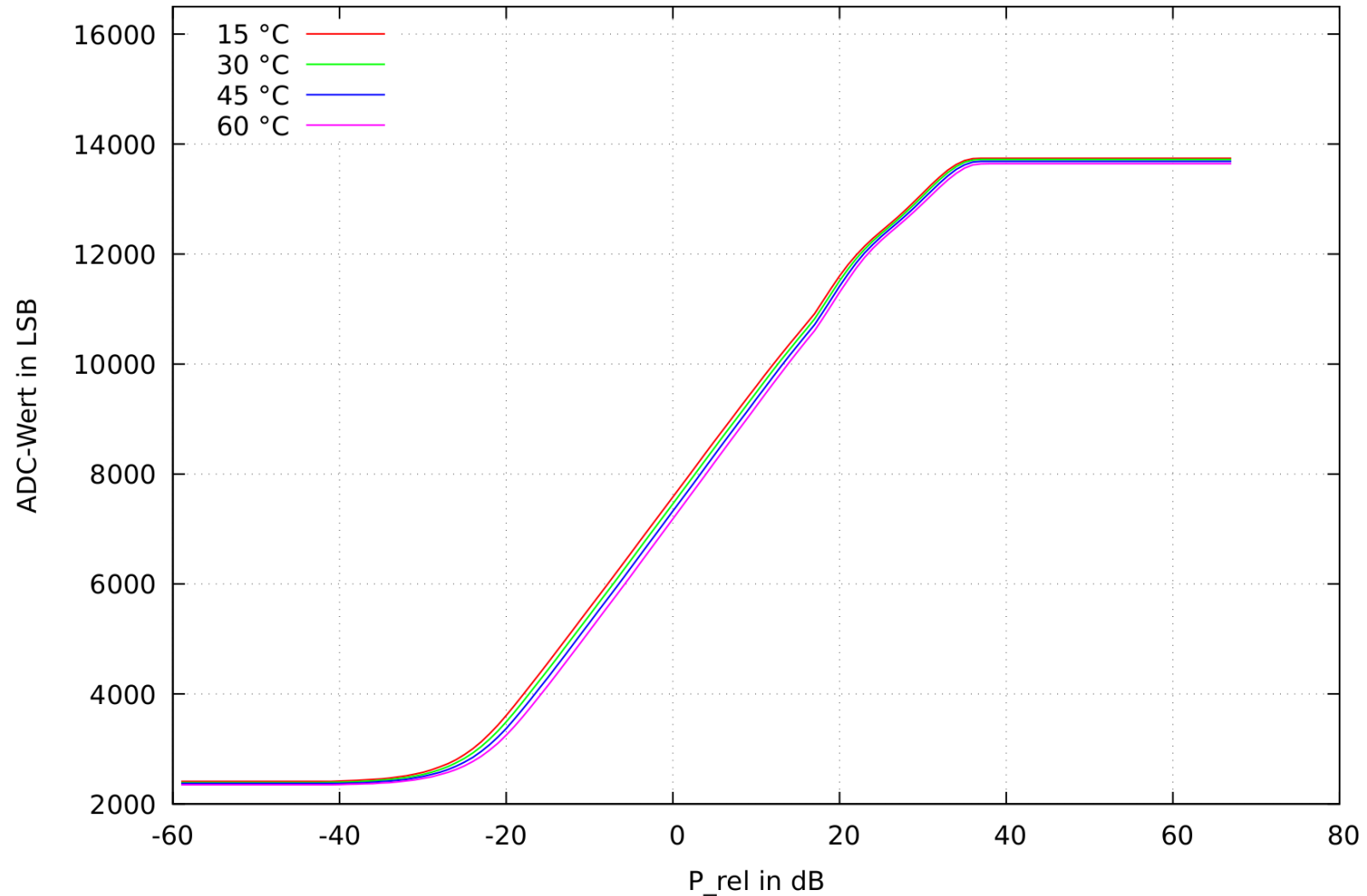
# Detektor-Frequenz-Charakteristiken, 15 V/m



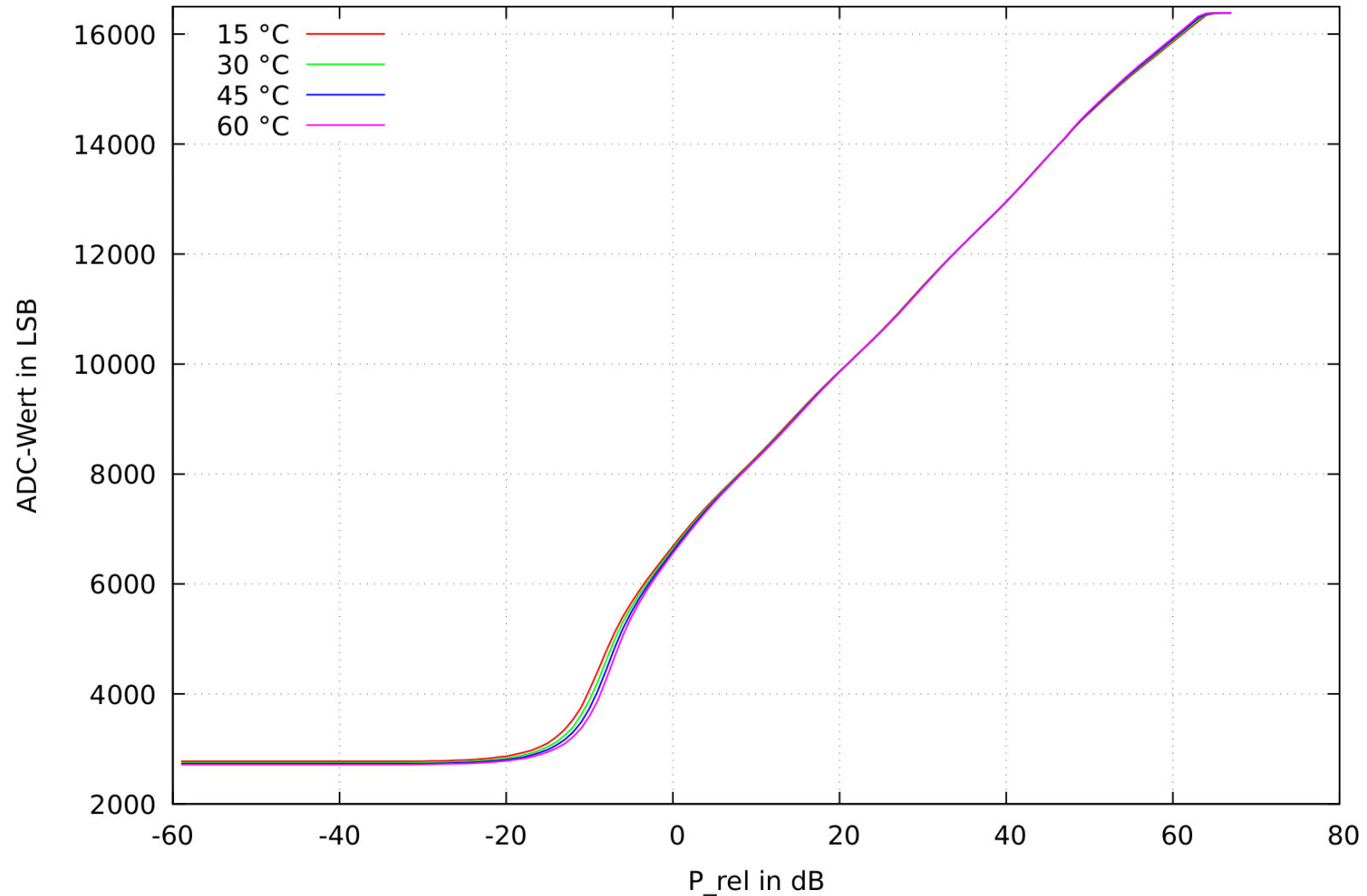
# Detektor-Amplituden-Charakteristik, 1 GHz



# Detektor-Amplituden-Charakteristik, 6 GHz

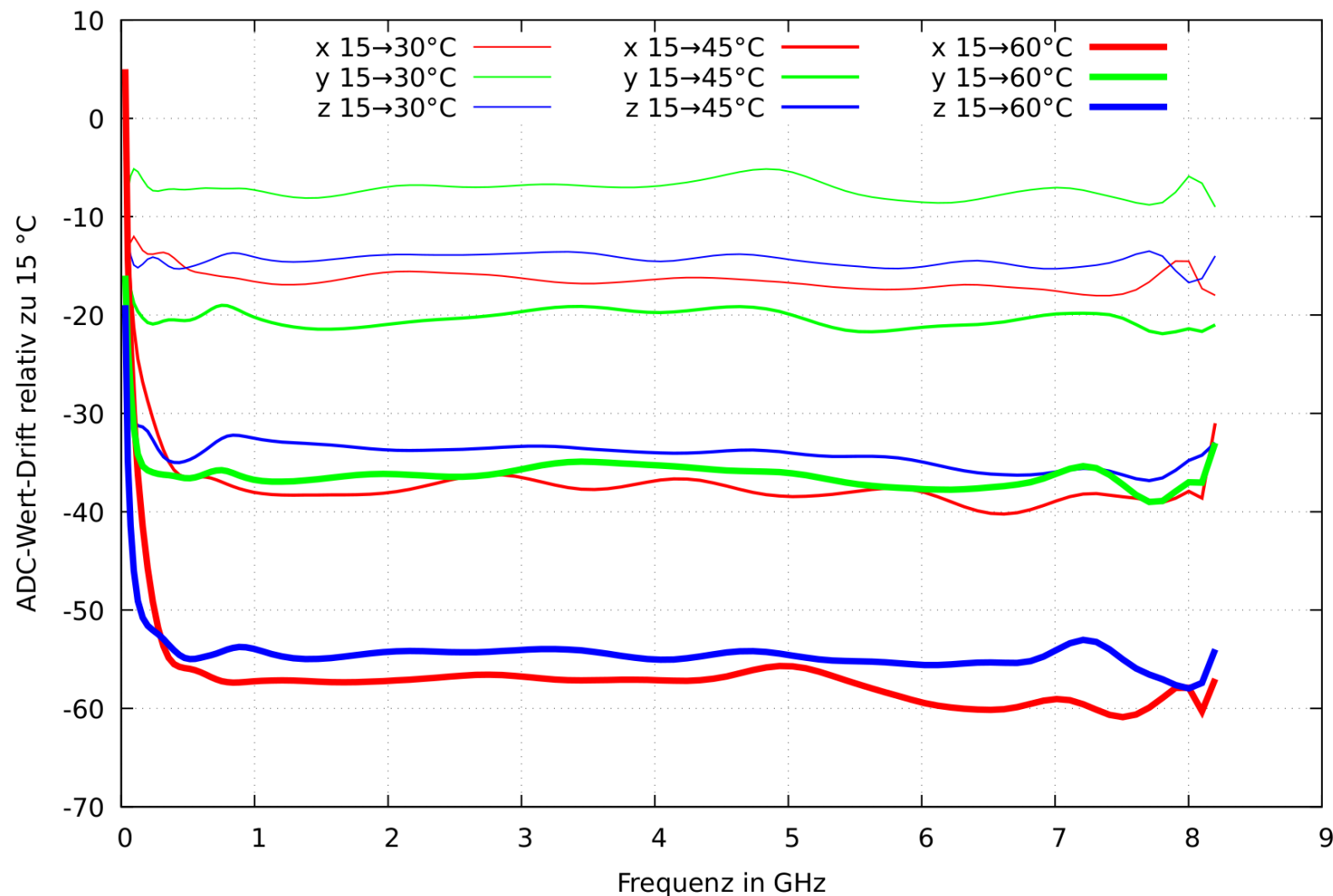


# Detektor-Amplituden-Charakteristik, 10 kHz





# Temperaturdrift, High-Band



6/4/21

Gefördert durch:



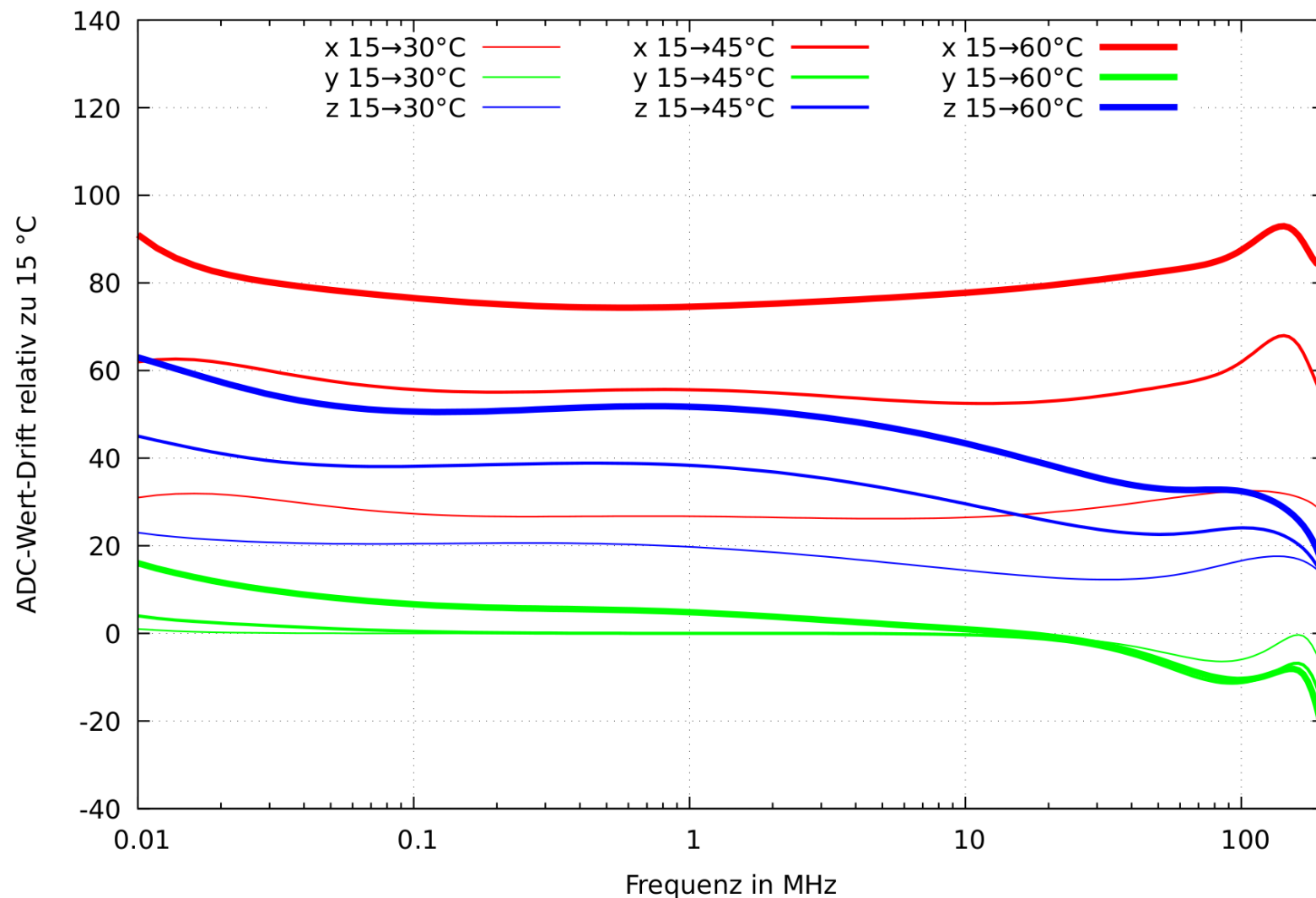
aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages



p. 12/21



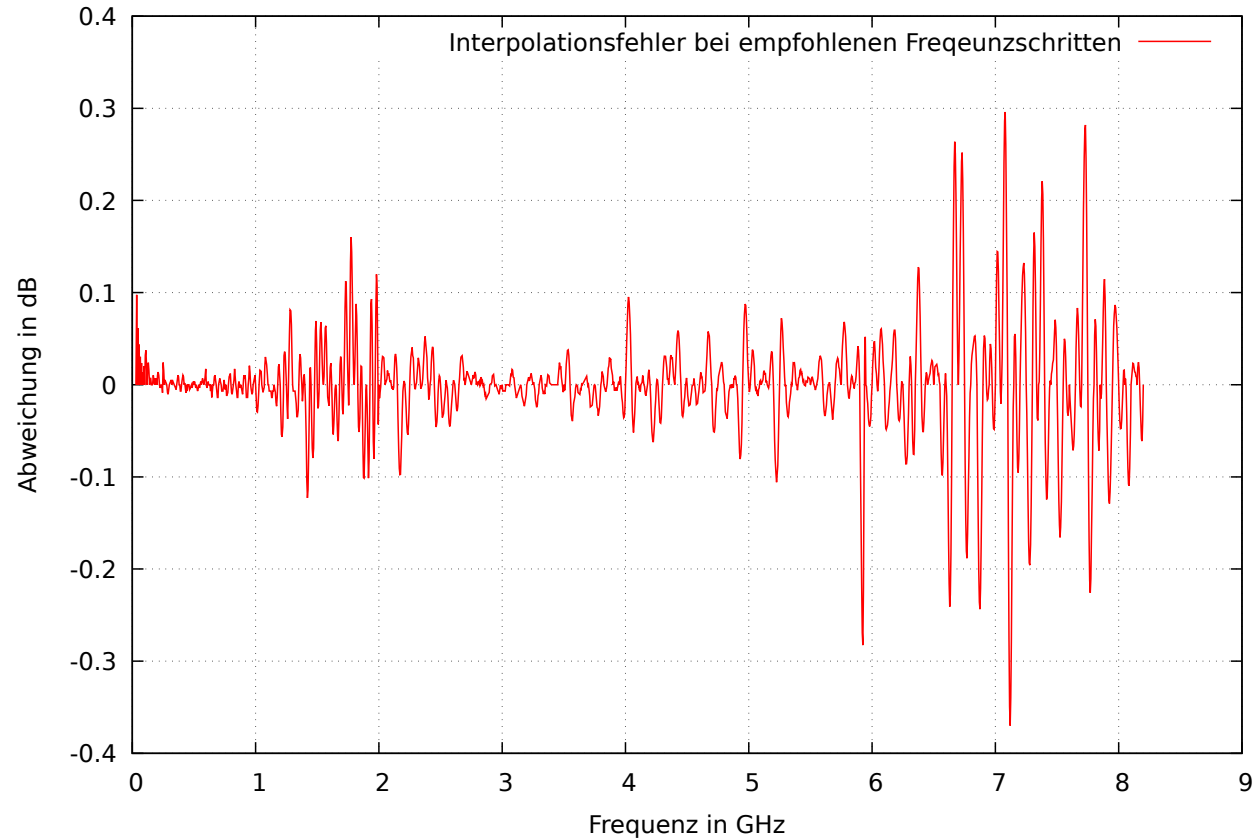
# Temperaturdrift, Low-Band



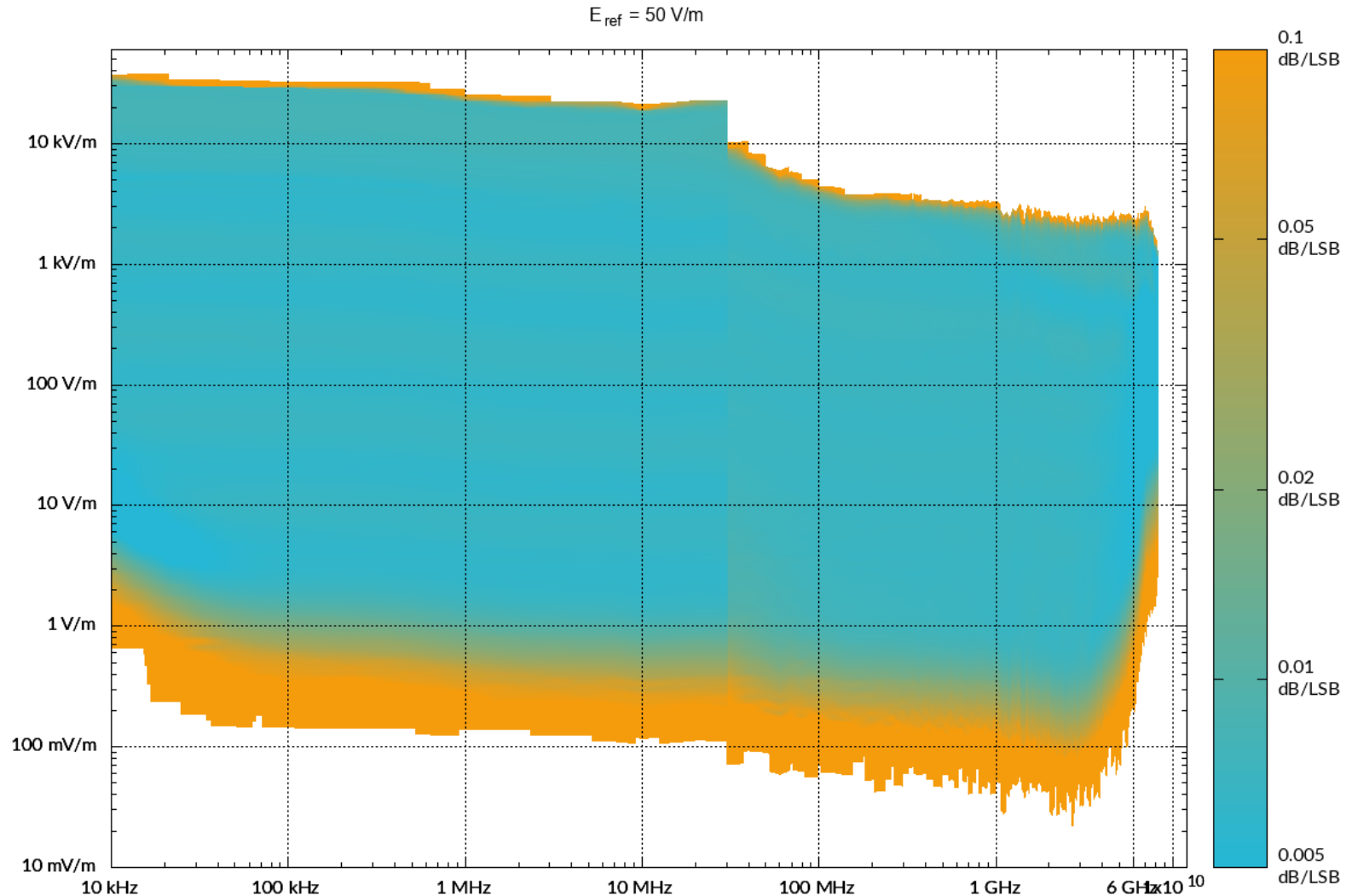
# Auswahl der Stützstellen



- Amplituden-Schrittweite:  
1 dB
- 30 MHz bis 8,2 GHz:  
197 Schritte
- 10 kHz bis 200 MHz:  
33 Schritte
- Betriebstemperatur:  
10 – 40 °C
- Erwärmung ca. 20 °C
- 4 Stützstellen:  
15, 30, 45, 60 °C



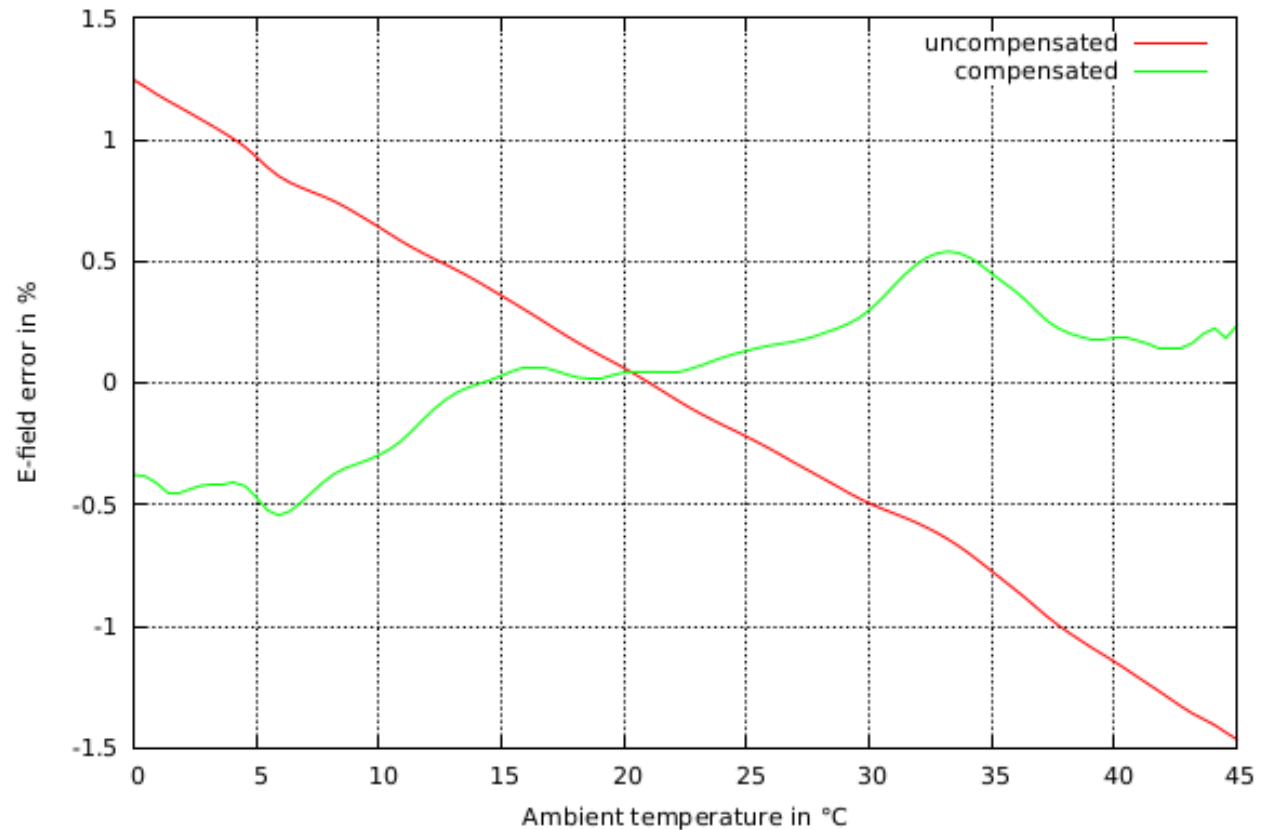
# Kombiniertes Dynamikplot, LSProbe 1.2



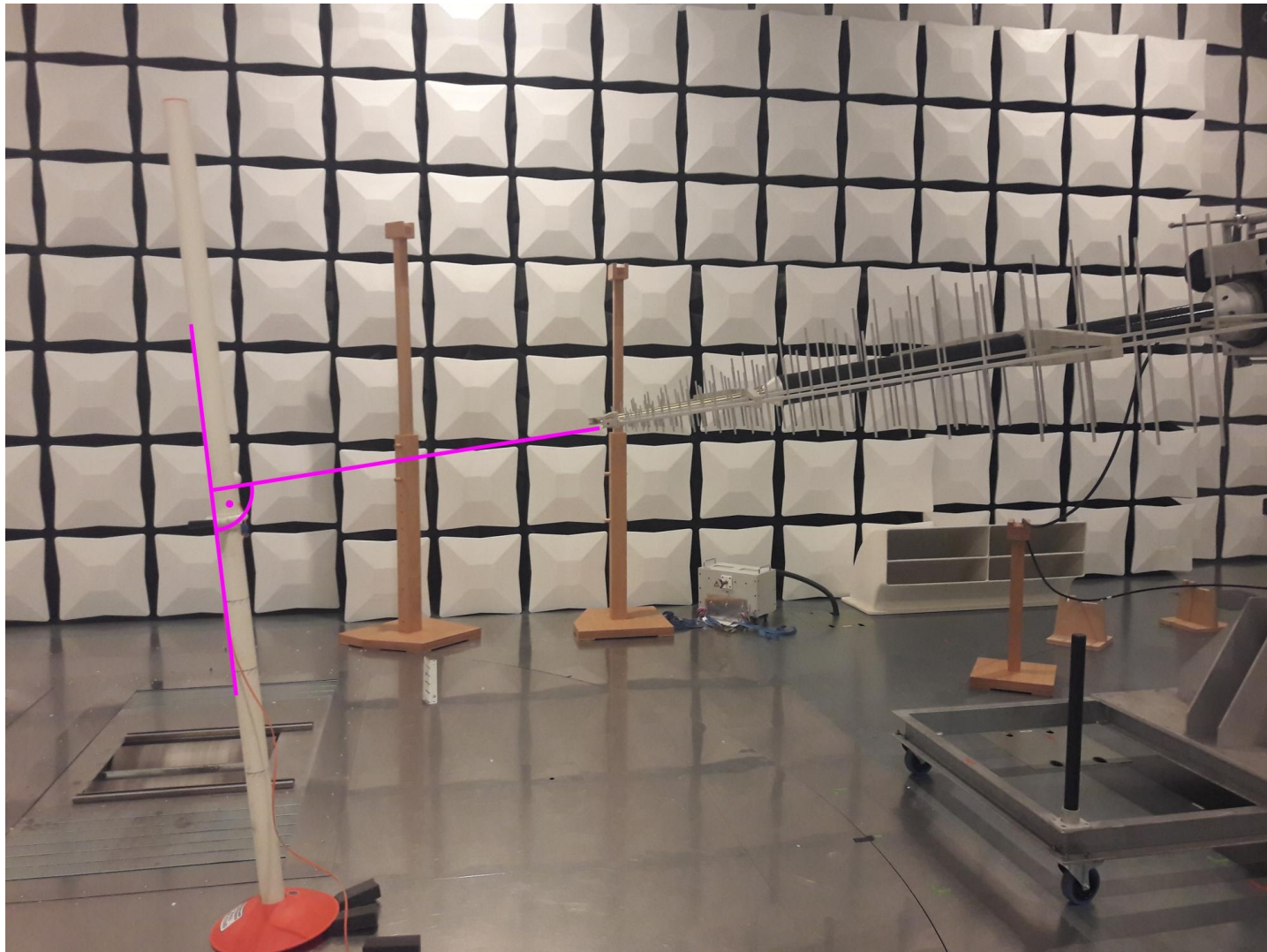
# Test der Temperaturkompensation bei 3 GHz



- Laser erwärmt Sonde
- Durchführung:
  - Sonde kühlen auf 0 °C
  - Erwärmen bis 45 °C
  - Drift beobachten
- Ergebnis:
  - Unkompensiert  
 $\pm 1.5 \%$  (0.2 dB)
  - Kompensiert  
 $\pm 0.5 \%$  (0.05 dB)



# Überprüfung der Linearität 1/2



6/4/21

Gefördert durch:



Bundesministerium  
für Wirtschaft  
und Energie

aufgrund eines Beschlusses  
des Deutschen Bundestages

**EXIST**  
Existenzgründungen  
aus der Wissenschaft



TECHNISCHE  
UNIVERSITÄT  
DRESDEN

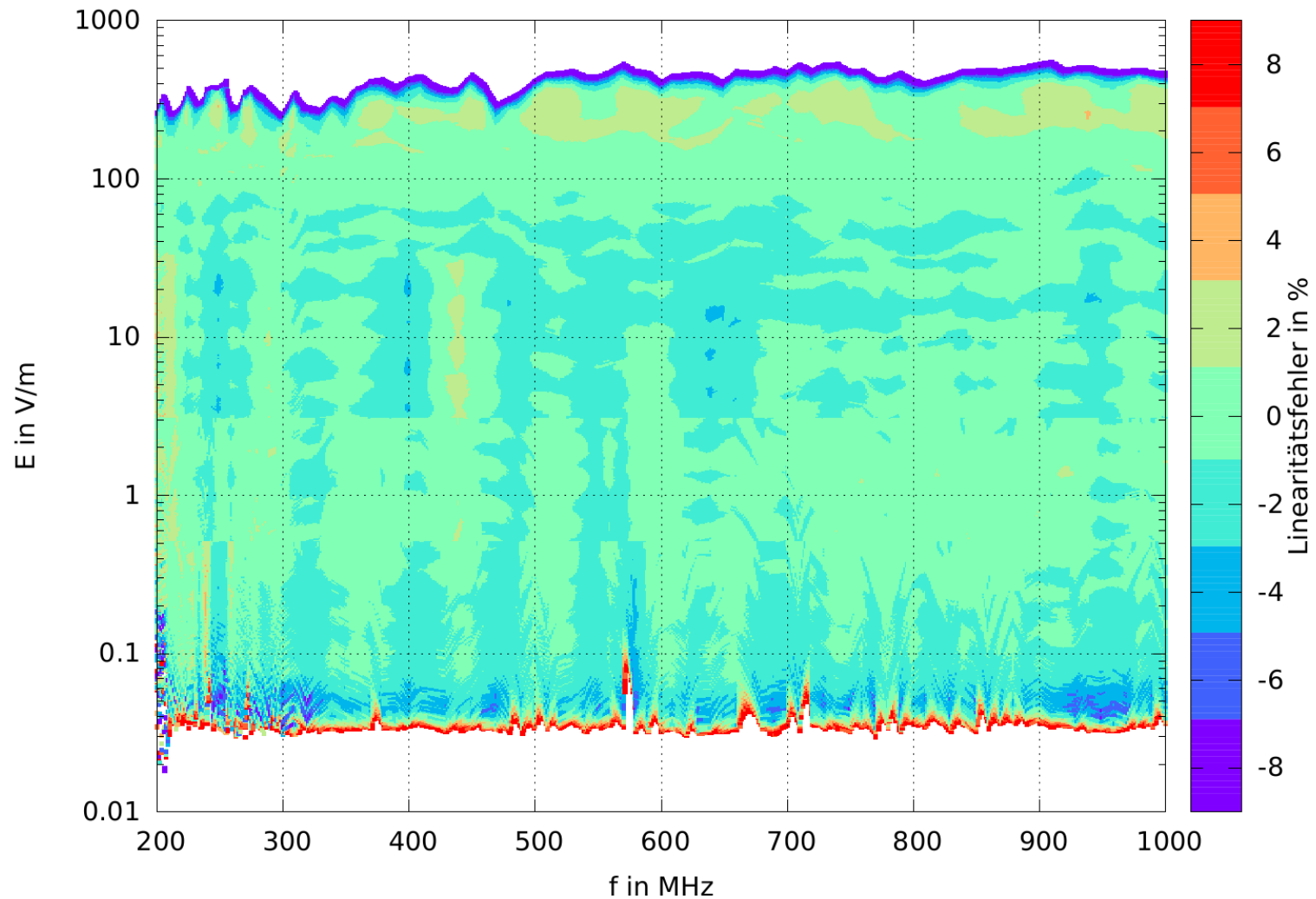
ZENTRUM FÜR  
MIKROTECHNISCHE  
PRODUKTION



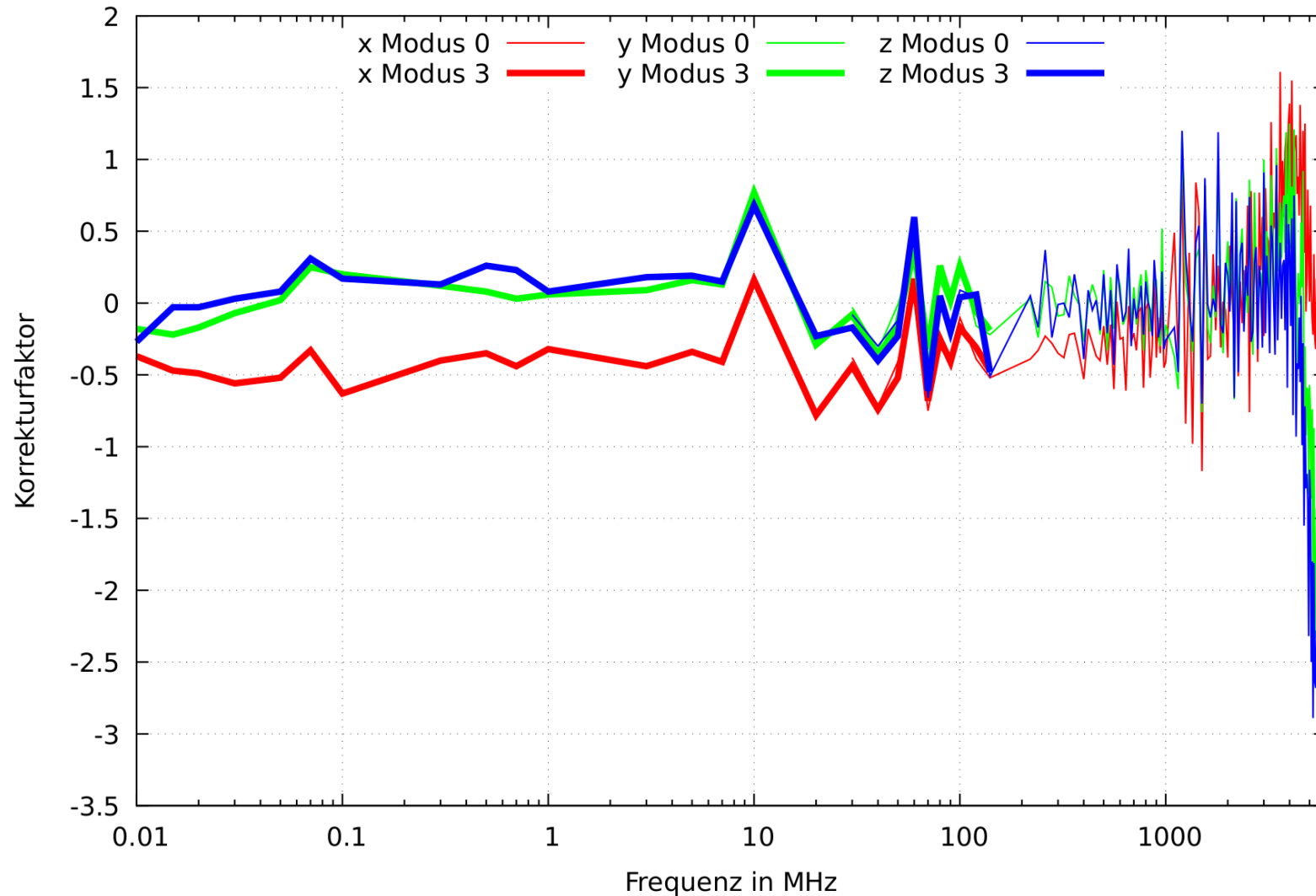
AVT

p. 17/21

# Überprüfung der Linearität 2/2



# Korrekturfaktoren im akkreditierten Labor





- Linearitätskorrektur erweitert den nutzbaren Messbereich
- Linearität stark abhängig von Frequenz
- Linearität verifiziert:  $\pm 3\%$
- Temperaturdrift exemplarabhängig
- Temperaturkompensation verifiziert:  $\pm 0,5\%$
- Frequenzkorrektur in Miniatur-TEM-Zelle bis 3 GHz  $\pm 1$  dB
- Frequenzkorrektur in Miniatur-TEM-Zelle über 3 GHz  $+1,5 -3$  dB





[www.lumiloop.de](http://www.lumiloop.de)