
Messen der EMV von Kabeln für die Kommunikations- & Informationstechnik

- Autor: Bernhard Mund,
 - ◆ *Dipl.-Ing. Nachrichten- & Mikroprozessortechnik, FH Giessen, 1984*
- *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Asslar Mitarbeiter seit 1985
 - ◆ *bedea* Hersteller von Kommunikationskabeln, (CATV-Kabel)
- Zuständigkeiten:
 - ◆ Entwicklung von Kommunikationskabeln, HF- und EMV-Messungen,
 - ◆ **Normung:**
 - ◆ Obmann und Deutscher Sprecher des UK 412.3, Koaxialkabel,
 - ◆ Sekretär bei CENELEC SC 46XA, Coaxial cables
 - ◆ Mitglied weiterer Komitees und Arbeitsgruppen bei IEC & CENELEC

Übersicht

- **Physikalische Grundlagen der Kabel-Schirmung**
 - ◆ Definitionen, elektrische Länge
 - ◆ Kopplungsübertragungsfunktion
- **Messen der Schirmwirkung von Kabeln**
 - ◆ Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung
 - ◆ Kopplungsdämpfung
- **Weiterentwicklung**
 - ◆ Schirmdämpfung von Steckverbindern und Bauteilen
- **Diskussion**

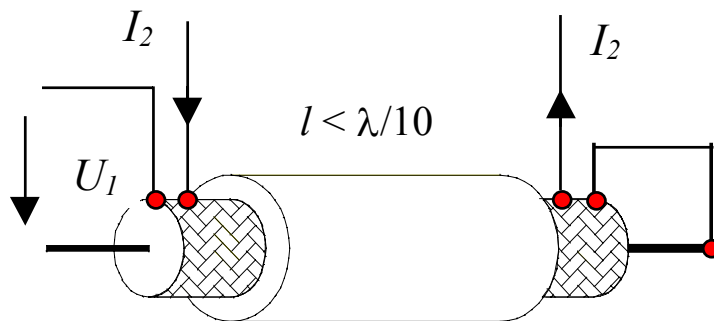
Definitionen, elektrische Länge

hohe Frequenzen: **Schirmdämpfung**

$$a_S = 10 \log (P_1/P_2) = 20 \log_{10} (U_1/U_2) \text{ [dB]}$$

Verhältnis von zwei Leistungen --> **längenunabhängig**

tiefe Frequenzen: **Kopplungswiderstand**



$$Z_T = \frac{U_1}{I_2} \quad [\text{m}\Omega/\text{m}]$$

Wellenlänge

$$\lambda = (c_0 \cdot v_k) / f$$

elektrisch lang:

$$f > \frac{c_0}{2 \cdot l \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

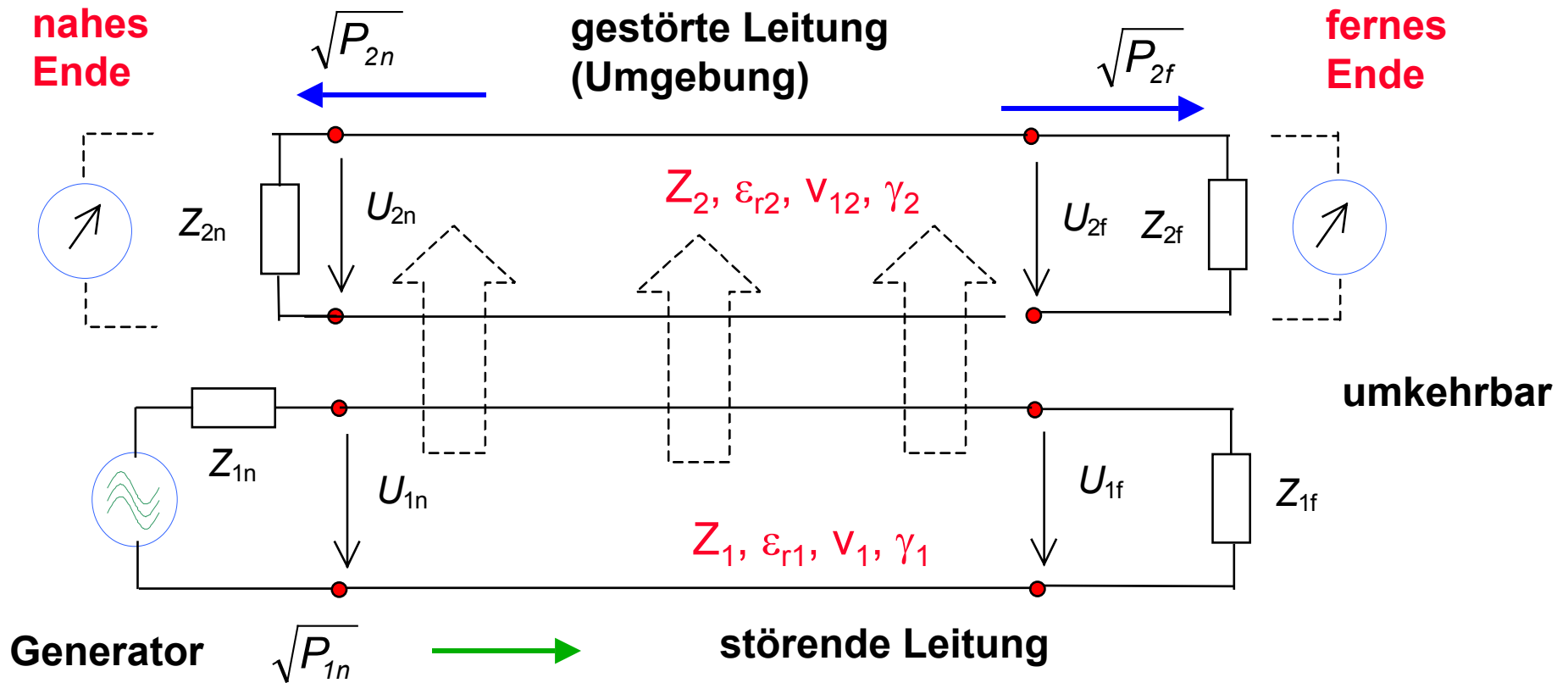
elektrisch kurz:

$$f < \frac{c_0}{10 \cdot l \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}}}$$

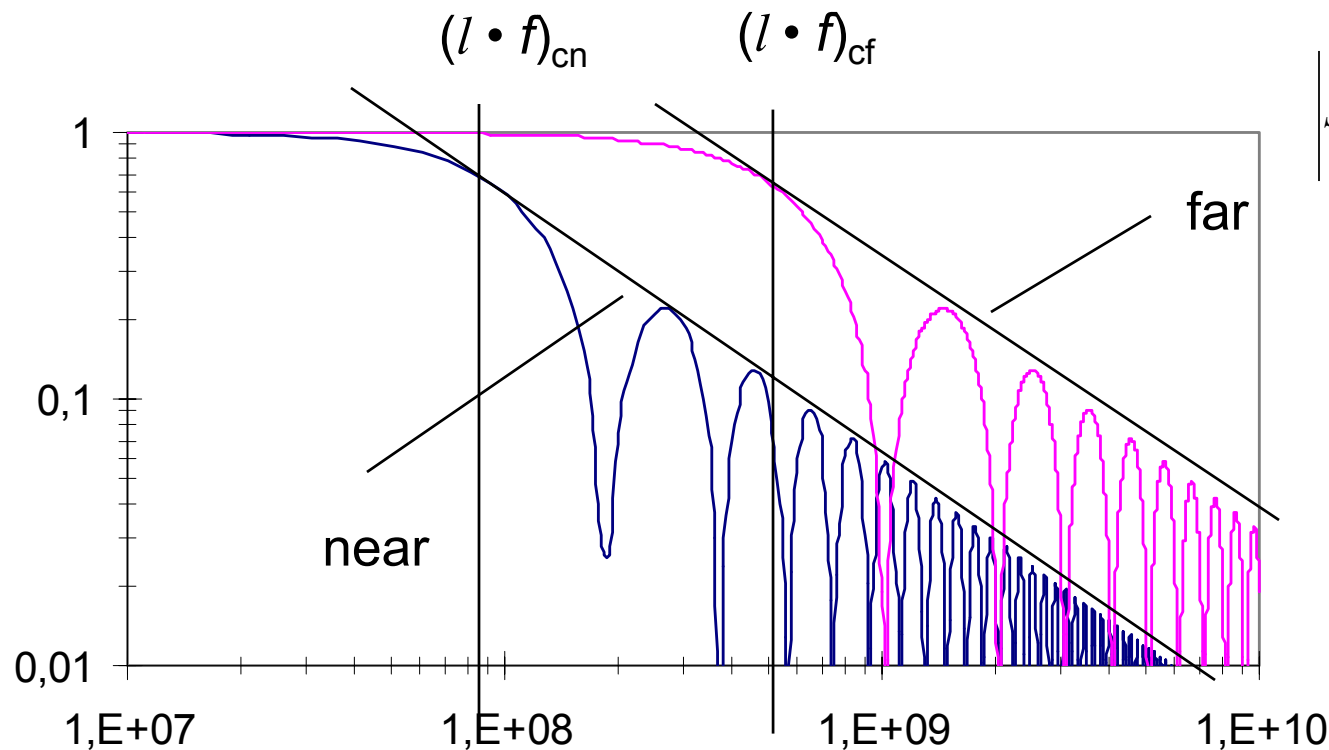
(EN 50289-1-6)

Verhältnis von **U/I = R** --> **längenabhängig**

Kopplung zwischen zwei Leitungen



Summenfunktion S_{nf}



$$\left| S_{nf} \right| = \frac{\left| 2 \sin \left(\frac{(\beta_1 \pm \beta_2) \cdot L_c}{2} \right) \right|}{(\beta_1 \pm \beta_2) \cdot L_c}$$

$\approx \sin x/x$

Tiefe
Frequenzen

$$\left| S_{nf} \right| \rightarrow 1$$

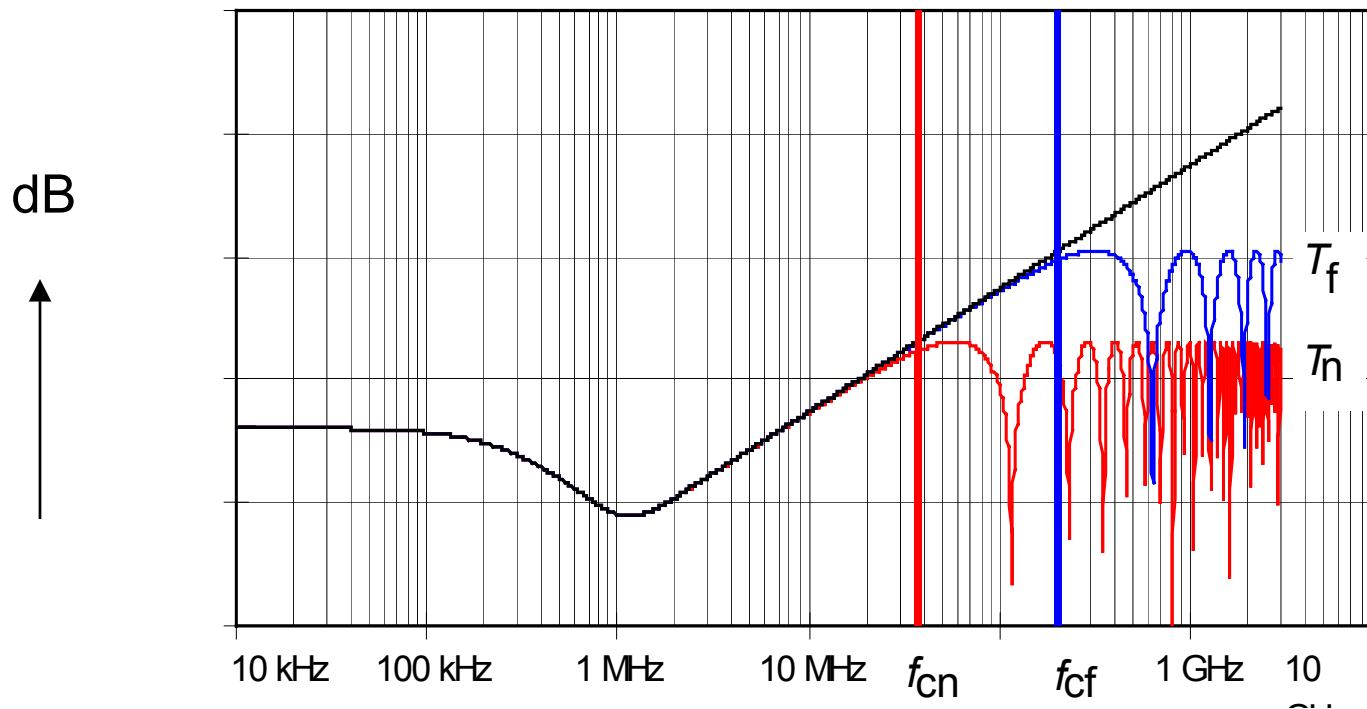
Hohe
Frequenzen

$$\left| S_{nf} \right| \rightarrow \frac{2}{(\beta_1 \pm \beta_2) \cdot l}$$

gerechnete Kopplungsübertragungsfunktion T_{nf}

Frequenzverlauf von a_s und Z_T

$$T_{s,n} = (Z_F \pm Z_T) \cdot \frac{1}{\sqrt{Z_1 \cdot Z_2}} \cdot \frac{l}{2} \cdot S_n$$



n = nahes Ende

f = fernes Ende

$$L = 1 \text{ m}$$

$$\epsilon_{r1} = 2,3$$

$$\epsilon_{r2} = 1,0$$

$$Z_F = 0$$

→
Frequenz

Kopplungswiderstand

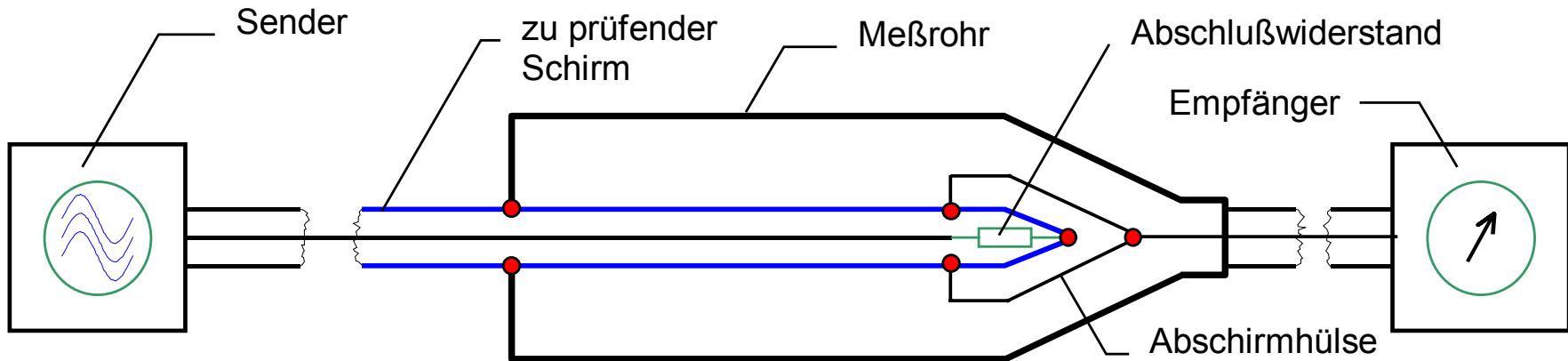
Schirmdämpfung



Messen mit dem Triaxialverfahren, Meßrohr *CoMeT*

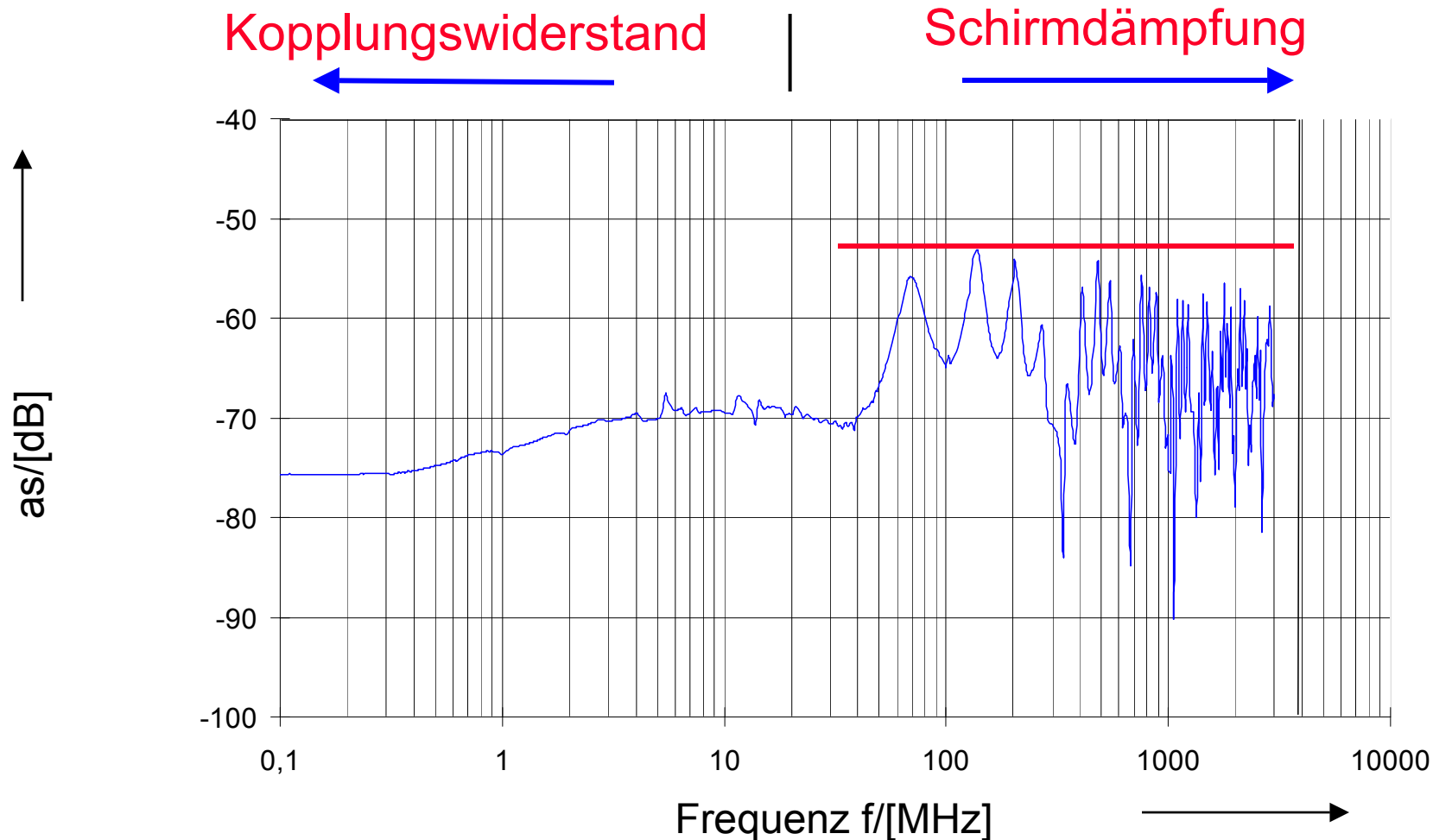
Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung

Einige kHz bis über 3 GHz mit einem Messaufbau

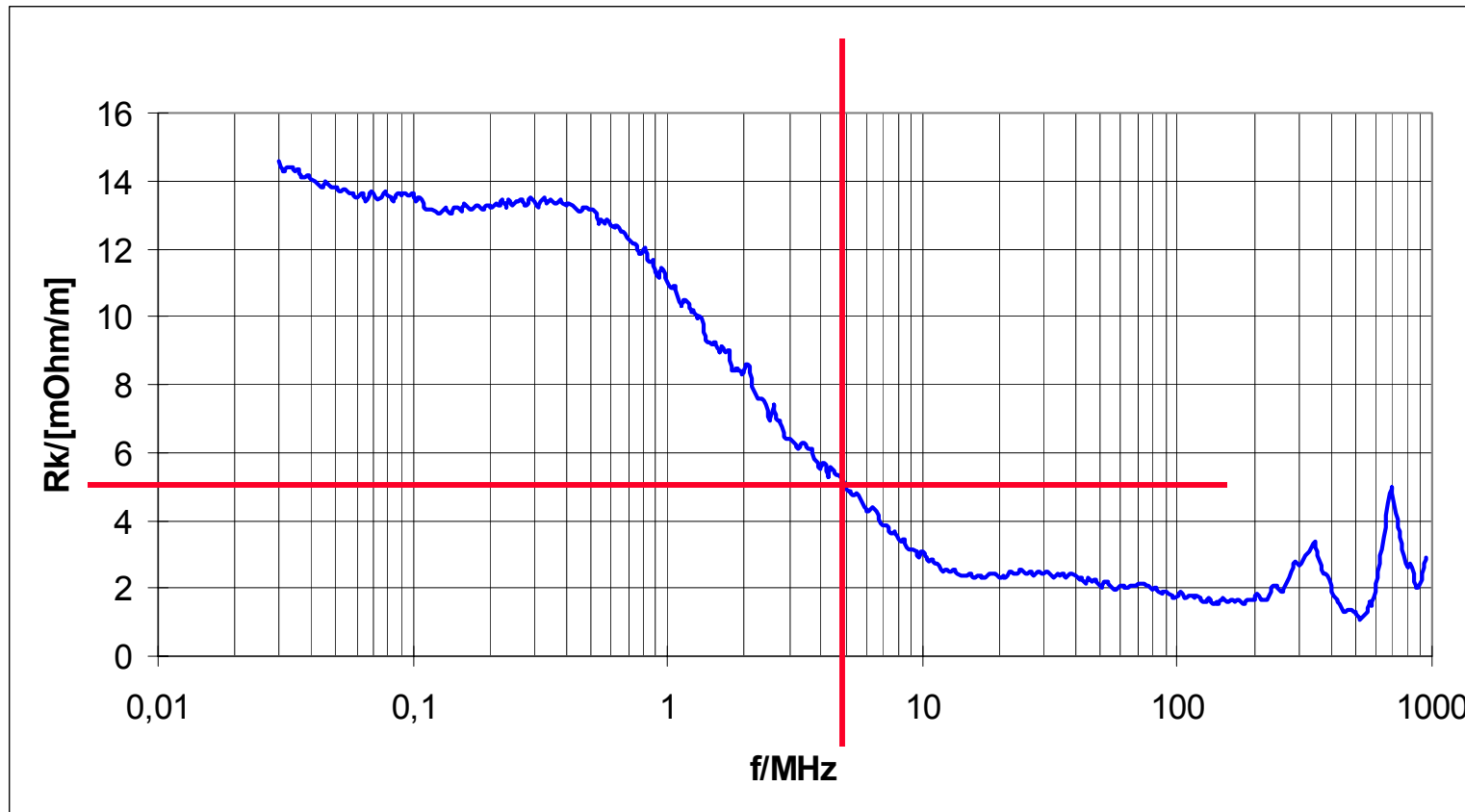


IEC 61196-1, A1 Fachgrundnorm für Hochfrequenzkabel,
EN 50289-1-6, Kommunikationskabel, Elektromagnetisches Verhalten

gemessene Übertragungsfunktion RG 058

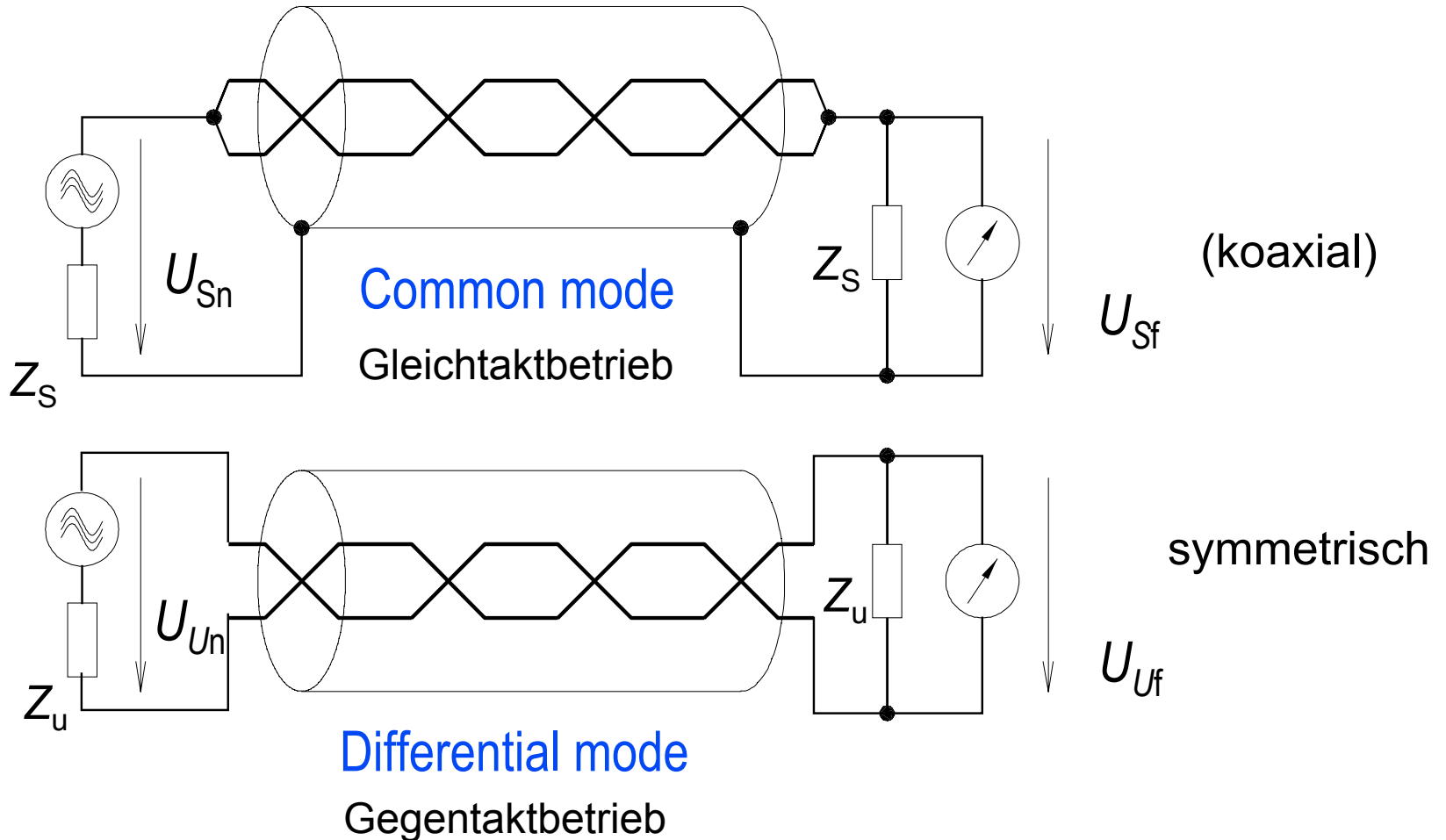


Kopplungswiderstand Telass 110 in mOhm/m



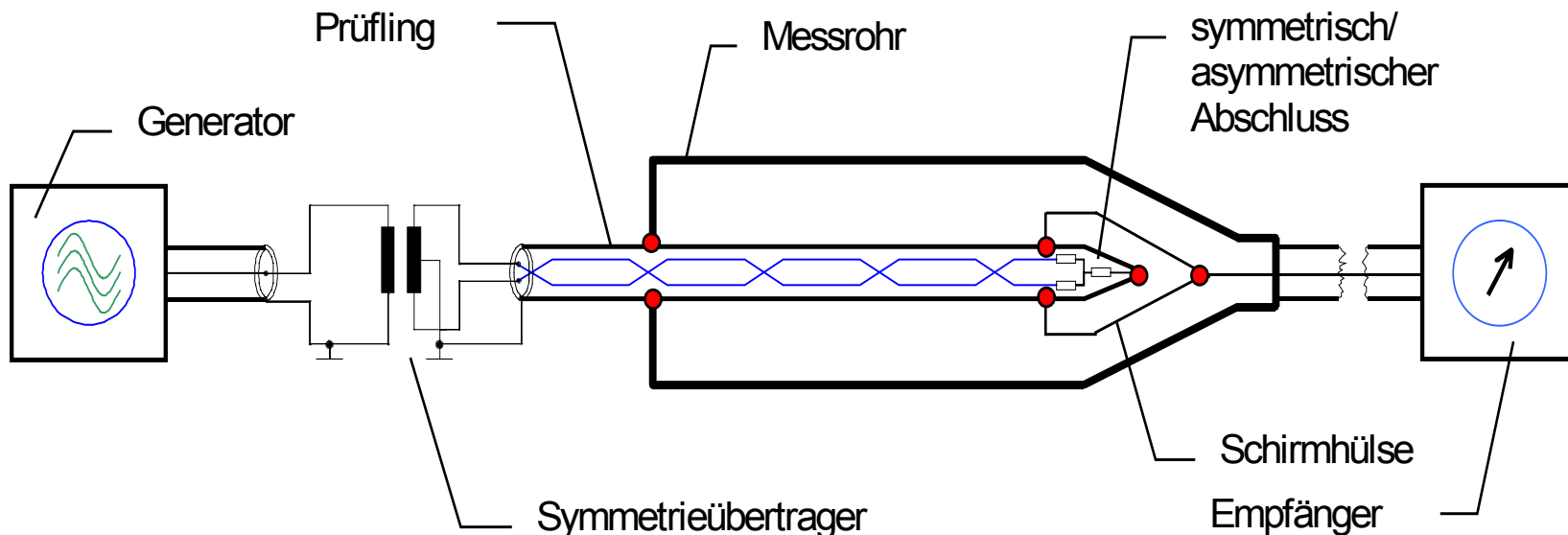
5 mΩ/m @ 5 MHz

Gegentakt- und Gleichtaktbetrieb eines symmetrischen Paares

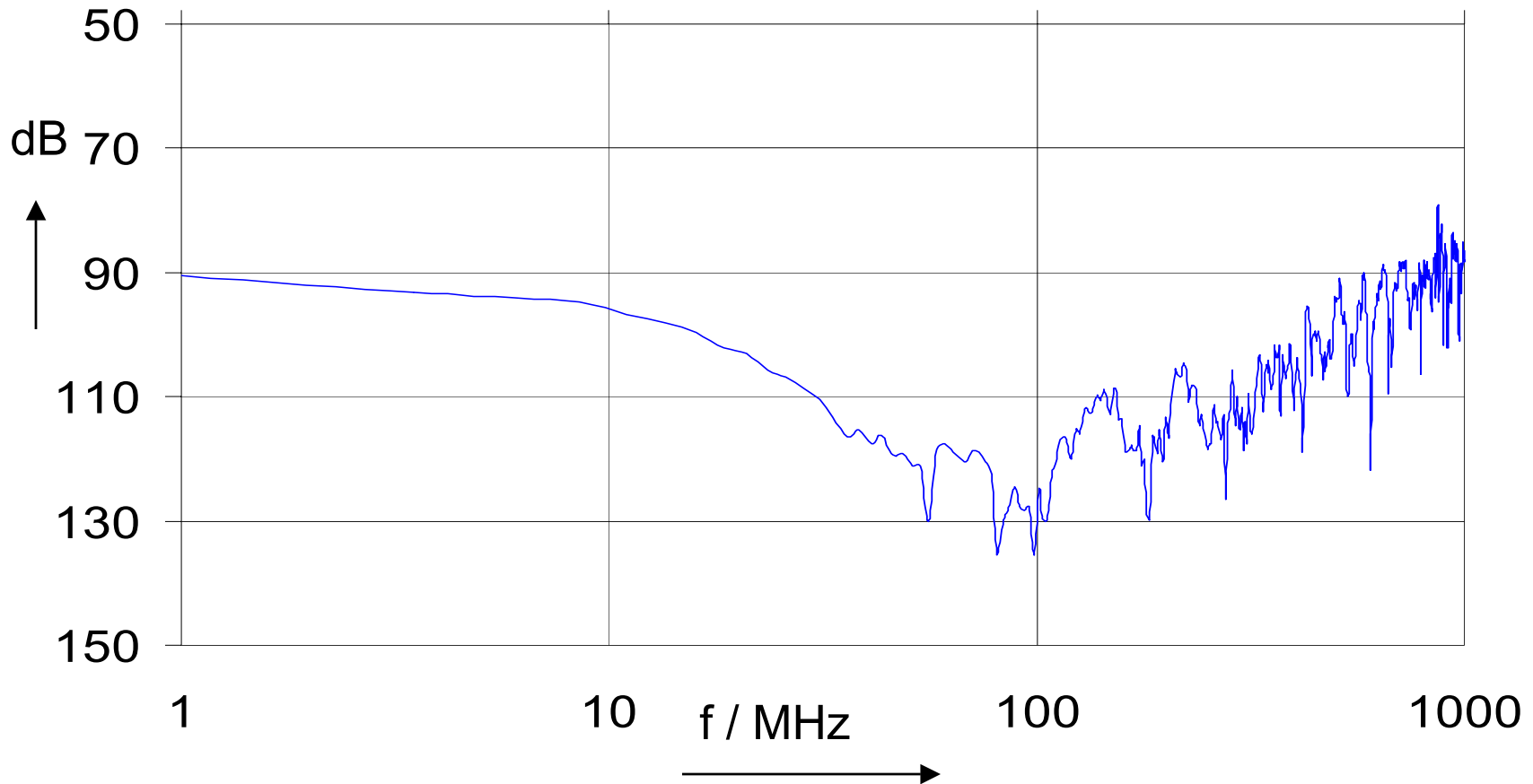


Messen der Kopplungsdämpfung

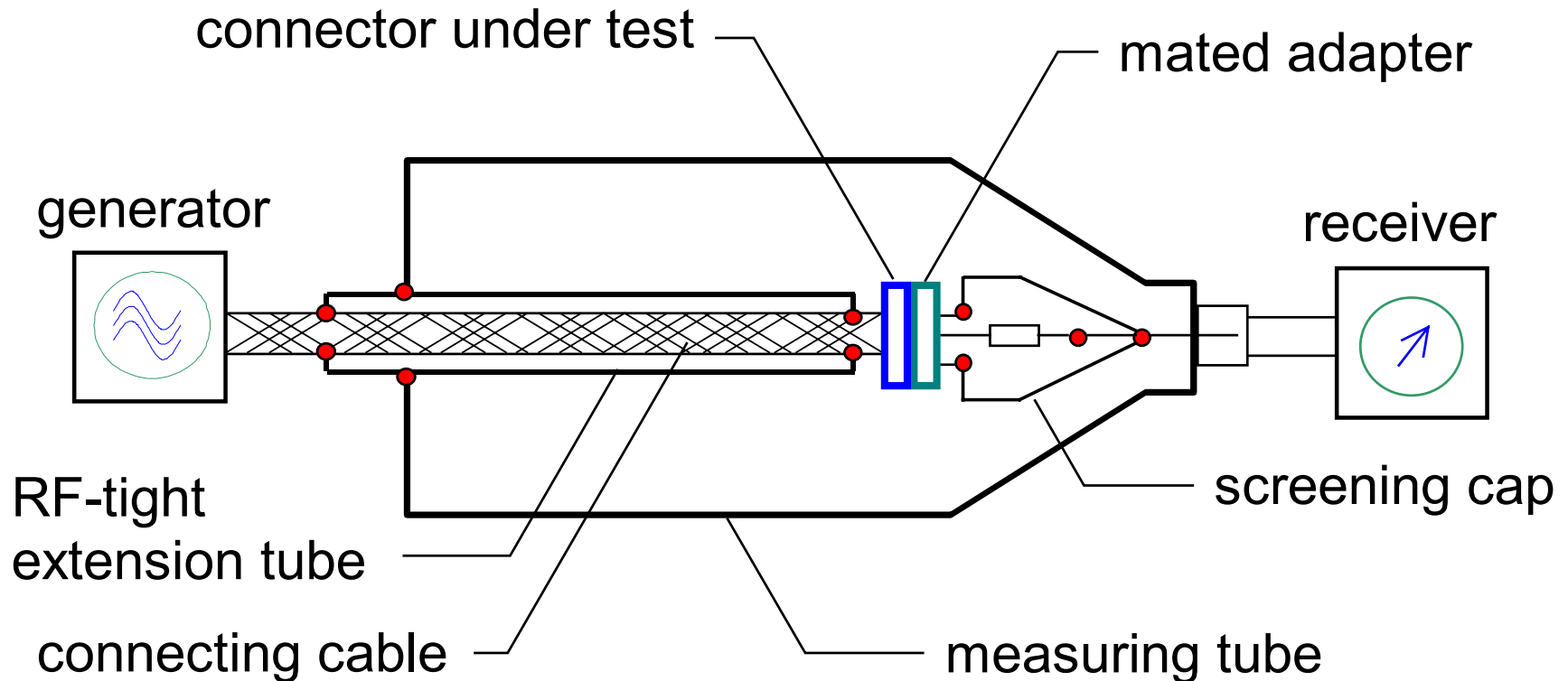
Die Kopplungsdämpfung ist die Summe aus Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirmes



Kopplungs­dämpfung eines CAT 6 Kabels, S/FTP, log scale, Triaxial set up

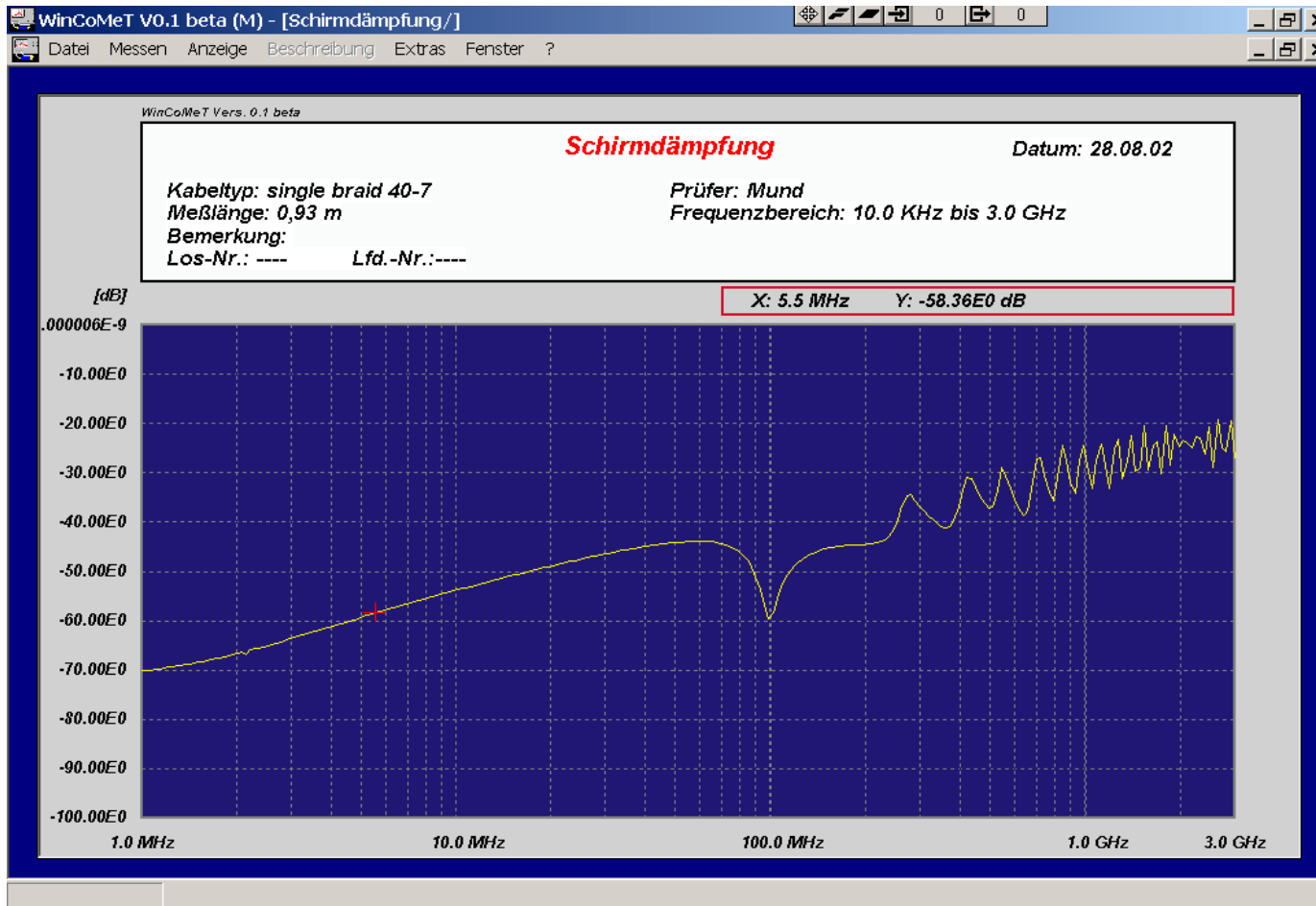


Triaxial set-up with “Tube in Tube“



Tube in Tube measurement of screening attenuation of connectors

Steuer- & Auswerte-Software



Visual Basic

C++

Steuern von
Netzwerk-
Analyseatoren

Dokumentation

Anpassen,
Erweitern auf
weitere
Messverfahren

Zusammenfassung 1

- Die Schirmwirkung von Kommunikationskabeln-Kabeln wird im unteren Frequenzbereich als **Kopplungswiderstand Z_T** und im oberen Frequenzbereich als **Schirmdämpfung a_s** angegeben.
- Bei geschirmten symmetrischen Kabeln ist das Maß der Schirmwirkung die Kopplungsdämpfung als Summe aus Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirms.
- Im Meßsystem **CoMeT** von **bedea** kann sowohl der Kopplungswiderstand als auch die Schirmdämpfung koaxialer Kabel mit einem Meßaufbau im Frequenzbereich von 100 kHz bis über 3 GHz gemessen werden.
- Zusätzlich kann die Kopplungsdämpfung geschirmter symmetrischer Kabel gemessen werden.

Zusammenfassung 2

- Zur Zeit wird an der Weiterentwicklung des Systems **CoMeT** zur Messung der Schirmdämpfung von Steckern, konfektionierten Kabeln sowie von Bauelementen gearbeitet.
- Daneben soll die Steuer- und Auswerte-Software erweitert und ergänzt werden.
- Dazu, sowie auch für andere Aufgaben sind wir an Praktikanten und Diplomanten interessiert.

- Weitere Informationen: www.bedeadea.com

- Interessenten für Praktikum oder Diplomarbeit: bmund@bedeadea.com

CoMeT

Coupling Measuring Tube



bmund@bedea.com
www.bedeas.com