

# Mess-System CoMeT



Messen der EMV von Kabeln für die Kommunikations- & Informationstechnik

---

- Autor: Bernhard Mund,
  - ◆ *Rundfunk&Fernsehtechniker, Radio Brand Marburg, 1971*
  - ◆ *Dipl.-Ing. Nachrichten- & Mikroprozessortechnik, FH Giessen, 1984*
- *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH, Asslar Mitarbeiter seit 1985
  - ◆ *bedea* Hersteller von Kommunikationskabeln, (CATV-Kabel)
- Zuständigkeiten:
  - ◆ Leiter Entwicklung, HF- und EMV-Messungen,
  - ◆ **Normung:**
  - ◆ Obmann des UK 412.3, Koaxialkabel,
  - ◆ Sekretär des IEC SC 46A Coaxial cables
  - ◆ Sekretär des CENELEC SC 46XA, Coaxial cables

## Übersicht

---

- Physikalische Grundlagen der Kabel-Schirmung
  - ◆ Definitionen, elektrische Länge
  - ◆ Kopplungsübertragungsfunktion
- Messen der Schirmwirkung von Kabeln
  - ◆ Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung
  - ◆ Kopplungsdämpfung
- Normen
  - ◆ EN 50117, Schirmungsklassen
  - ◆ Schirmungsklasse A
- Diskussion

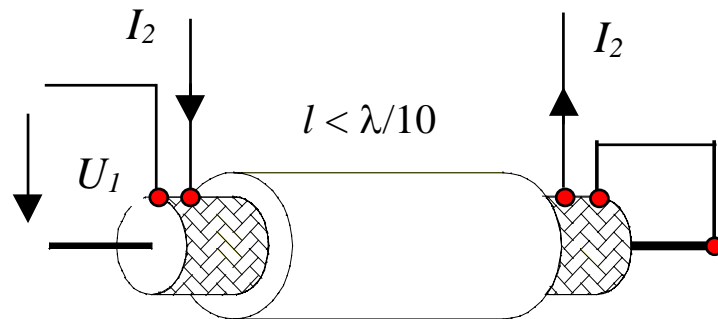
## Definitionen, elektrische Länge

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**



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

Wellenlänge

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

**elektrisch lang:**

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

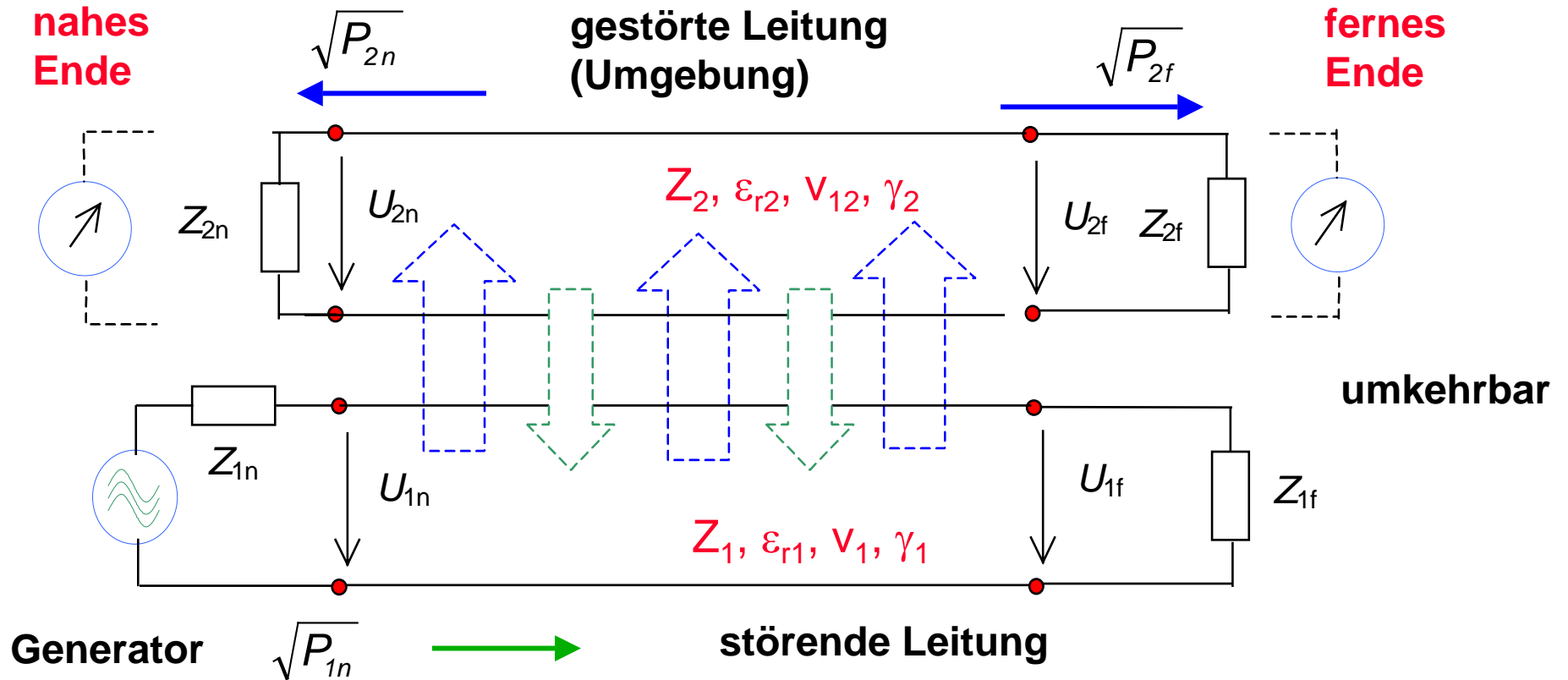
**elektrisch kurz:**

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

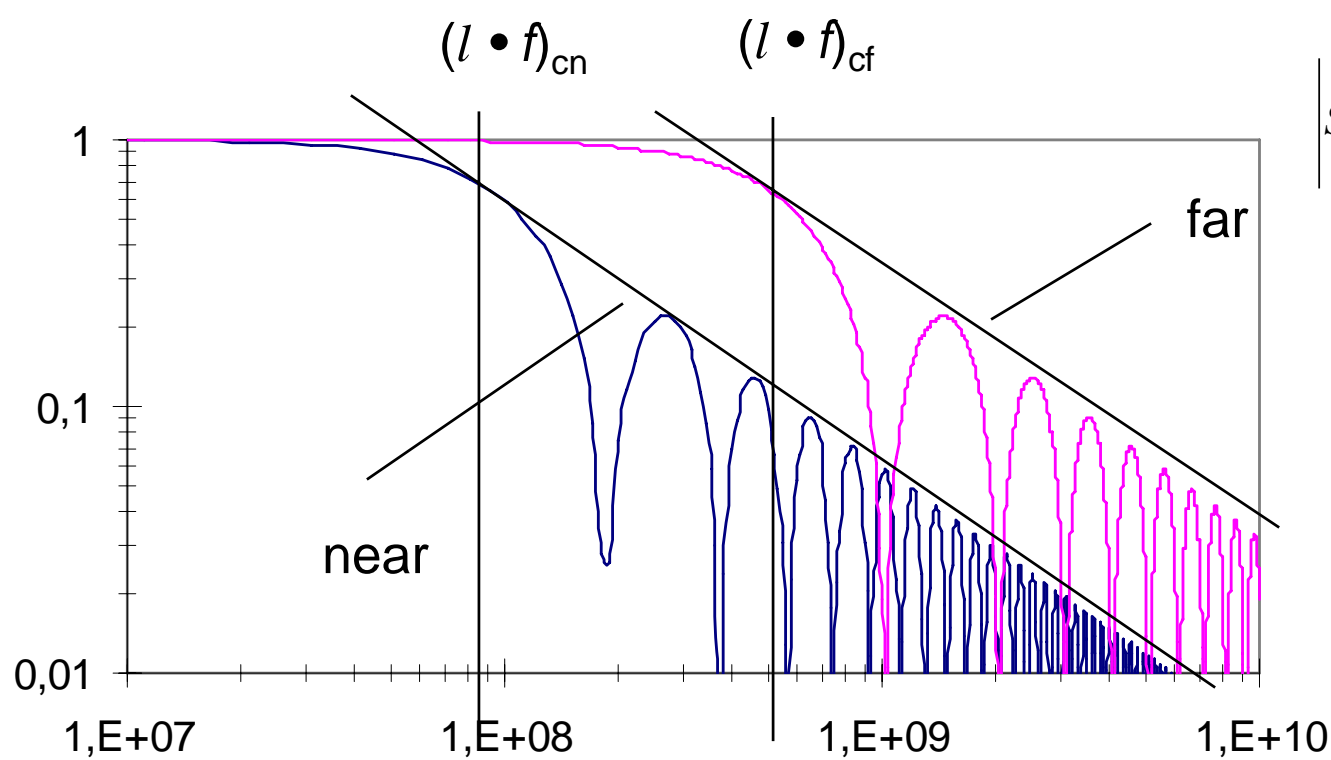
(EN 50289-1-6)

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

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

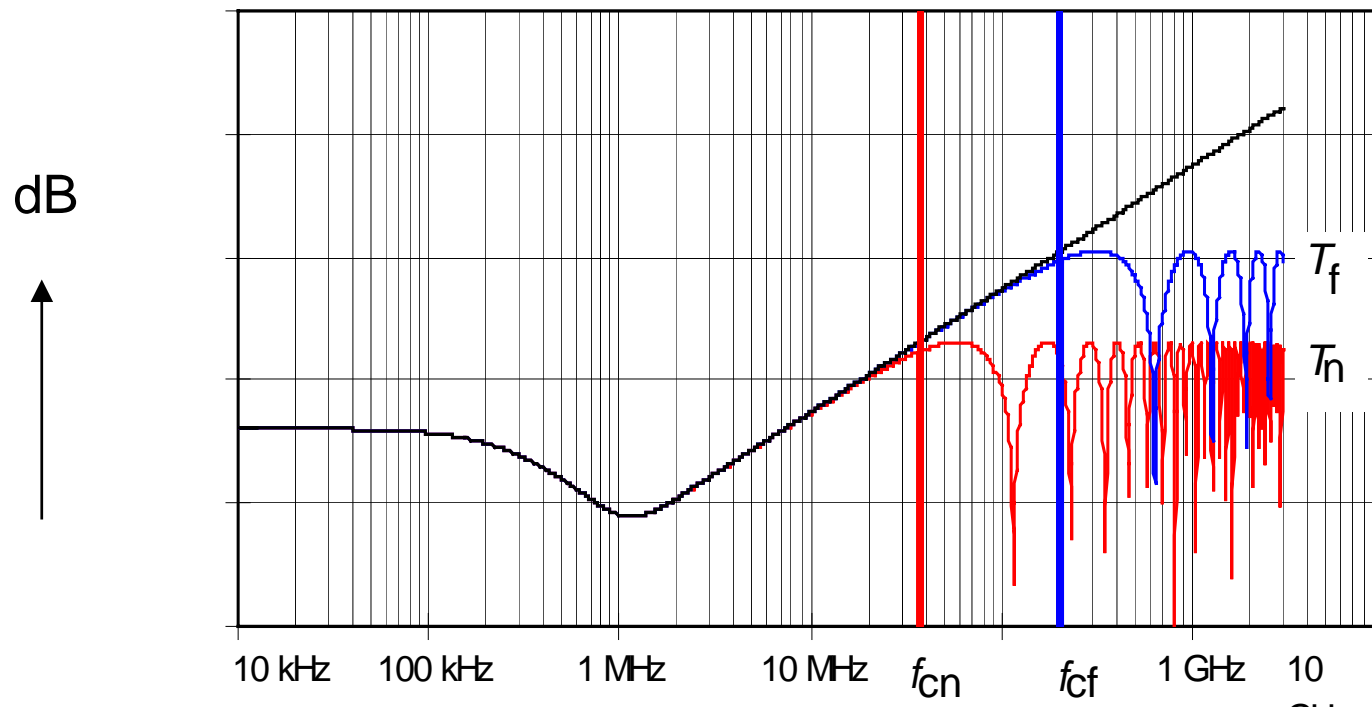
Hohe  
Frequenzen

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

# 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 m
- $\epsilon_{r1} = 2,3$
- $\epsilon_{r2} = 1,0$
- $Z_F = 0$

→  
Frequenz

**Kopplungswiderstand**



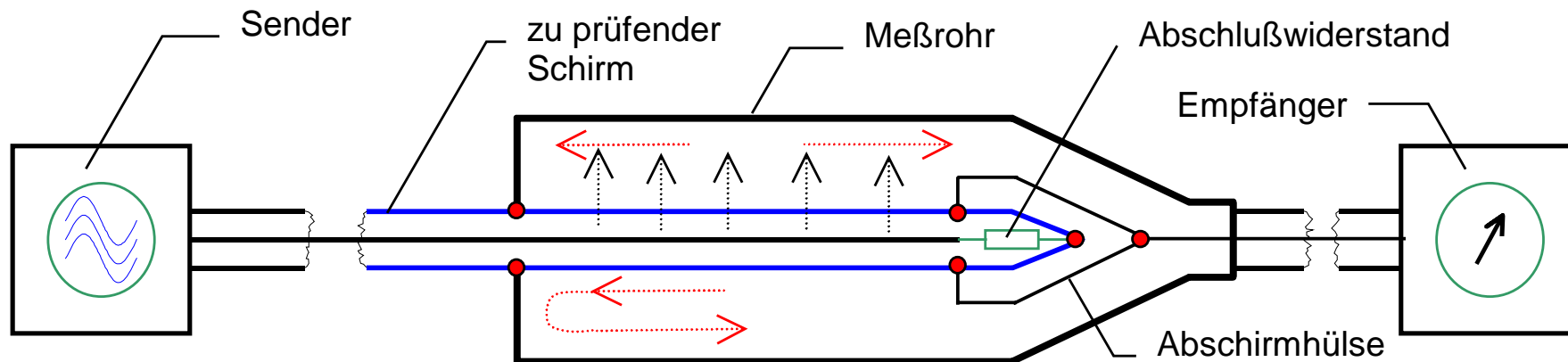
**Schirmdämpfung**



# Messen mit dem Triaxialverfahren, Messrohr *CoMeT*

## Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung

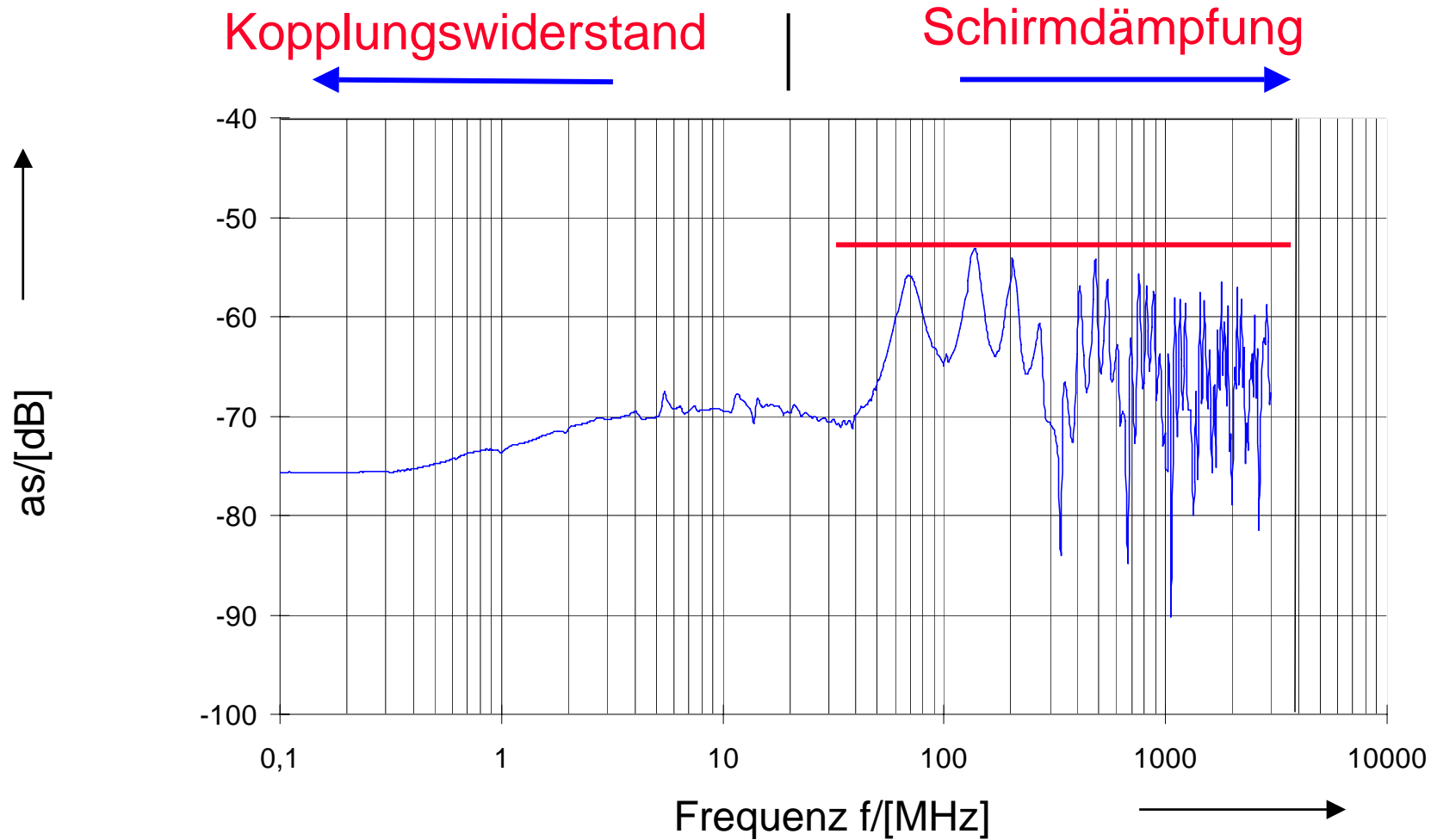
Einige kHz bis über 3 GHz mit einem Messaufbau



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



# gemessene Übertragungsfunktion RG 058



## Grenzwerte der Störstrahlung (NB 30)

**Die Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, (RegTP), hat in der Nutzungsbestimmung NB 30 die Grenzwerte der Störstrahlung von Telekommunikationsanlagen festgelegt.**

Frequenz, f, MHz, im Bereich	Grenzwert der Störfeldstärke (Spitzenwert) in 3 m Abstand dB( $\mu$ V/m)
0,009 bis 1	$40 - 20 \log_{10} f(\text{MHz})$
größer als 1 bis 30	$40 - 8,8 \log_{10} f(\text{MHz})$
größer als 30 bis 1000	27 <sup>1)</sup>
größer als 1000 bis 3000	40 <sup>2)</sup>

1) Dies entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 20 dBpW

2) Dies entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 33 dBpW

## EN 50117, Schirmungsklassen

Die Norm **EN 50 083** unterscheidet bei Bauteilen für CATV-Anlagen folgende Schirmungsklassen: Klasse A mit 85 dB und Klasse B mit 75 dB

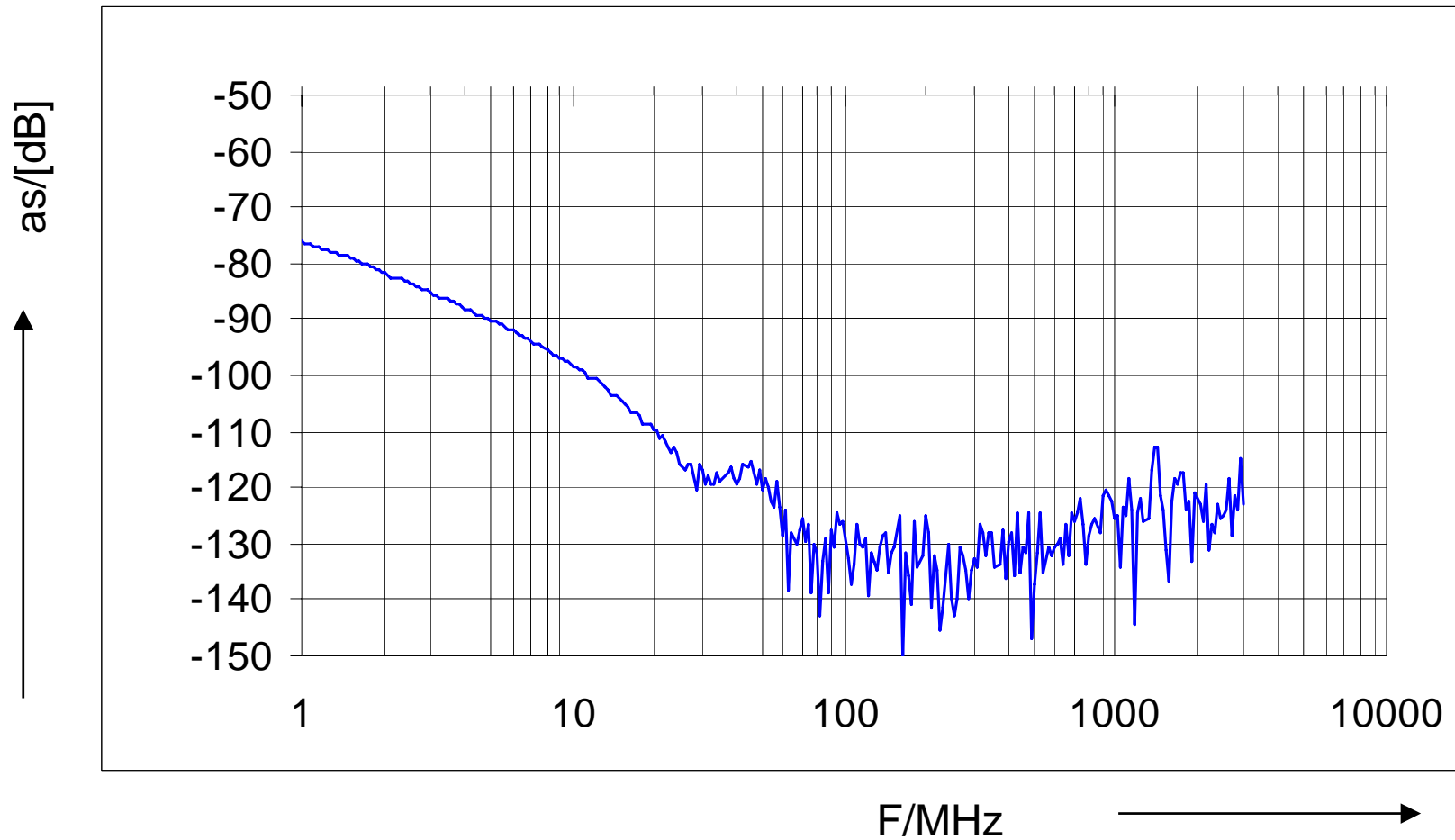
Für **CATV-Kabel** sind nach **EN 50 117-2-1**, Hausinstallationskabel, folgende Werte festgelegt:

<b>Kopplungswiderstand</b>	<b>Klasse A:</b> <b>5 mΩ/m von 5 MHz bis 30 MHz</b> <b>Klasse B:</b> <b>5 mΩ/m von 5 MHz bis 30 MHz</b>
<b>Schirmdämpfung</b>	<b>Klasse A: ≥ 85 dB von 30 MHz bis 1000 MHz</b> <b>Klasse B: ≥ 75 dB von 30 MHz bis 1000 MHz</b>

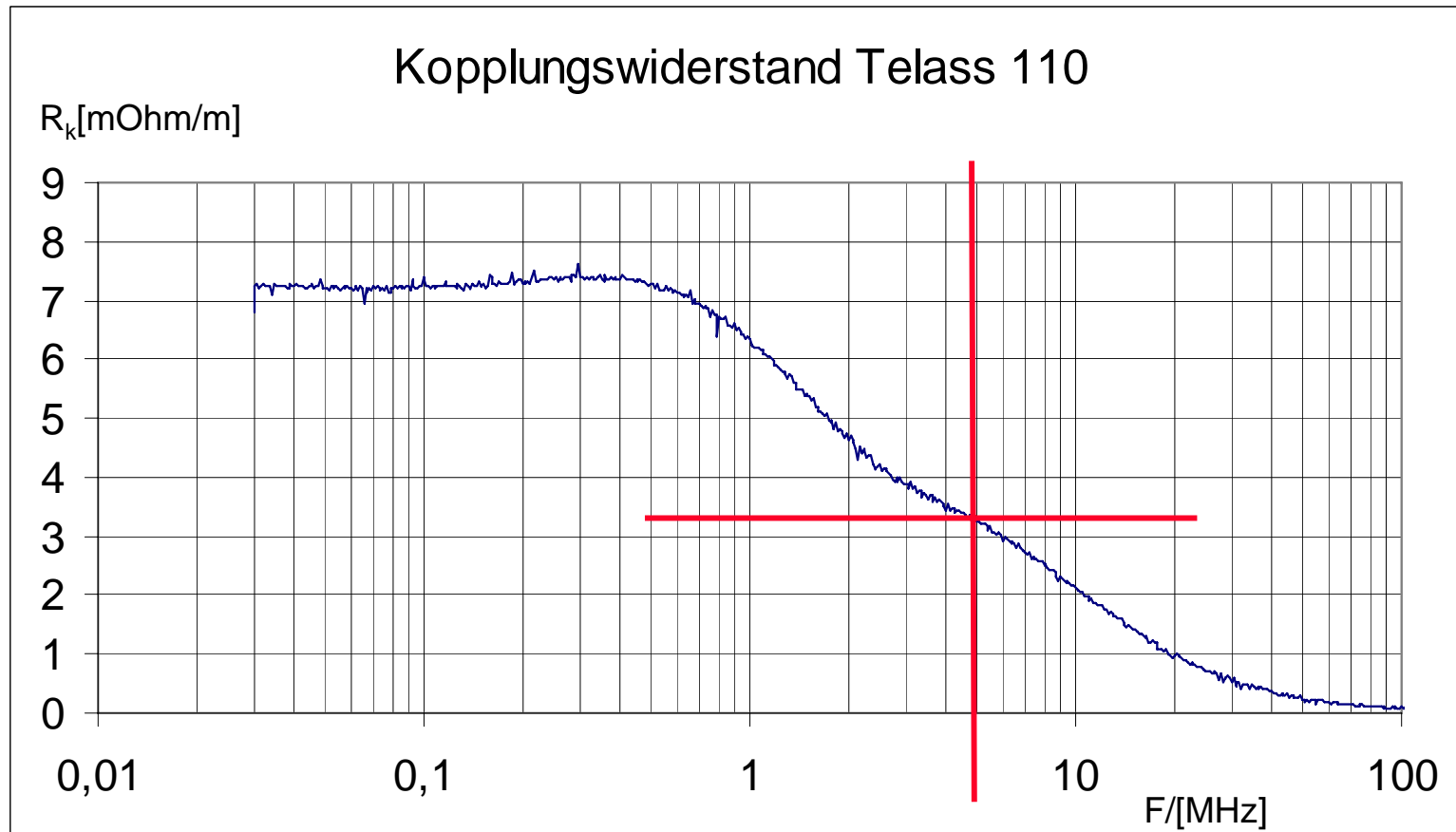
Die gleichen Schirmungsklassen gelten für **Anschluss-Schnüre** nach:

DIN IEC **60966-2-4**: Frequenzbereich 0 bis 3000 MHz, IEC 60169-2 connectors,  
DIN IEC **60966-2-5**: Frequency range 0 bis 1 000 MHz, IEC 60169-2 connectors,  
DIN IEC **60966-2-6**: Frequency range 0 bis 3 000 MHz, IEC 60169-24 connectors (F),  
(Entwürfe DIN IEC 60966-2-4/-5/-6 von Januar 2002)

## Schirmdämpfung Telass 110+

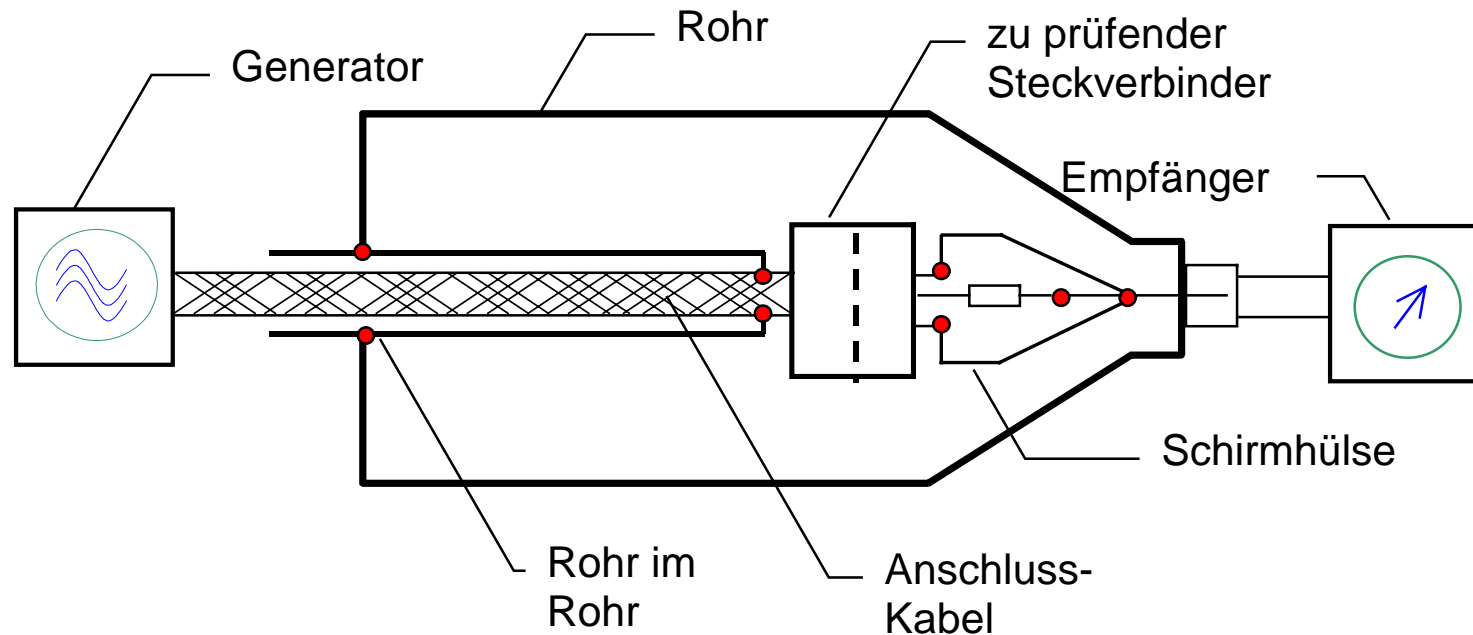


# Kopplungswiderstand Telass 110 in mOhm/m



**< 3,5 mΩ/m @ 5 MHz**

# Messen von Steckern & Bauteilen mit "Tube in tube"

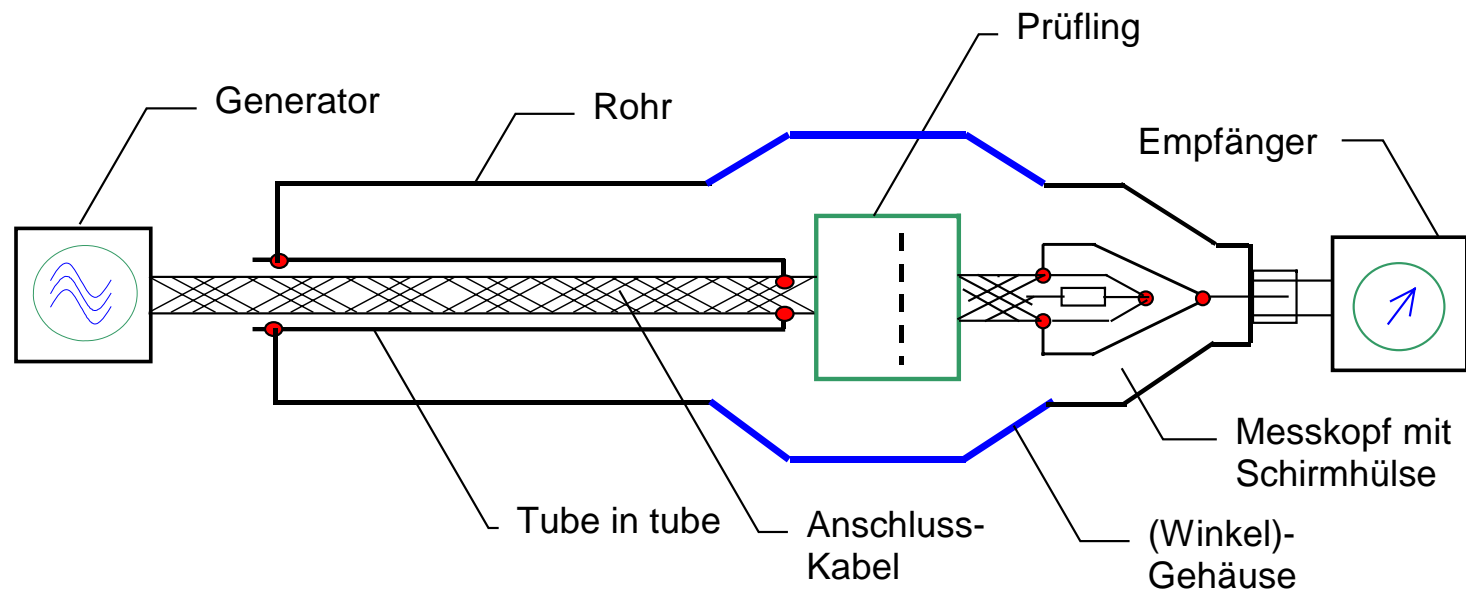


IEC 63153-4-7, Tube in Tube procedure

## Mess-System CoMeT



# Messen von Verbindungstechnik mit Tube in tube



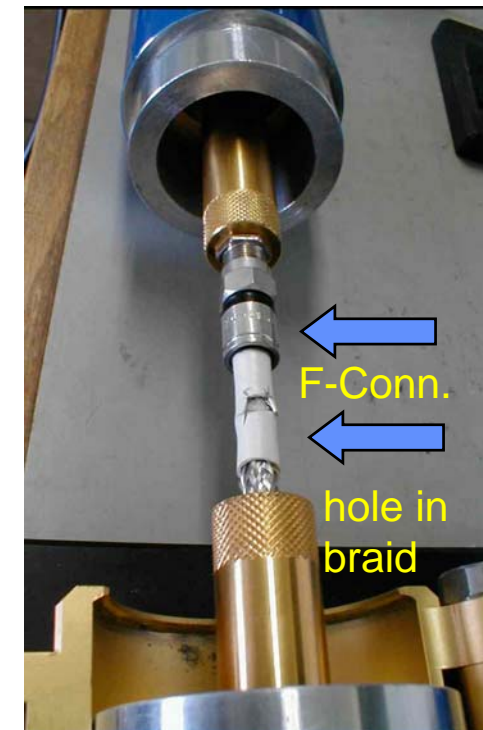
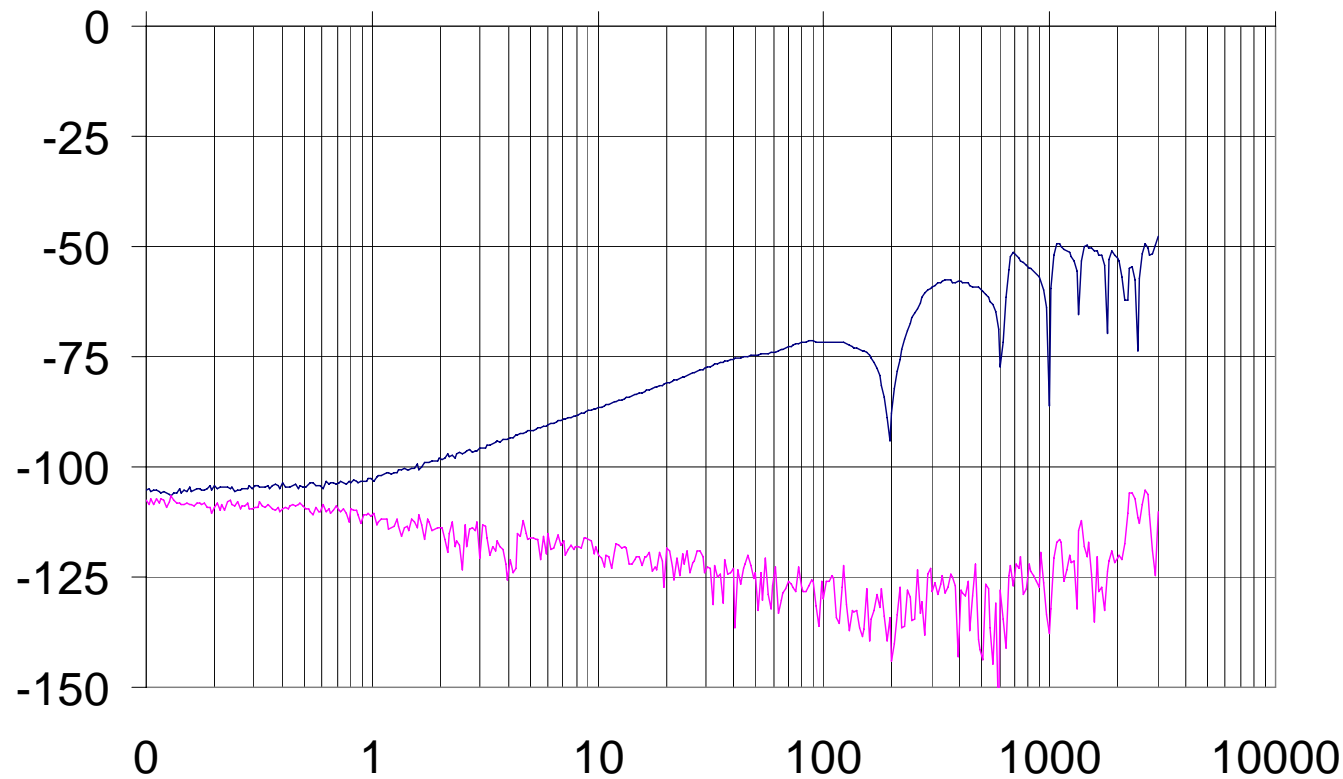
IEC 63153-4-7, Tube in Tube procedure



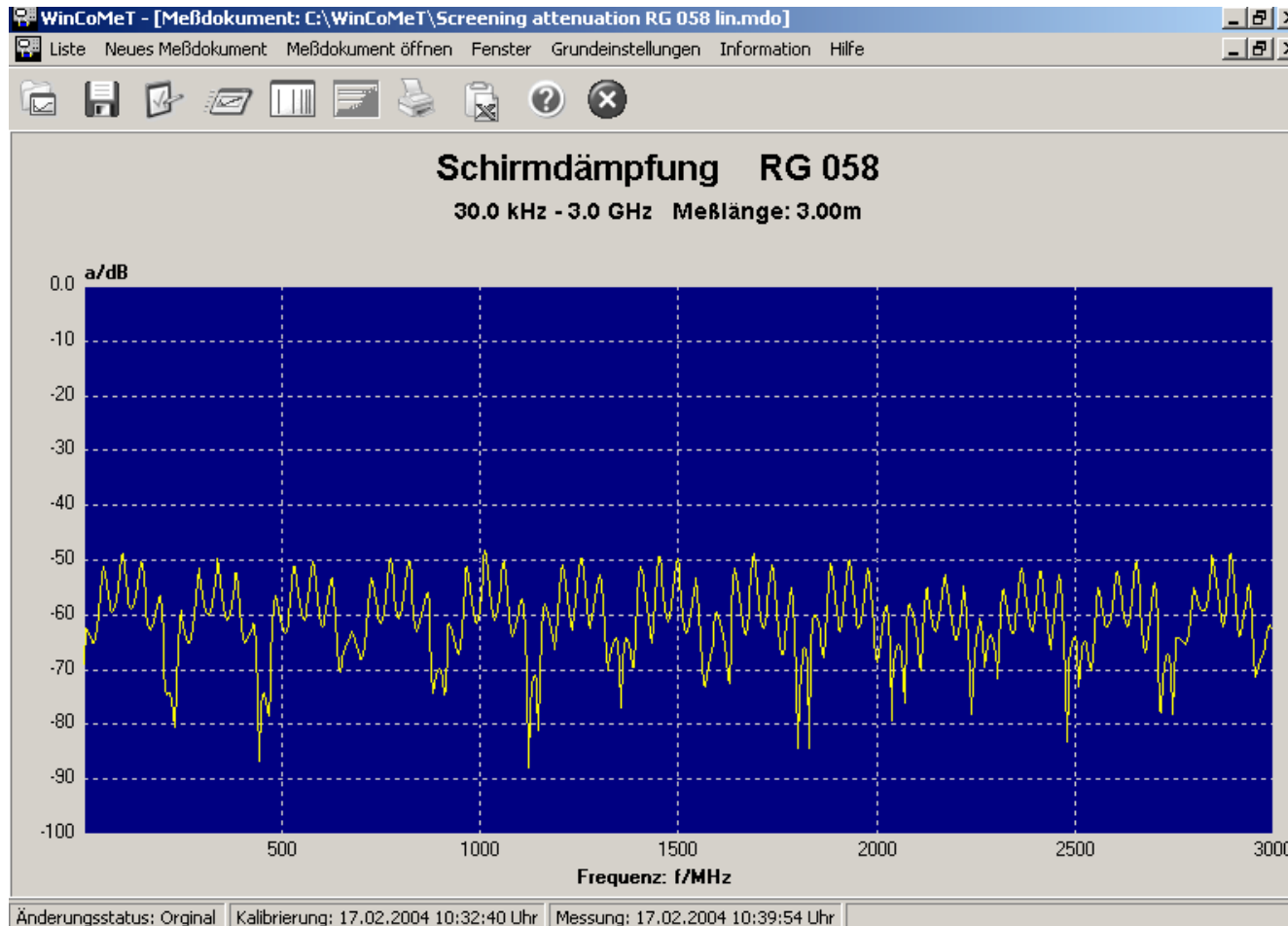
# Kabel mit Loch im Schirm, Tube in tube, 0,5 m

Telass 110 mit F-Stecker

Gleiches Kabel mit Loch, 3 mm



# Steuer- & Auswerte-Software



Delphi  
C++

Steuern von  
Netzwerk-  
Analyseatoren

Dokumentation

weitere  
Messverfahren für  
Kommunikations-  
Kabel

---

## Zusammenfassung 1

---

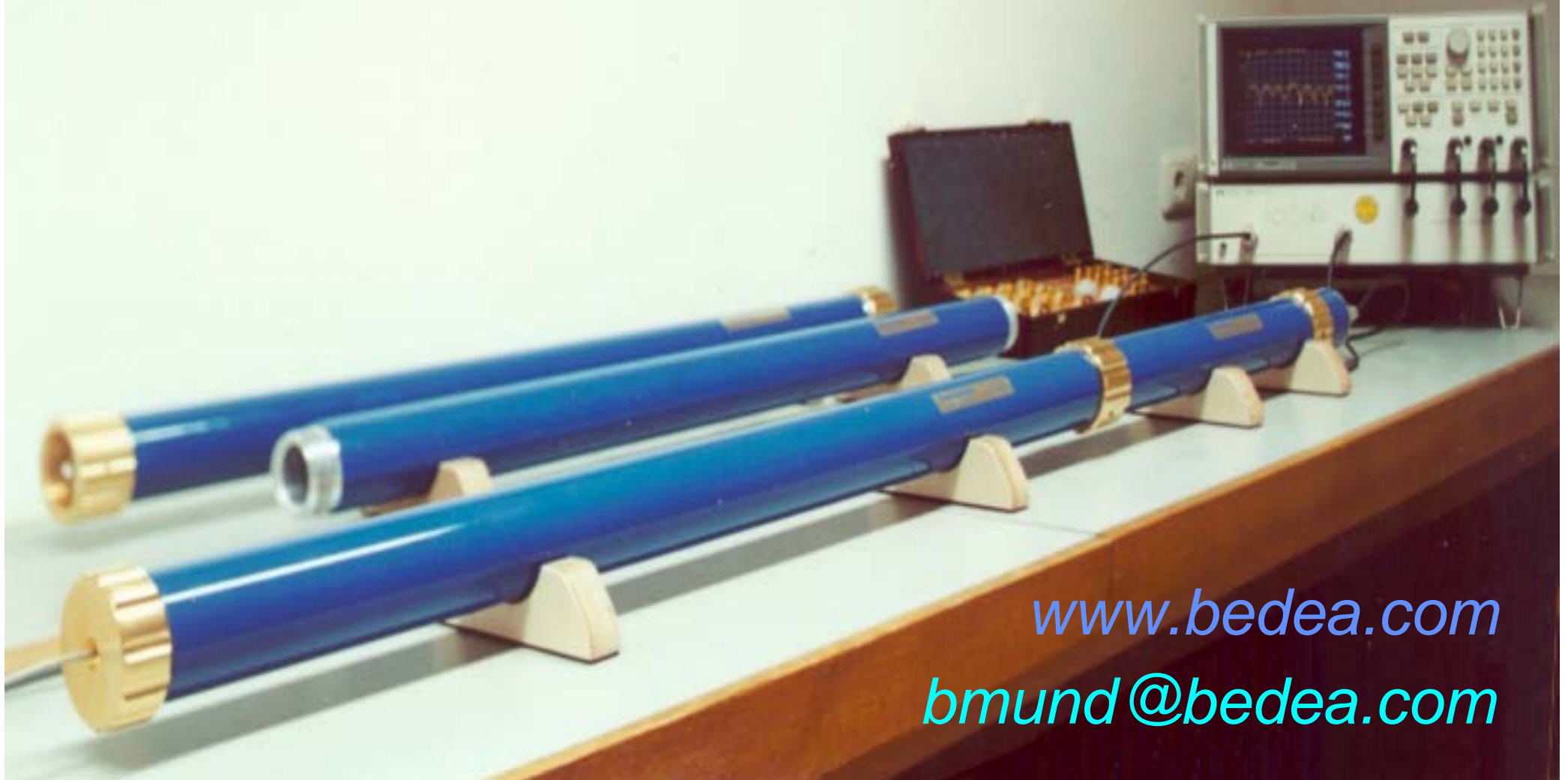
- Die Schirmwirkung von CATV-Kabeln wird im unteren Frequenzbereich als **Kopplungswiderstand  $Z_T$**  und im oberen Frequenzbereich als **Schirmdämpfung  $a_S$**  angegeben.
- Der Kopplungswiderstand ist längenabhängig ( $m\Omega/m$ ).
- Die Schirmdämpfung ist abhängig von den Umgebungsbedingungen jedoch unabhängig von der Länge.
- 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.

## Zusammenfassung 2

- Von der Regulierungsbehörde für Telekommunikation und Post, (Reg TP) wurden Grenzwerte für die Störfeldstärke festgelegt (NB 30).
- In der Norm **EN 50117-2-1, ed2**, Hausinstallationskabel, für CATV-Anlagen, ist für die **Schirmungsklasse A** der Kopplungswiderstand mit  $\leq 5 \text{ m}\Omega/\text{m}$  bei 5 MHz sowie die Schirmdämpfung mit  $\geq 85 \text{ dB}$  im Bereich von 30 MHz bis 1 GHz festgelegt.
- Mit Kabeln der Schirmungsklasse A werden die Grenzwerte der NB 30 nach derzeitigem Kenntnisstand eingehalten.
- Das Kabel Telass 110 von *bedea* entspricht der Schirmungsklasse A, die Anforderungen der RegTP werden mit dem Telass 110 eingehalten.

# *CoMeT*

## *Coupling Measuring Tube*



[www.bedeia.com](http://www.bedeia.com)

[bmund@bedeia.com](mailto:bmund@bedeia.com)