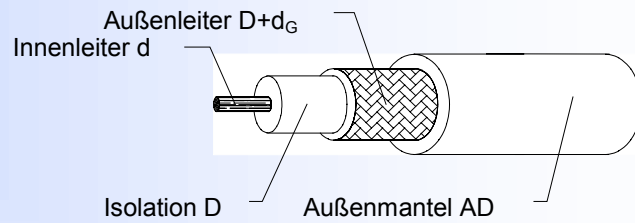


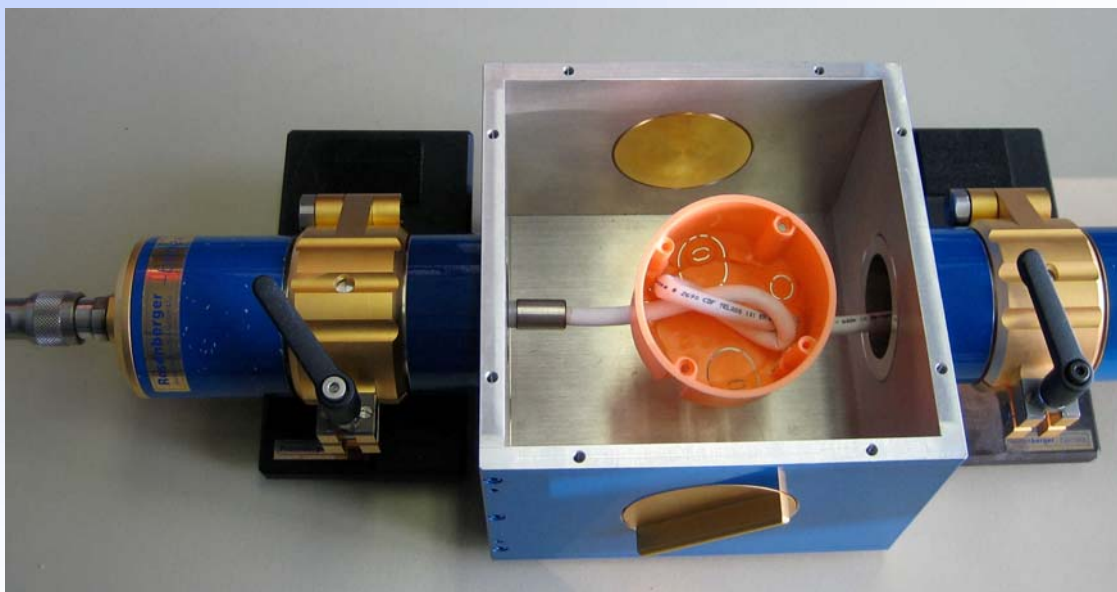
## Technik & Installation von CATV-Kabeln



Bernhard Mund, [bedea](http://bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1-1

## Technik, Installation & EMV von CATV-Kabeln



Messung der Schirmdämpfung, Telass CDF 101 in uP-Dose

Bernhard Mund, [bedea](http://bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1-2

## Technik, Installation & EMV von CATV-Kabeln



- 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 sowie HF- und EMV-Messungen,
  - ◆ **Normung:**
  - ◆ Obmann des VDE/DKE UK 412.3, Koaxialkabel,
  - ◆ Sekretär des CENELEC SC 46XA, Coaxial cables
  - ◆ Sekretär des IEC SC 46A, Coaxial cables

## Übersicht



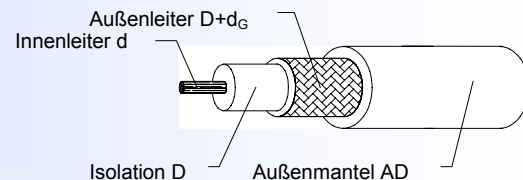
- Charakteristische Kennwerte von CATV-Kabeln
  - ◆ Wellenwiderstand,
  - ◆ Dämpfung, Rückflussdämpfung
- Verlegevorschriften
  - ◆ Zugbelastung und Biegeradien
  - ◆ Betriebsdaten von Koaxialkabeln
- EMV von CATV-Kabeln, Schirmungsklassen
- Normen
  - ◆ DIN EN 50117-2-1 bis -2-5, EN 50117-4-1, CATV-Kabel
  - ◆ DIN EN 60966-2-4 bis -2-6, Empfängeranschlusskabel
- Diskussion



## Wellenwiderstand

- Der **Wellenwiderstand**  $Z$  als charakteristische Größe eines HF-Koaxialkabels ergibt sich aus dem Verhältnis der Durchmesser von Außenleiter zu Innenleiter ( $D/d$ ) sowie aus der Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon_r$  des Isolationsmaterials. Für Frequenzen  $> 10$  MHz gilt:

$$Z = \frac{60}{\sqrt{\epsilon_r}} \cdot \ln\left(\frac{D}{d}\right) \quad \text{Ohm}$$



- Eng mit dem Wellenwiderstand verknüpft ist die längenbezogene **Kapazität**  $C'$  des Kabels:

$$C' = \frac{55,6 \cdot \epsilon_r}{\ln(D/d)} \quad \text{pF/m (picoFarad/Meter)}$$

- Als Isolationsmaterial kommt vorwiegend **Polyethylen (PE)** mit einer Dielektrizitätskonstanten  $\epsilon_r$  von 2,28 sowie (**physikalisch**) **geschäumtes Polyethylen (CELL-PE)** mit einem  $\epsilon_r$  im Bereich von 1,35 bis 1,5 zum Einsatz.

## Rückflusdämpfung

- Auf seinem Weg durch das Koaxialkabel mit dem Wellenwiderstand  $Z_0$  erfährt ein Signal an jeder Stelle, an der der Wellenwiderstand vom Nennwert abweicht ( $Z_L$ ) eine **Reflexion**  $r$

$$r = \frac{Z_0 - Z_L}{Z_0 + Z_L}$$

- Der Eingangsreflexionsfaktor  $R$  eines Koaxialkabels ist die Summe aller Einzelreflexionen  $r$  im Kabel. Die **Rückflußdämpfung**  $a_r$  ist der logarithmische Wert des Eingangsreflexionsfaktors  $R$ .

$$a_r = 20 \cdot \log(R) \quad (\text{dB})$$

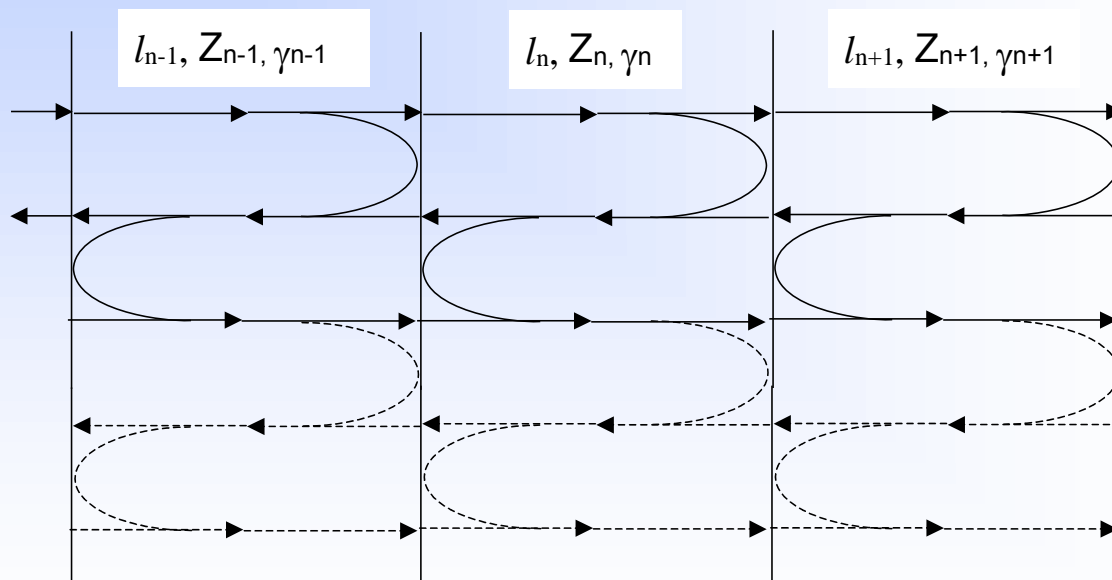
- Die Beziehung der Rückflußdämpfung zum **Stehwellenverhältnis**  $s$  ist gegeben durch:

$$s = \frac{(1 + R)}{(1 - R)}$$

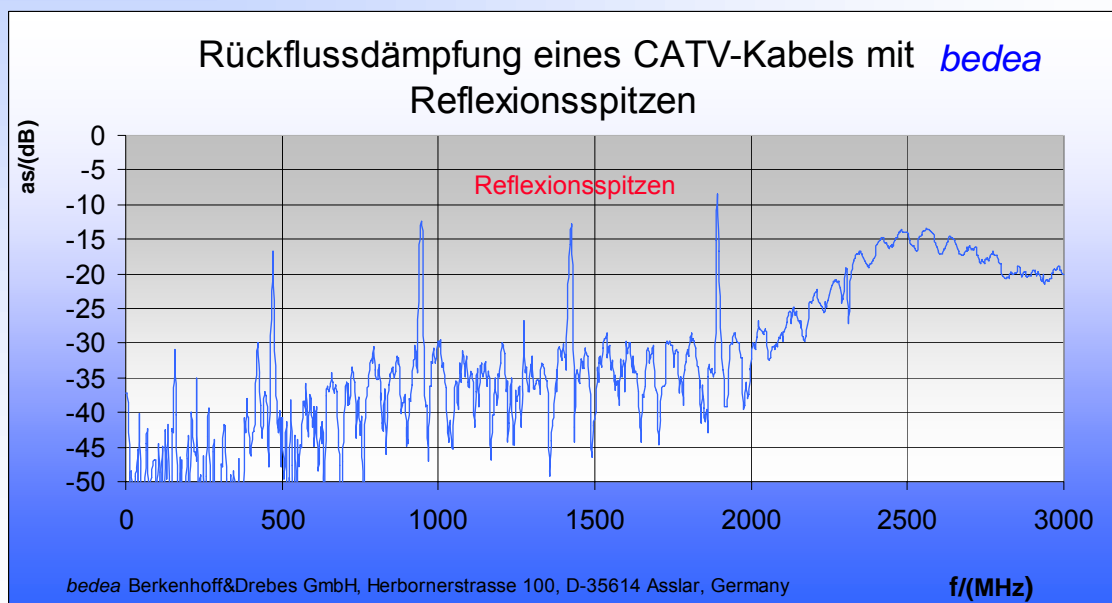
- bei **Kurzschluss** oder **offenem** Ende des Kabels ergibt sich eine **Totalreflexion**. Offene Kabelenden bzw. Enddosen müssen daher mit einem Widerstand abgeschlossen werden

$$r = +1 \text{ oder } -1$$

## periodische Störstellen

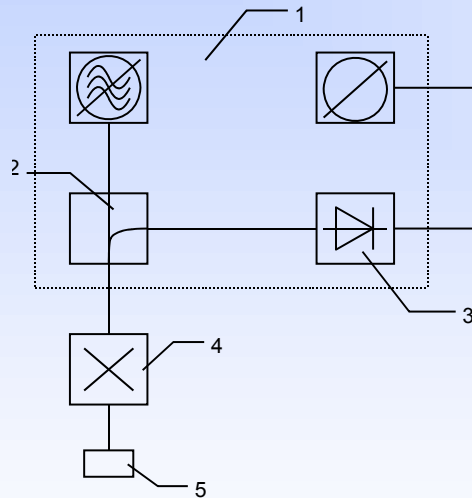


## Rückflussdämpfung



Die Grenzwerte der Rückflussdämpfung sind in EN 50117-2-1 bis -2-5 festgelegt

## Messen der Rückflussdämpfung



- 1 Netzwerkanalysator
- 2 Richtkoppler oder Brücke
- 3 Demodulator
- 4 Prüfling
- 5 Abschlußwiderstand

Anzahl der Messpunkte  
≥ 20.000 pro Messung !

$$r = \frac{Z_0 - Z_L}{Z_0 + Z_L} \quad a_r = 20 \cdot \log(1/r) \quad (\text{dB})$$

Die Rückflussdämpfung ist ein Mass für die Gleichmässigkeit des Wellenwiderstandes und stellt damit das wesentliche (fertigungstechnische) Qualitätsmerkmal eines Koaxialkabels dar !

## Grenzwerte der Rückflussdämpfung

EN 50117-2-3	EN 50117-2-1/-2-2/-2-4/-2-5
RL = 26 dB min. von 5 MHz bis 30 MHz RL = 26 dB min. von 30 MHz bis 470 MHz RL = 23 dB min. von 470 MHz bis 1 000 MHz	Für Kabel mit $\alpha \leq 18 \text{ dB}/100 \text{ m}$ bei 800 MHz RL = 23 dB min. von 5 MHz bis 30 MHz RL = 23 dB min. von 30 MHz bis 470 MHz RL = 20 dB min. von 470 MHz bis 1 000 MHz RL = 18 dB min. von 1 000 MHz bis 2 000 MHz RL = 16 dB min. von 2 000 MHz bis 3 000 MHz ( $\alpha$ ist die Leitungsdämpfung)

### Messungengenauigkeit:

Im Falle digitaler Signalverarbeitung hängt die Messungengenauigkeit,  $\Delta_{ar,f}$  von der Schrittweite  $\Delta_f$  im gemessenen Frequenzbereich ab. Die Frequenzabstände im gemessenen Frequenzbereich sind abhängig von der Frequenz und müssen mit folgender Gleichung übereinstimmen:

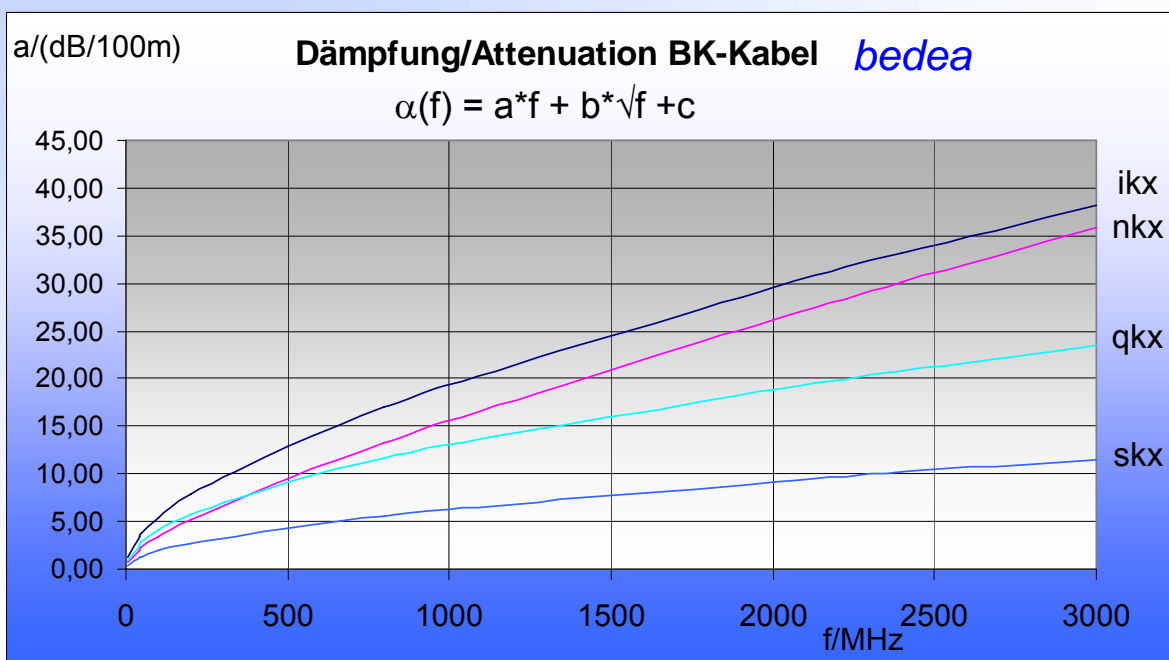
$$\Delta_f \leq 1.4 \cdot \frac{300 \cdot v_r}{868.6 \cdot \pi} \cdot a(f) \cdot \sqrt{10^{\frac{\Delta_{ar,f}}{10}} - 1} \quad \text{bedea misst mit 20.000 Messpunkten !!}$$

wobei  $a(f)$  die Dämpfung des Kabels am gemessenen Frequenzpunkt in dB/100m,  $\Delta_{ar,1}$  die maximale Ungenauigkeit der Messung und  $v_r$  die nominelle Ausbreitungsgeschwindigkeit des Kabels darstellt. <sup>b)</sup> Wenn in der entsprechenden Bauartspezifikation nicht anders angegeben, muss die Messungengenauigkeit  $\Delta_{ar,f} \leq 1 \text{ dB}$  betragen.

## Dämpfung

- Auf dem Übertragungsweg durch das Kabel erfahren die hochfrequenten Signale eine Abschwächung, die mit zunehmender Kabellänge sowie mit steigender Frequenz ansteigt.
- Diese sogenannte **Kabeldämpfung** ergibt sich aus den Drahtwiderständen von Innen- und Außenleiter sowie aus Verlusten im Dielektrikum des Isolationsmaterials.
- Wegen des **Skineffektes**, d.h. wegen der Stromverdrängung nach außen im Leiter bei höheren Frequenzen und wegen zunehmender Verluste im Dielektrikum steigt die Kabeldämpfung mit steigender Frequenz an.
- Um die Dämpfungswerte einzelner Kabelstücke sowie die Dämpfungswerte von Bauteilen einfach addieren zu können, wird die Dämpfung von Kabeln im logarithmischen Maßstab in **Dezibel (dB)** pro Länge, d.h. im allgemeinen in **dB/100m**, angegeben.
- Dämpfung von  $f_2$  bei gegebener  $f_1$  (Näherung):  $\frac{a_1}{a_2} = \sqrt{\frac{f_1}{f_2}}$  (a/dB, f/MHz)

## Dämpfungskurve





## DIN 18015-1 Abschnitt 7.4, Rohr und Verteilnetz



- Kabel und Leitungen müssen auswechselbar und gegen Beschädigung geschützt verlegt werden,
- sie dürfen ([unter Beachtung von DIN EN 50174-2 Abs. 6.5](#)) in Schächten zusammen mit Starkstromkabeln bis 1000 V verlegt werden. **EMV und Sicherheit !**
- Eine Verlegung direkt in Putz ist nicht zulässig.
- Die Auswahl von Kabeln und Leitungen ist in Bezug auf äußere Einflüsse (z. B. mechanisch, thermisch, chemisch) zu treffen. Die Umgebungstemperatur der Leitung darf im Regelfall + 55 °C nicht überschreiten, dies ist insbesondere bei der Verlegung in **Heizungskanälen** oder -schächten und Dachräumen zu beachten.
- ... sind mindestens 2 **Leerrohre** zwischen oberstem Geschoss (Dachgeschoss) und unterstem Geschoss (Kellergeschoss) mit einem Innendurchmesser von je mindestens 30 mm vorzusehen, für die Wohnungszuführung solche mit mindestens 23 mm.
- Für die Montage von Antennensteckdosen sind **60 mm** tiefe Unterputz-Geräteabzweigdosen zu verwenden.

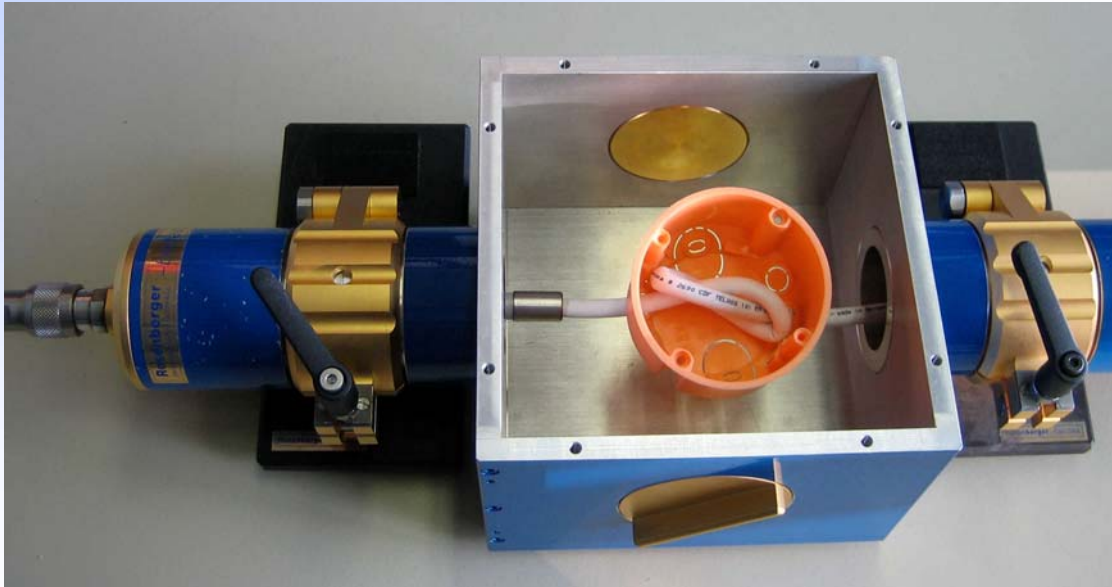
## Betriebsdaten von Koaxkabeln (IEC 60096-0-1)



Minimaler Biegeradius von Koaxialkabeln	5 x Aussendurchmesser für Einmalverlegung im Haus 10 x Aussendurchmesser für einmalige Außenverlegung bzw. Biegen unter Zugbelastung und mehrfaches Biegen
Minimale zulässige Temperatur bei der Verlegung	-15 °C Dielektrikum PE, Mantel PVC, Güte 1 -40 °C Dielektrikum PE, Mantel PVC, Güte 2 -55 °C Dielektrikum PE, Mantel FEP oder PTFE Vorsichtige Verlegung ohne Schocks empfohlen.
maximale Zugbelastung	50 N pro mm <sup>2</sup> Kupfer (Innen- und Aussenleiter), wird vom Hersteller angegeben

**Angaben des Herstellers in den entsprechenden Datenblättern beachten**

## Biegeradien in unterPutz (uP) -Dose

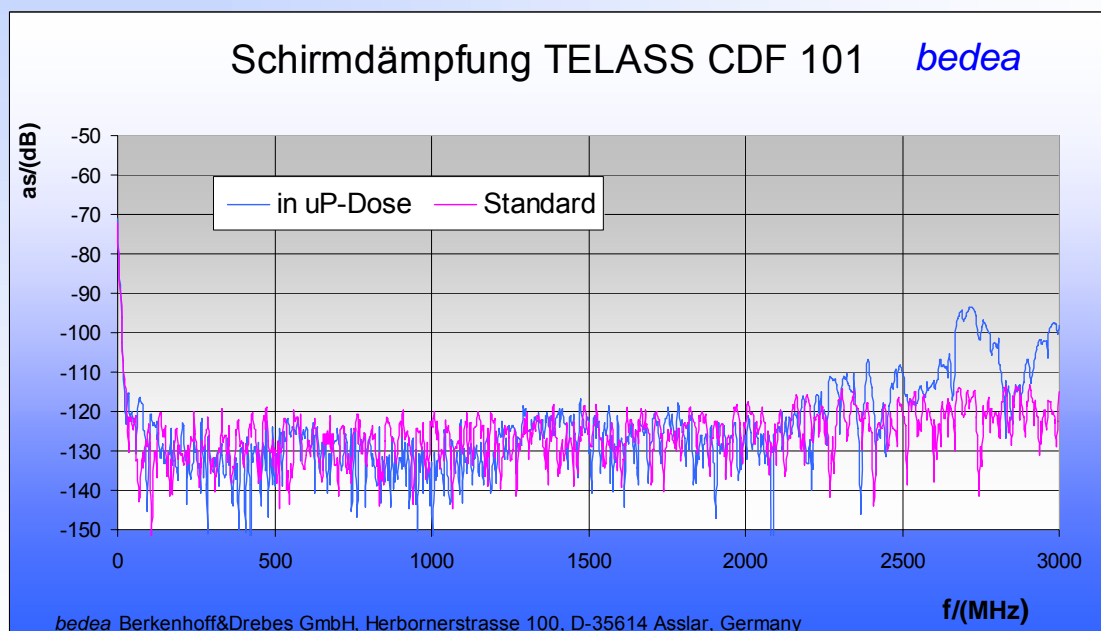


Zulässige Biegeradien nach IEC 60096 werden in unter-Putz-Dose ggf. unterschritten

Bernhard Mund, [bedea](http://www.bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1- 15

## Schirmdämpfung CDF 101 in uP-Dose



Auch nach extremer Biegung wird im Bereich von 30 MHz bis 3 GHz die Klasse A+ eingehalten

Bernhard Mund, [bedea](http://www.bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1- 16



## Verlegevorschriften von CATV-Kabeln



- **Qualitätsanforderungen:**
  - ◆ Es sind ausschliesslich Koaxialkabel mit **physikalisch geschäumtem** Dielektrikum (gas injected, physically foamed) einzusetzen. Sie sind bzgl. der Alterung, den Witterungseinflüsse und der mechanischen Stabilität gegenüber chemisch geschäumtem Dielektrikum deutlich besser.
- **Verwendung von Nagelschellen:**
  - ◆ Auf die Verwendung von Nagelschellen ist zu verzichten. Die Druckstellen der Nagelschellen auf das Dielektrikum verschlechtern die Übertragungseigenschaften.
- **Installation in der Nähe von Hitzequellen:**
  - ◆ Koaxialkabel dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von Hitzequellen installiert werden. Dies führt zur Verschlechterung der Kabelparameter bis hin zum Ausfall des Kabels. Die Isolation beginnt bei ca. 65 °C zu erweichen
- **Die Verlegung in Rohren oder Kabelkanälen wird dringend empfohlen.**

## Kabelverbindungen und EMV



- **Kabelverbindungen sind **EMV-Fehlerquelle Nummer 1:****
- **Absetzen der Koaxialkabel mit geeignetem Werkzeug**
  - ◆ Es gibt für alle Kabel passende Werkzeuge
  - ◆ vom Hersteller vorgeschriebene Absetzmaße einhalten,
  - ◆ auch für Antennendosen
- **Montage von koaxialen Steckern an Koaxialkabeln**
  - ◆ Es dürfen ausschließlich Stecker auf Kabel montiert werden, die für den jeweiligen Kabeltyp ausdrücklich vorgesehen sind.
  - ◆ Die Montageanleitung des Herstellers ist unbedingt zu beachten.
- **Gute Schirmwirkung wird mit F-Kompressionssteckern erreicht.**
- **Verbindung von Koaxialkabeln**
  - ◆ Verbindungen von Koaxialkabeln dürfen ausschließlich mit koaxialen durchgehend geschirmten Verbindungselementen oder koaxialen Steckverbindern erfolgen.

## Grenzwerte der Störstrahlung (SchuTSEV)



Die BundesNetzAgentur - BNetzA (ehem. (RegTP),  
hat in der **Sicherheitsfunk-Schutzverordnung - SchuTSEV** (ehem. NB 30)  
die Grenzwerte der Störstrahlung von Telekommunikationsanlagen festgelegt.

Frequenz, f, im Bereich	Grenzwert der Störfeldstärke (Spitzenwert) in 3 m Abstand dB(µV/m)	Messbandbreite
0,009 bis 0,15 MHz	$40 - 20 \log_{10} f(\text{MHz})$	200 Hz
> 0,15 bis 1	$40 - 20 \log_{10} f(\text{MHz})$	9 kHz
> 1 bis 30	$40 - 8,8 \log_{10} f(\text{MHz})$	9 kHz
> 30 bis 108 MHz	$27^{1)}$	120 kHz
> 108 bis 144 MHz	$18^{2)}) 27^{1)}$	120 kHz
> 144 bis 230 MHz	$27^{1)}$	120 kHz
> 230 bis 400 MHz	$18^{2)}) 27^{1)}$	120 kHz
> 400 bis 1000 MHz	$27^{1)}$	120 kHz
> 1 bis 3 GHz	$40^{2)}$	1 MHz

1) Dies entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 20 dBpW

2) Der Wert von 18 dB(µV/m) gilt nur für breitbandige, digitale leitergebundene (Rundfunk-)Signale.  
Für alle anderen Signale beträgt dieser Wert 27 dB(µV/m).

3) Dies entspricht der äquivalenten Strahlungsleistung von 33 dBpW

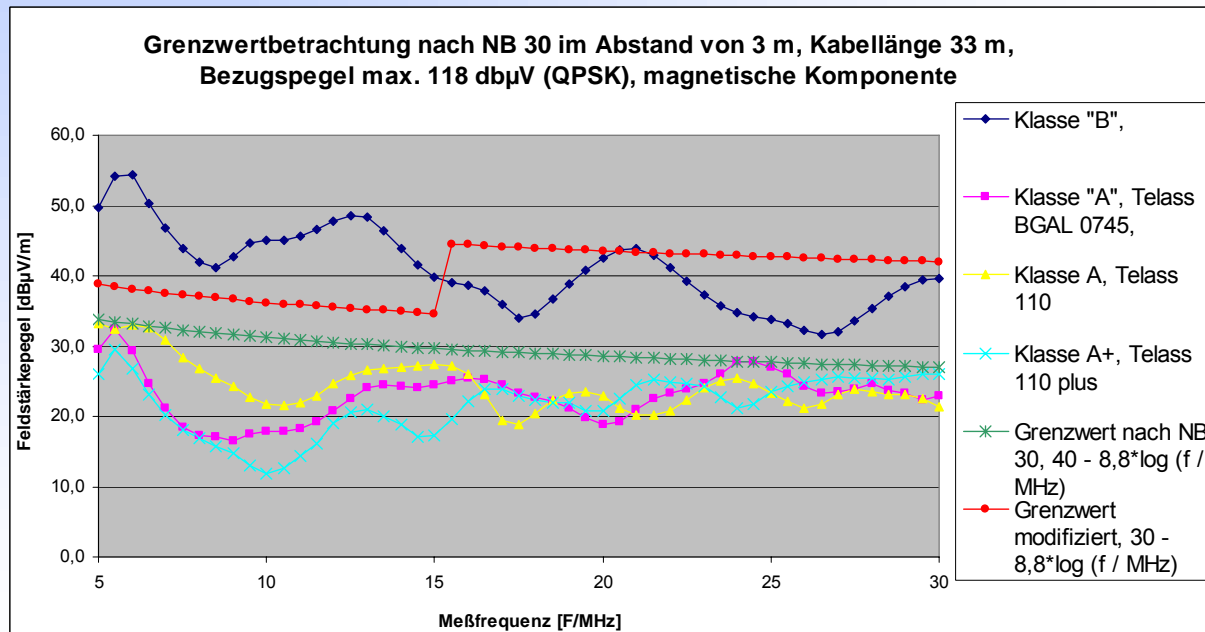
## Messung der Störstrahlung, RegTP, Asslar



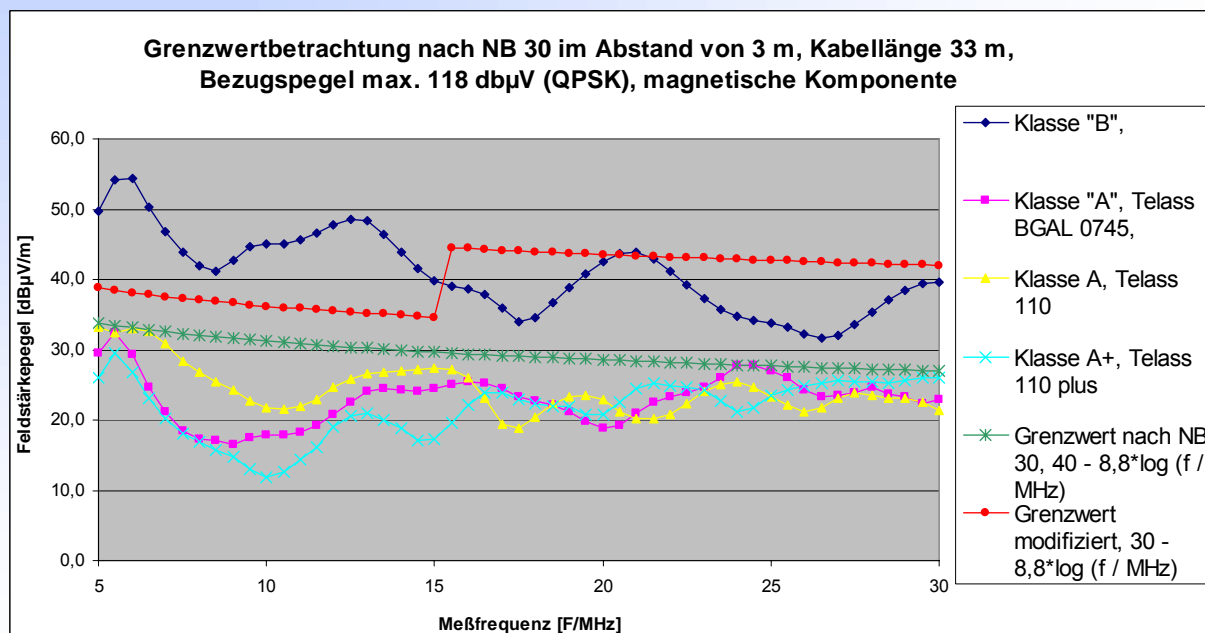
Zur Ermittlung der Störleistung  
von CATV-Kabeln  
wurden von der RegTP  
in Zusammenarbeit mit bedea  
verschiedene Messungen  
auf dem Flugplatz in Asslar  
durchgeführt.

Höhe: 5 Meter,  
Länge 33 Meter

Messung der Störstrahlung der RegTP, Flugplatz Asslar



Messung der Störstrahlung der RegTP, Flugplatz Asslar



## Schirmungsklassen nach EN 50117



Schirmungs-Klasse	5 - 30 MHz	30 -1000 MHz	1 GHz – 2 GHz	2 GHz – 3 GHz
<b>C</b>	50 mOhm/m	75 dB	65 dB	55 dB
<b>B</b>	15 mOhm/m	75 dB	65 dB	55 dB
<b>A</b>	5 mOhm/m	85 dB	75 dB	65 dB
<b>A+</b>	2,5 mOhm/m	95 dB	85 dB	75 dB
<b>A++</b>	0.9 mOhm/m	105 dB	95 dB	85 dB

Die Klassen A und B gelten für CATV-Kabel nach DIN EN 50117-2-1/-2-2/-2-4 und /-2-5

Die Klasse A++ gilt für CATV-Kabel nach DIN EN 50117-2-3

Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung müssen mit dem Triaxialverfahren

nach EN 50289-1-6 (CoMeT) gemessen werden,

Absorberzangen sind wegen der zu grossen Ungenauigkeit nicht mehr zulässig.

Bernhard Mund, [bedea](http://bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

1- 23

## Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung

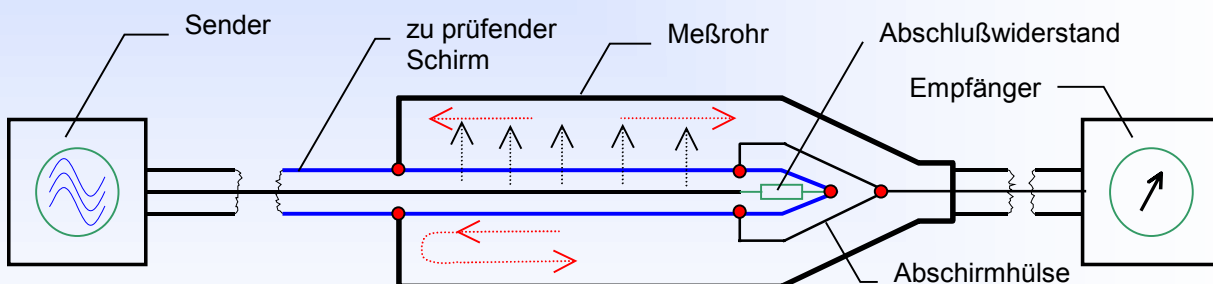


Triaxialverfahren, **Kopplungswiderstand & Schirmdämpfung**

Einige kHz bis über 8 (12) GHz mit einem Messaufbau

Messrohr *CoMeT*

von *bedea* entwickelt und weltweit vertrieben



IEC 62153-4-3/-4-4 Kopplungswiderstand/Schirmdämpfung, Triaxialverfahren  
DIN EN 50289-1-6, Kommunikationskabel, Elektromagnetisches Verhalten

Bernhard Mund, [bedea](http://bedea.com) Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com)

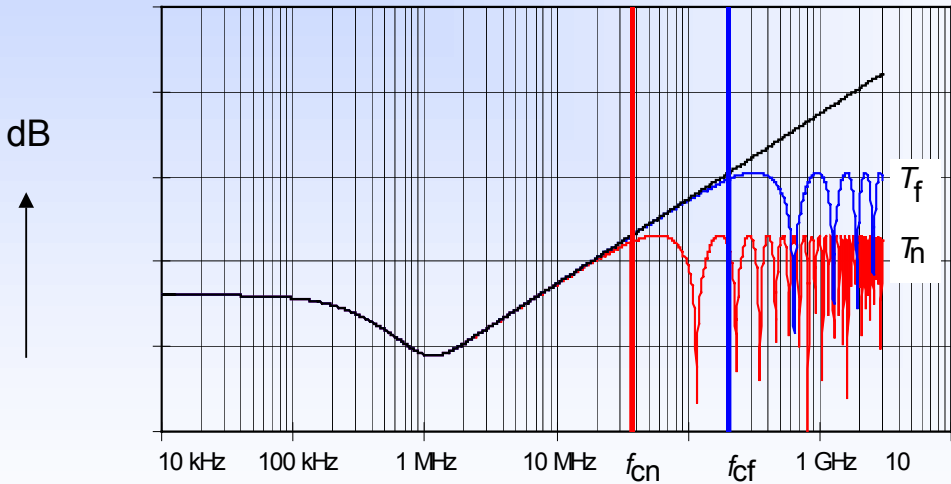
1- 24

# Kopplungswiderstand & Schirmdämpfung



Kopplungsübertragungsfunktion  $T_{nf}$

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



n = nahes Ende  
f = fernes Ende

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

→ Frequenz

**Kopplungswiderstand**

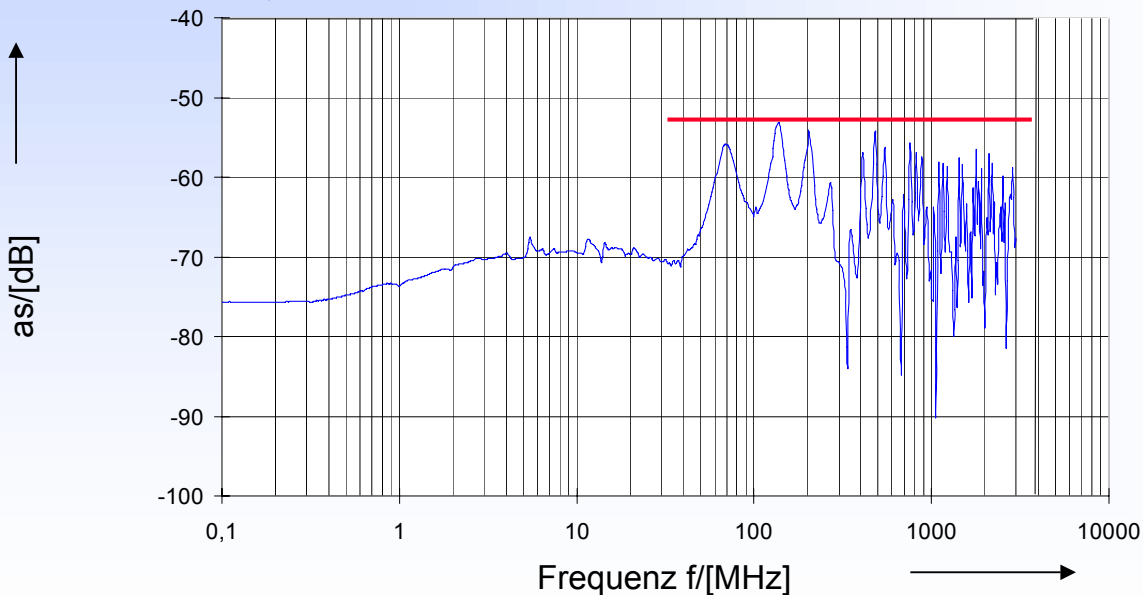
**Schirmdämpfung**

# gemessene Übertragungsfunktion RG 058



**Kopplungswiderstand**

**Schirmdämpfung**



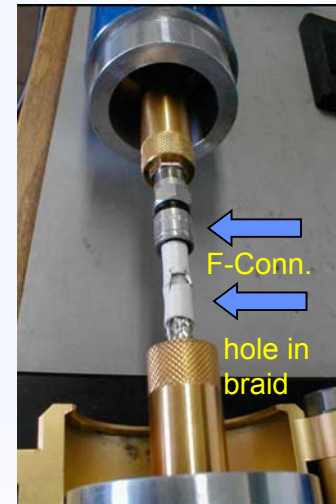
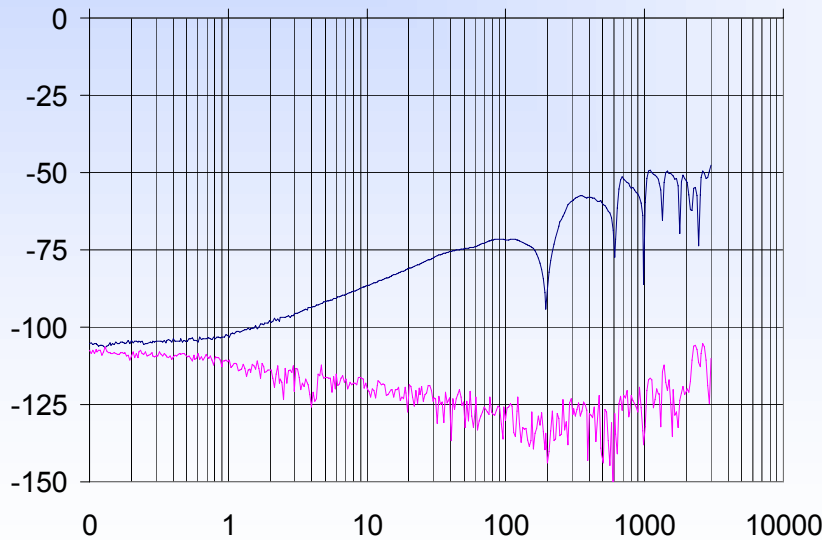


# Kabel mit Loch im Schirm

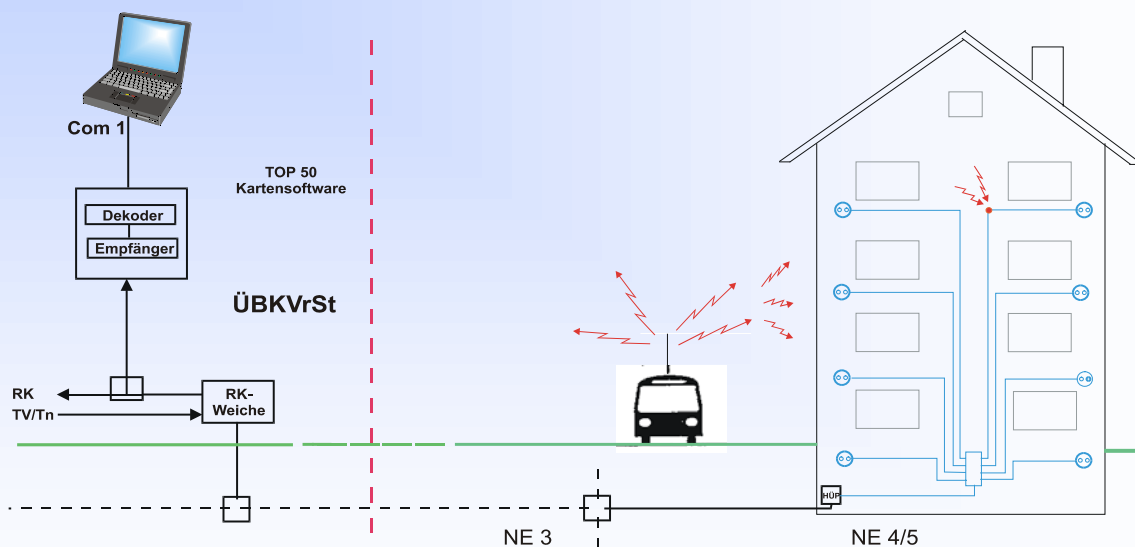


Telass 110 mit F-Stecker

Gleiches Kabel mit Loch, 3 mm



# EMV-Messungen im Rückkanal (KDG)



Kfz enthält Störsender mit GPS-Empfänger, Stör-Signal wird über Störstelle eingekoppelt und über Rückkanal mit GPS Info an Kopfstelle bzw. an Zentrale gesendet

Mit freundlicher Genehmigung, H. Hünninghausen, KDG

## Empfänger-Anschlusskabel



- Die häufigste Fehlerquelle in Verteilanlagen ist der Anschluss von Empfänger-Anschlusskabeln mit nicht ausreichender Schirmdämpfung (**DECT-Telefone**).
- Es dürfen nur hochwertig geschirmte Anschluss-Kabel mit einer Schirmdämpfung von 85 dB (**Schirmungsklasse A**) eingesetzt werden.
- Geeignete Empfänger-Anschlusskabel sind in **DIN EN 60966-2-x** genormt.

	<b>Konfektionierte Koaxial- und Hochfrequenzkabel für CATV-Anwendungen (Empfängeranschlusskabel)</b>	
<b>EN 60966-2-4 46/303/FDIS</b>	Teil 2-4: Bauartspezifikation für konfektionierte Kabel für Ton- und Fernsehroundfunkempfänger, 0 – 3000 MHz, IEC 60169-2 Steckverbinder	<b>2003-03 2008-12</b>
<b>EN 60966-2-5 46/304/FDIS</b>	Teil 2-5: Bauartspezifikation für konfektionierte Kabel für Ton- und Fernsehroundfunkempfänger, 0 – 1000 MHz, IEC 60169-2 Steckverbinder	<b>2003-03 2008-12</b>
<b>EN 60966-2-6 46/304/FDIS</b>	Teil 2-6: Bauartspezifikation für konfektionierte Kabel für Ton- und Fernsehroundfunkempfänger, 0 – 3000 MHz, IEC 60169-2 Steckverbinder (F-Stecker)	<b>2003-03 2008-12</b>

## Normen für CATV-Kabel, EN 50117



<b>DIN EN 50117-1, Ed.2</b>	Koaxialkabel, Fachgrundspezifikation	2007-07
	Rahmenspezifikation für Kabel für Kabelverteilanlagen ( <b>CATV-Kabel</b> )	
<b>DIN EN 50117-2-1 Ed2</b> (Ersatz für 50117-2)	Hausinstallationskabel im Bereich von 5 MHz - 1 000 MHz	2008-08
<b>DIN EN 50117-2-2 Ed1</b> (Ersatz für 50117-3)	Hausanschlusskabel im Bereich von von 5 MHz bis 1000 MHz	2008-08
<b>DIN EN 50117-2-3 Ed1</b> (Ersatz für 50117-4)	Verteiler und Linienkabel im Bereich von 5 MHz bis 1000 MHz	2008-08
<b>DIN EN 50117-2-4 Ed1</b> (Ersatz für 50117-5)	Hausinstallationskabel im Bereich von 5 MHz bis 3000 MHz	2008-08
<b>DIN EN 50117-2-5 Ed1</b> (Ersatz für 50117-6)	Hausanschlusskabel für Frequenzen von 5 MHz bis 3000 MHz	2008-08
<b>DIN EN 50117-4-1 Ed1</b>	Kabel für RuK Verkabelung nach EN 50173 - Hausinstallationskabel im Bereich von 5 MHz bis 3000 MHz	2009-02

**In den Normen der Reihe 50117-2-x sind u.a. die Grenzwerte für die Rückflussdämpfung sowie die Schirmungsklassen für CATV-Kabel festgelegt**

## Passive Intermodulation (PIM)



Mit dem Begriff Passive Intermodulation (**PIM**) bzw. Common Path Distortion" (**CPD**) wird das Erzeugen unerwünschter zusätzlicher Frequenzen bei der Übertragung von HF-Signalen über Koaxkabel bezeichnet.

Durch Korrosion an den Verbindungen der Kabel zu den Steckern und den Anschlüssen an die aktiven Teile der CATV-Anlagen treten bei bestimmten Frequenzen Richteffekte auf, d.h. der Übergang wirkt als Diode bzw. als Halbleiter. An diesen Stellen werden neben der Nutzfrequenz weitere Frequenzen erzeugt, die sich dem Nutzsignal überlagern und die Übertragung stören

Effekte der Passiven Intermodulation (PIM) mit Bezug auf CATV-Anlagen werden zur Zeit u.a. vom Normengremium UK 412.3, Koaxialkabel, der Deutschen Elektrotechnischen Kommission (DKE), untersucht.

Die Messung der PIM-Effekte an Kabeln und Steckern ist sehr aufwendig, da wegen der hohen Pegelunterschiede Leistungsgeneratoren mit hoher Ausgangsleistung erforderlich sind. Handelsübliche Messplätze sind zur Zeit nur für Mobilfunkfrequenzen z.B. im Bereich von 900 MHz bzw. 1800 MHz verfügbar. Problematisch sind insbesondere die erforderlichen Filter bei 5 bis 30 MHz.

Für den Rückkanalbereich von 5 bis 30 MHz ist bei [bedea](#), Asslar, ein entsprechender Messplatz zusammen mit der Fa. Rosenberger HF-Technik, Tittmoning, in der Entwicklung.

## Passive Intermodulation (PIM)



- Magnetische Werkstoffe, wie z.B. Staku als Innenleiter, sind zu vermeiden.
- Kupfergeflechte auf Alufolien müssen verzinnt sein.
- Bei Kabeln für Erdverlegung und zur Verlegung in feuchter Umgebung haben sich in Deutschland und im benachbarten Ausland Aussenleiter aus Kupferbändern bzw. aus Kupferfolien und Kupfergeflechten bewährt.
- Konstruktionen mit Aussenleitern aus Aluminium neigen insbesondere in feuchter Umgebung zur Korrosionsbildung und sind daher anfälliger für PIM.
- Bei Kabeln für Erdverlegung sowie in feuchter Umgebung sollten daher für CATV-Anlagen auch weiterhin Kabel mit Kupfer als Aussenleiter eingesetzt werden, um PIM-Effekte zu vermeiden.

## Zusammenfassung 1



- Der **Wellenwiderstand** von Koaxialkabeln ergibt sich aus dem Verhältnis von Innenleiter zu Aussenleiter und der Dielektrizitätskonstanten Epsilon-r
- Die **Rückflussdämpfung** ist ein Mass für die **Gleichmässigkeit** des Wellenwiderstandes -
- und stellt damit das wesentliche (fertigungstechnische) **Qualitätsmerkmal** eines Koaxialkabels dar.
- Die Dämpfung von Kabeln wird im logarithmischen Maßstab in **Dezibel (dB)** pro Länge, d.h. im allgemeinen in **dB/100m**, angegeben.
- Beim Verlegen der Koaxialkabel sind die Angaben des Herstellers bezüglich minimaler Biegeradien und maximaler Zugbelastung, Temperaturbereich usw. zu beachten.

## Zusammenfassung 2



- Es sind ausschliesslich Koaxialkabel mit **physikalisch geschäumtem** Dielektrikum (gas injected, physically foamed) einzusetzen.
- Auf die Verwendung von **Nagelschellen** ist zu verzichten.
- Die Verlegung in **Rohren oder Kabelkanälen** wird dringend empfohlen.
- Koaxialkabel dürfen nicht in unmittelbarer Nähe von **Hitzequellen** installiert werden.
- Gute Schirmwirkung wird mit **F-Kompressionssteckern** erreicht.
- Die Grenzwerte für die Störstrahlung von Telekommunikationsanlagen ist von der **BNetzA** in der **SchUTSEV** festgelegt.
- Es dürfen nur hochwertig geschirmte Anschluss-Kabel mit einer Schirmdämpfung von 85 dB (Schirmungs-Klasse A) eingesetzt werden. Geeignete Anschlusskabel sind in **DIN EN 60966-2-x** genormt.
- CATV-Kabel sind in DIN EN **50117-2-1 bis -2-5** und in **50117-4-1** beschrieben.



# CoMeT Coupling Measuring Tube

Danke fürs Zuhören



???

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

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

Technik, Installation & EMV von CATV-Kabeln - 4. Berliner Techniktage 2009

**bedea**

**bedea** Berkenhoff&Drebes GmbH, Asslar, Germany



ca. 325 MA  
ca. 35 Mio EUR

seit 1995 selbständig durch  
Management-Buy-out

1. Ziel ist die Erhaltung  
der Arbeitsplätze !

- Kommunikationskabel
- Monofile (Techn. Fäden)
- Feinseile
- Zieh- und Presswerkzeuge
- Lichttechnik
- [www.bedeas.akzent.com](http://www.bedeas.akzent.com)
- Messtechnik
- Datentechnik

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