

## 4. Anwenderkongress Steckverbinder Workshop EMV Messtechnik

**Kabel**  
**Steckverbinder**  
**Durchführungen**  
**EMV-Dichtungen**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 1

### Inhalt

- EMV Einführung
  - ◆ Begriffe und Definitionen
  - ◆ Systemtests, Übersicht
- Kabel und Steckverbinder
  - ◆ Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung mit dem Triaxialverfahren
- EMV von Durchführungen
  - ◆ Messungen mit dem Doppel-koaxialverfahren

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 2

## Autoren

- Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH
  - ◆ *Rundfunk&Fernsehtechniker, Radio Brand Marburg, 1971*
  - ◆ *Dipl.-Ing. Nachrichten- & Mikroprozessortechnik, FH Giessen, 1984*
  - ◆ Leiter Entwicklung HF- & EMV-Messungen,
  - ◆ Obmann des UK 412.3, Koaxialkabel,
  - ◆ Sekretär des IEC SC 46A und CENELEC SC 46XA Coaxial cable
- Thomas Schmid, **Rosenberger** HF-Technik, Tittmoning
  - ◆ *Fernmeldehandwerker, Deutsche Bundespost; Traunstein 1988*
  - ◆ *Dipl.-Ing. (FH) Nachrichtentechnik, Fachhochschule München 1995*
  - ◆ Entwicklung von HF-Steckern und Komponenten, HF-& EMV-Messtechn.
  - ◆ Mitarbeiter UK 412.3, Koaxialkabel
  - ◆ Mitarbeiter IEC TC 46 WG 5 Screening eff. & WG 6 Intermodulation

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 3

## EMV, Definition

**Was bedeutet der Begriff EMV (Elektromagnetische Verträglichkeit)?**

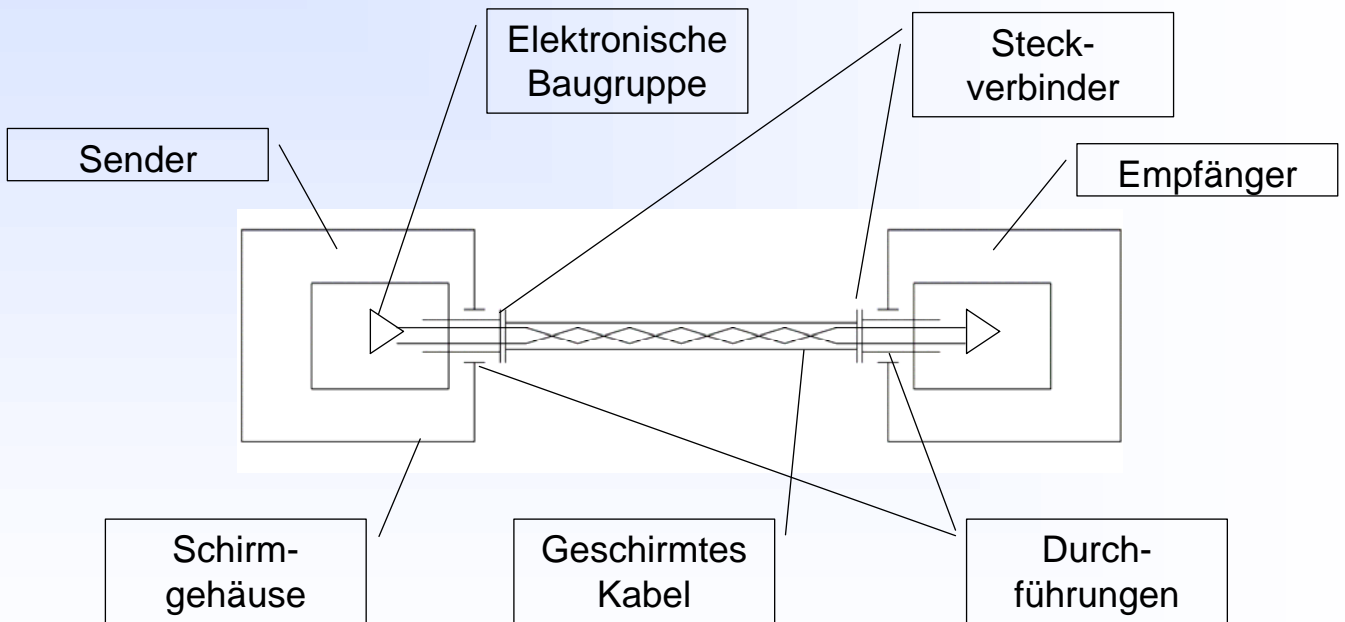
**Definition nach VDE 0870**

**„Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren, ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.“**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 4

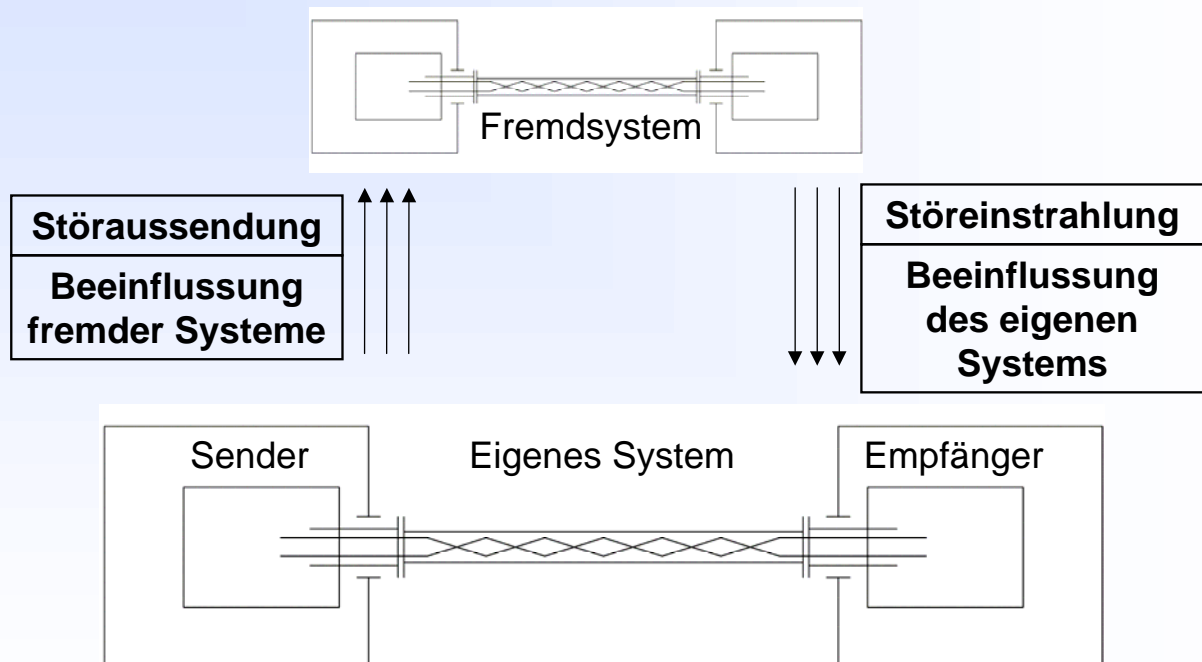
## Beispiel: Übertragungssystem



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 5

## Störaussendung / Störeinstrahlung



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 6

## Sicherstellung der EMV

### EMV-gerechtes Design

**Reduzierung der  
Störungsanregung**

**Filterung  
Schirmung**

### EMV-Tests

**Emissionen / Immunität  
auf Systemebene  
auf Komponentenebene**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 7

## Beispiele für EMV-Tests auf Systemebene

**Emissionsprüfungen  
(Störaussendung)**

z.B. CISPR 25

- Antenne
- Stripline

...

**Immunitätsprüfungen  
(Störfestigkeit)**

z.B. ISO 11452

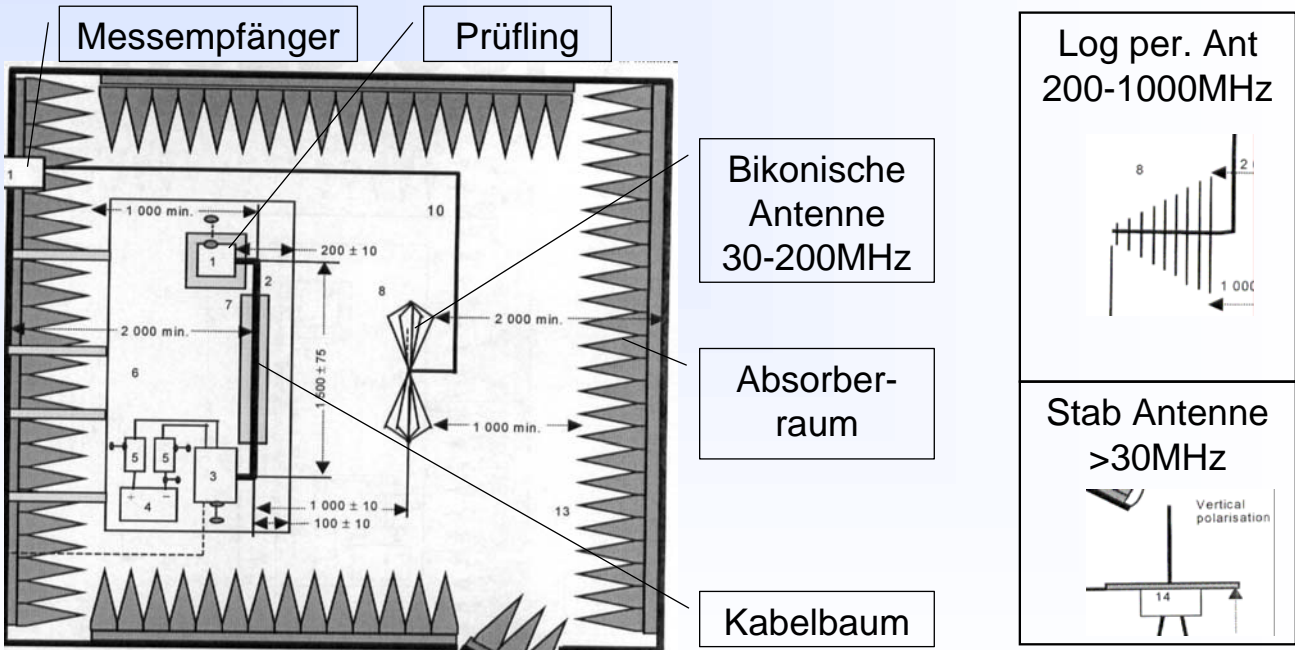
- Antenne
- Bulk Current Injection
- Stripline

...

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 8

# Emmissionsmessung mit Antenne

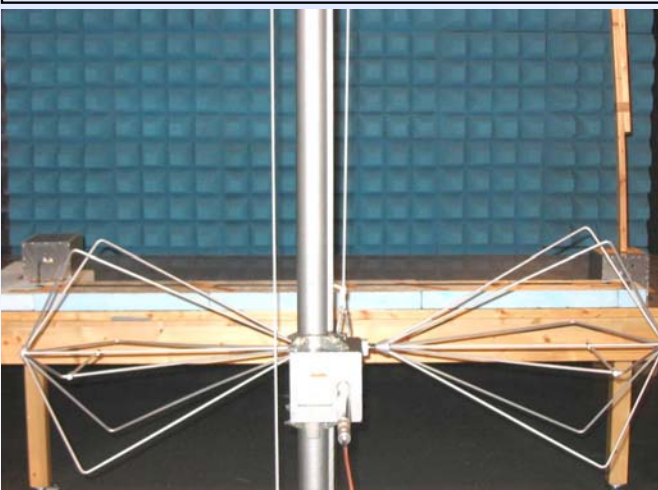


4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 9

# Emissionsmessung mit Antenne

## Messung nach CISPR 25



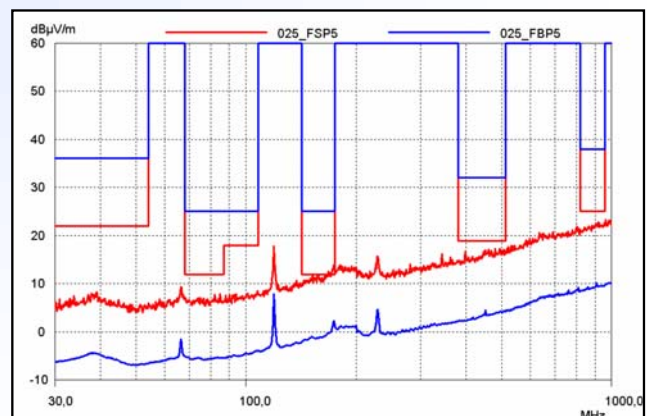
Breitbandmessung erfordert  
Antennenwechsel

Spitzenwert-Messung (PEAK):

rote Kurve (blaues Limit)

Mittelwert-Messung (AVERAGE):

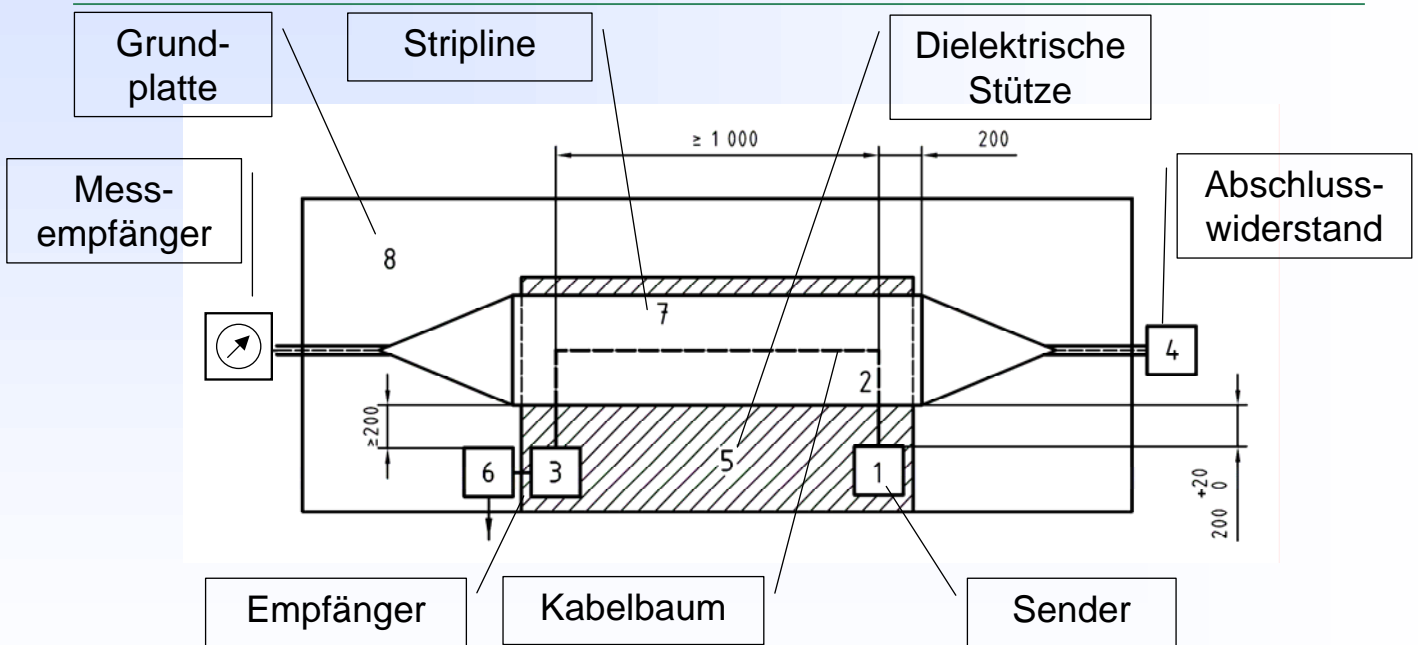
blaue Kurve (rotes Limit)



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 10

## Stripline-Test



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 11

## Emissionsmessung mit Stripline

### Messung nach CISPR 25



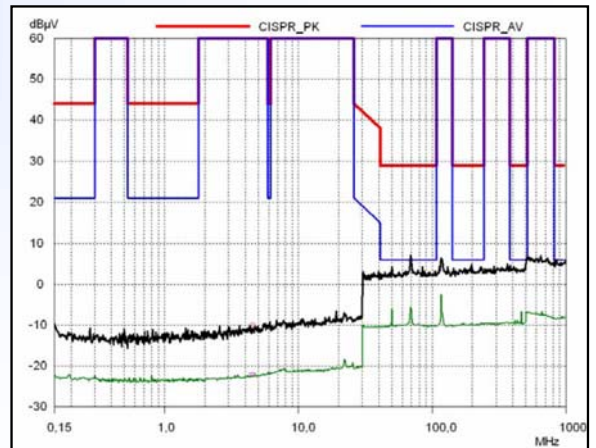
Stripline im Absorberraum  
Schirmkabine reicht aus

Spitzenwert-Messung (PEAK):

schwarze Kurve (rotes Limit)

Mittelwert-Messung (AVERAGE):

grüne Kurve (blaues Limit)



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 12

## Immunitätsprüfungen

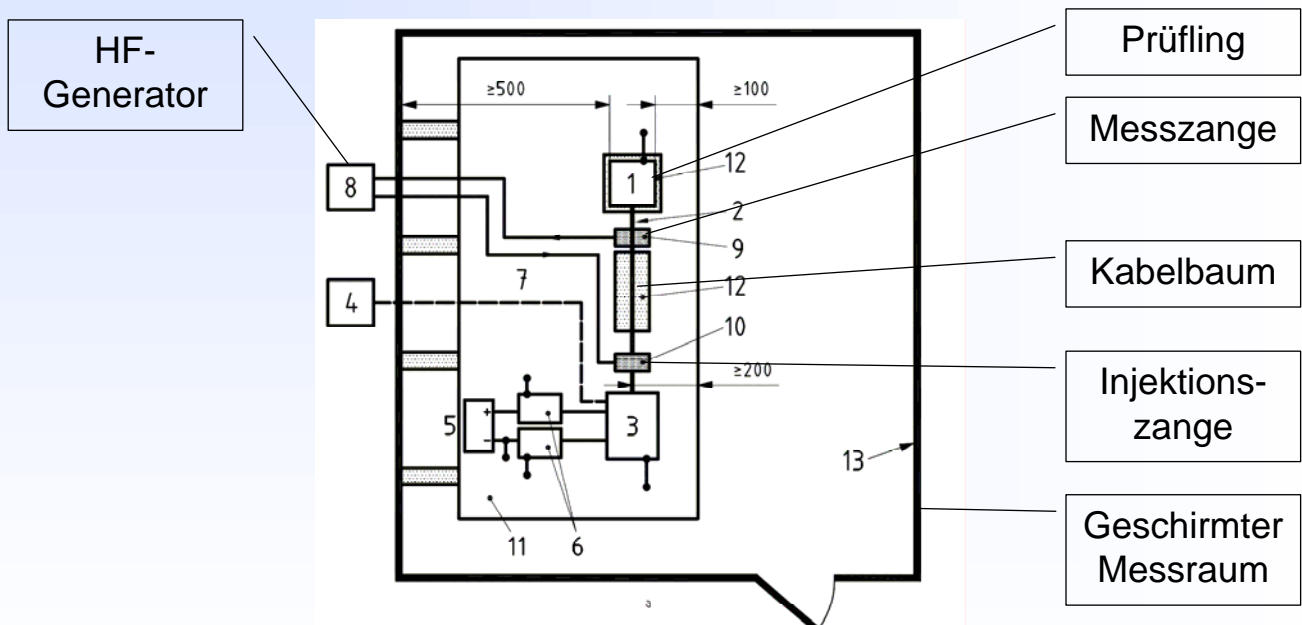
Der Prüfling wird einem EM-Feld mit bekannter Feldstärke ausgesetzt:

- z.B. ISO 11452-2: Antenne
- z.B. ISO 11452-5: Stripline

Einprägen eines Störstromes bekannter Stärke:

- z.B. ISO 11452-4: Bulk Current Injection

## Bulk Current Injection Test



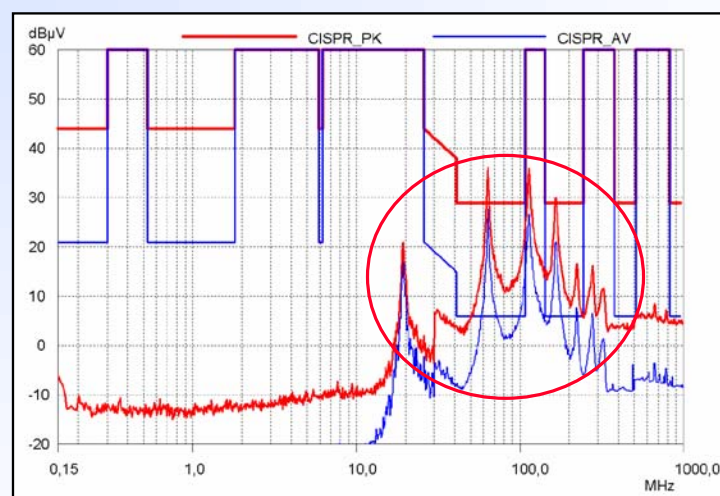
## Zusammenfassung EMV-Systemtest

- Geschirmte Kammer bzw. Absorberraum
- Ergebnisse abhängig vom Messaufbau
- Funktionierende Systeme erforderlich
- Hoher Aufwand

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 15

## Was tun wenn die Limits überschritten werden? *bedea*



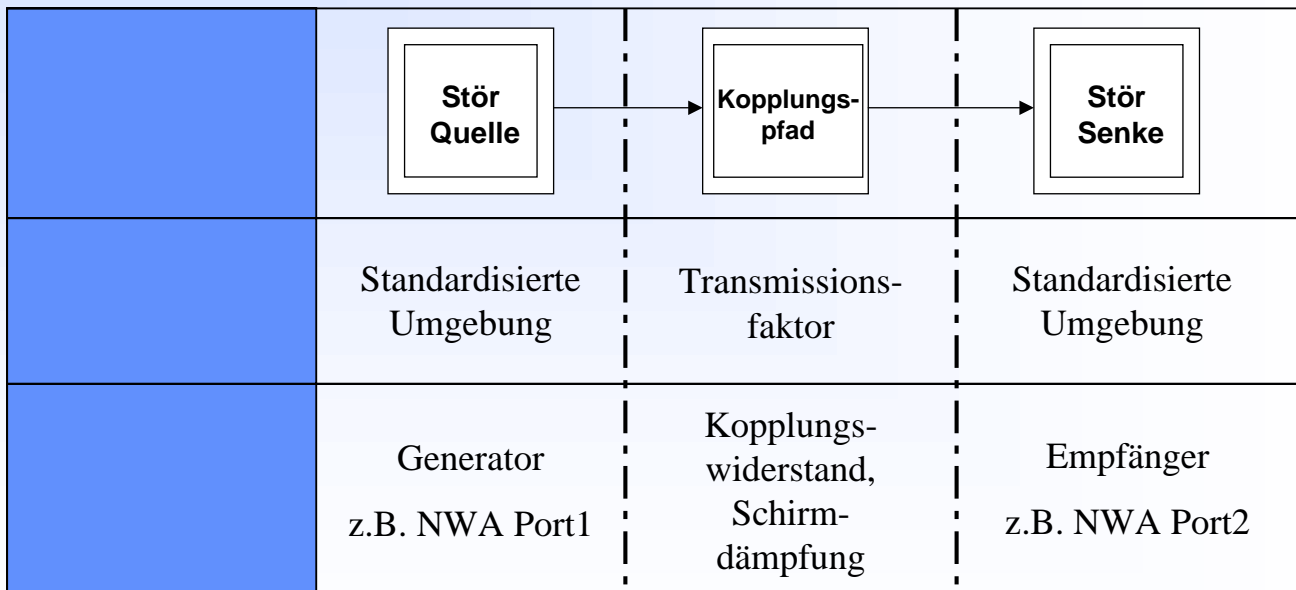
**=> Messung der Einzelkomponenten des Systems!**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 16



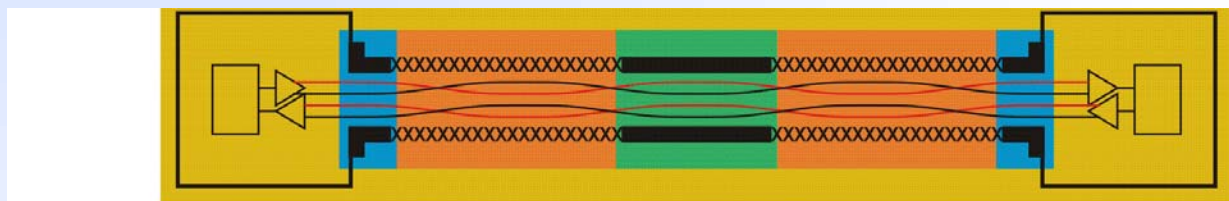
## Funktionsschema der Komponententests



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 17

## Komponententest mit Kopplungsmessrohr



Component Tests

**IEC 62153-4-4**

Kabel

**IEC 62153-4-7**

Steckverbinder

**IEC 62153-4-10**

Durchführungen

**CoMeT**

**Coupling  
Measuring  
Tube**



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 18

# Mess-System CoMeT



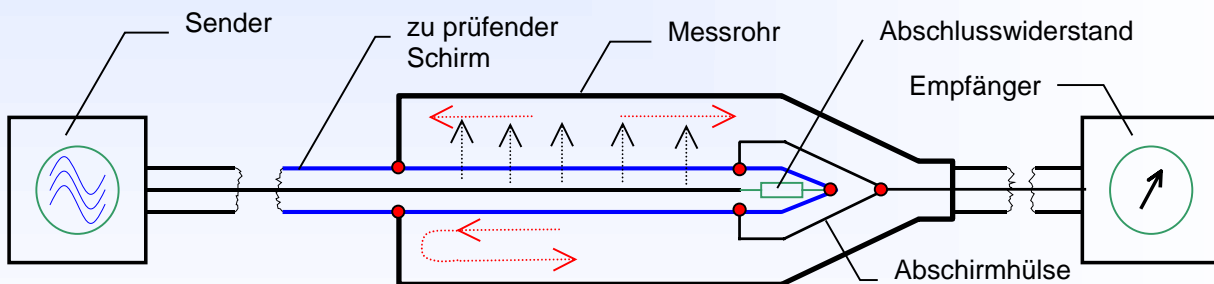
4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 19

# Messen mit dem Triaxialverfahren, Prinzip

**Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung**

Einige kHz bis über 8 GHz mit einem Messaufbau



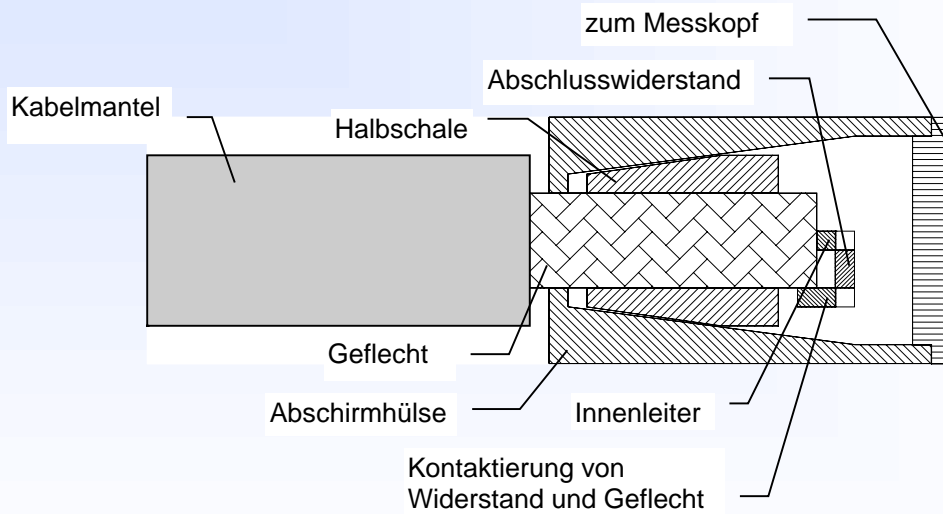
IEC 62153-4-3/-4-4  
EN 50289-1-6

Transferimpedanz, Schirmdämpfung  
Kommunikationskabel, Elektromagnetisches Verhalten

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 20

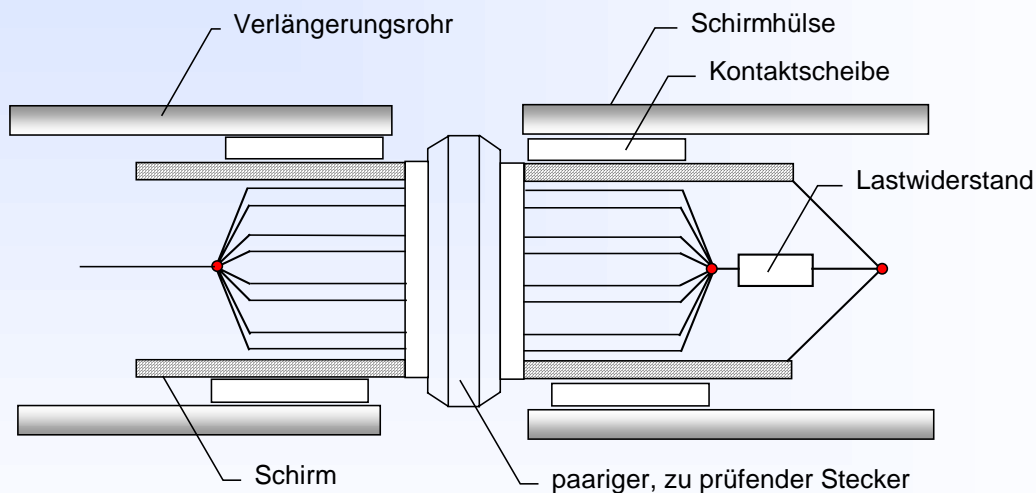
# Abschlusswiderstand und Schirmhülse



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 21

# Symmetrische Prüflinge, $Z_T$



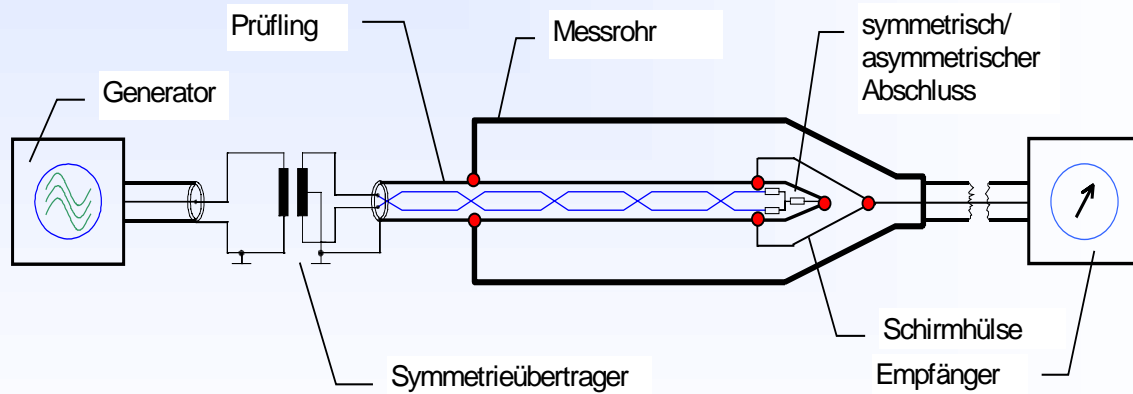
**Prüfverfahren analog 62153-4-3, short/short oder short/matched bzw. IEC 62153-4-7**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 22

## Messen der Kopplungsdämpfung

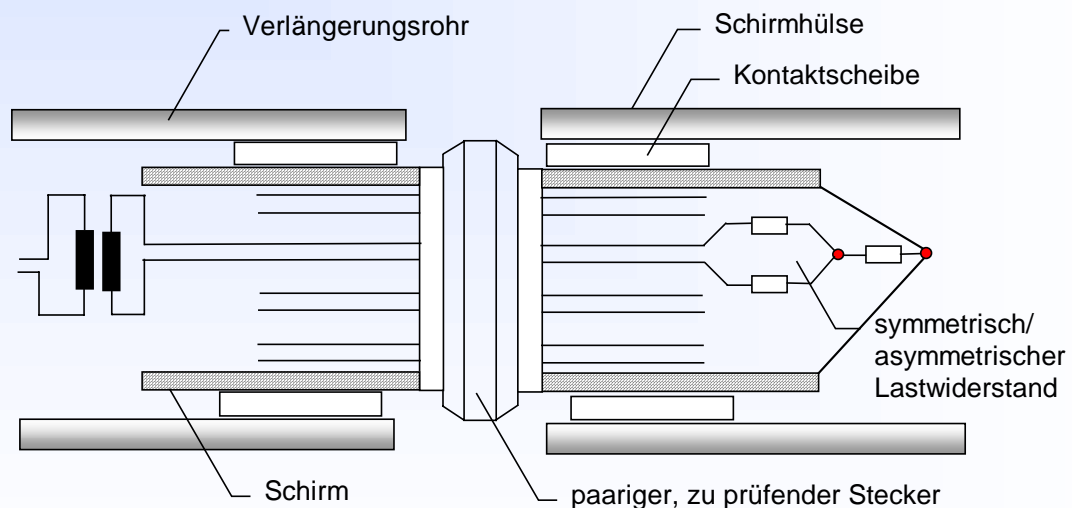
Die Kopplungsdämpfung ist die Summe aus Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirmes



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 23

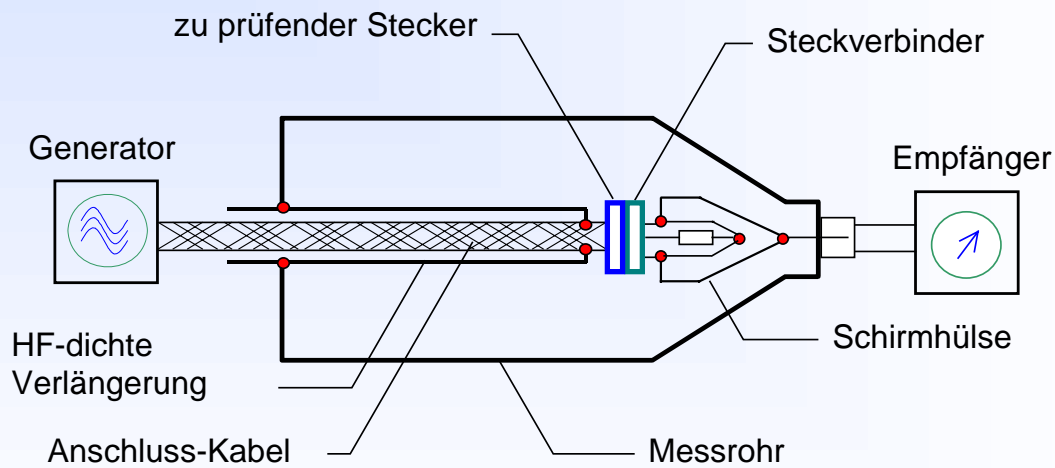
## Symmetrischer Prüfling, Kopplungsdämpfung



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 24

# Triaxialer Aufbau für Stecker mit "Rohr im Rohr"

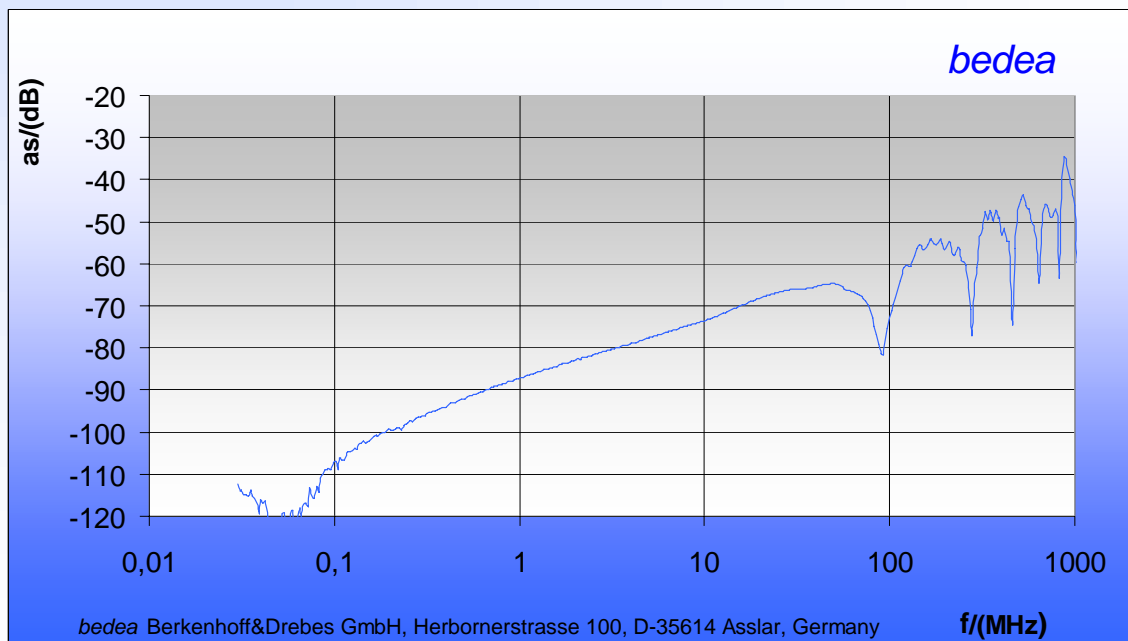


„Rohr in Rohr“-Verfahren zur Messung der Schirmwirkung von Steckern

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 25

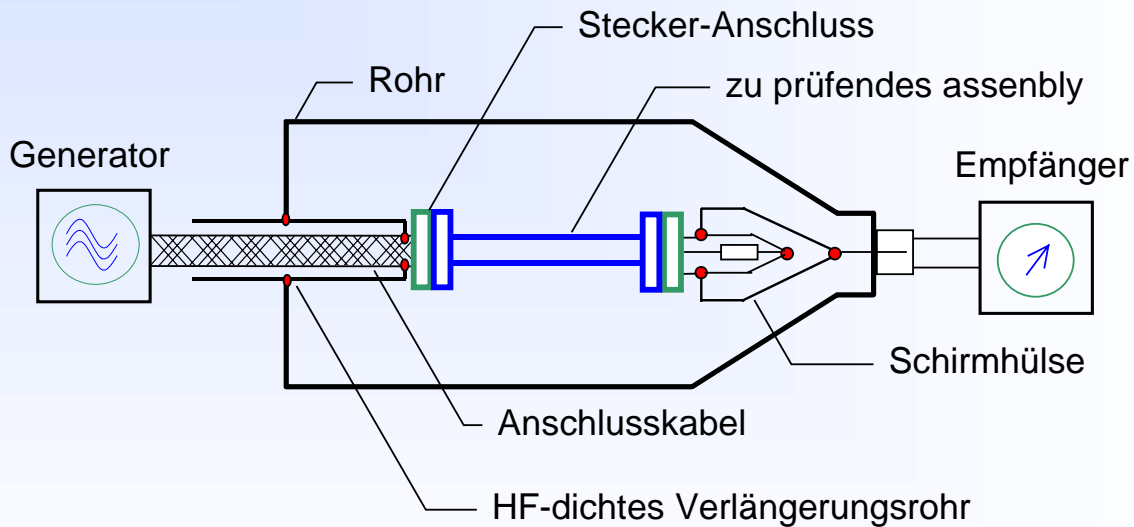
# Kopplungsdämpfung, Nexans GG 45



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 26

Messen von konfektionierten Kabeln

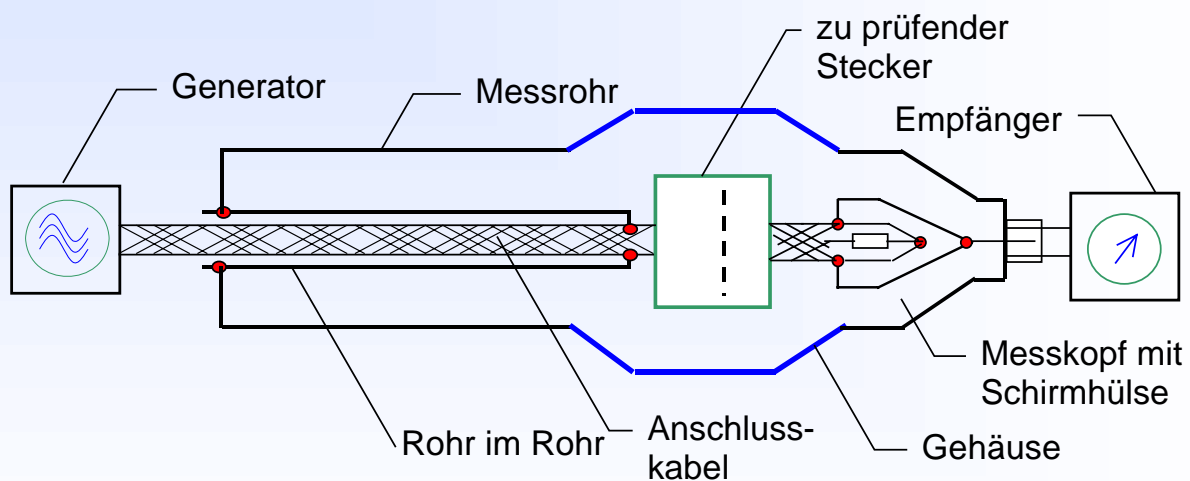


IEC 62153-4-7, Tube in tube test procedure (connectors & assemblies)

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, bedea, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 27

Prüfeinrichtung für größere Stecker und Anschlussstechnik

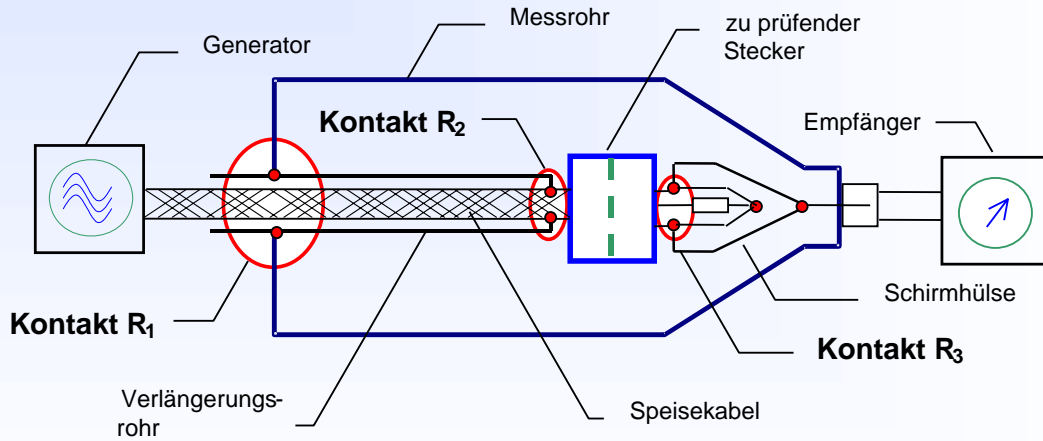


Das Verfahren ist in Beratung bei IEC TC46/WG 5

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, bedea, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 28

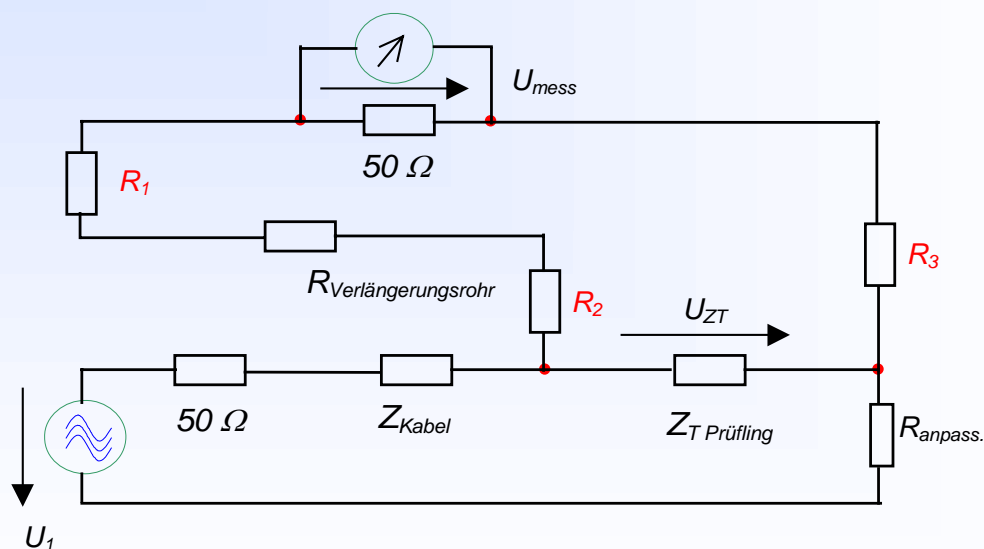
# Übergangswiderstände Rohr im Rohr



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, bedea, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 29

# Ersatzschaltbild Rohr im Rohr



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, bedea, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 30

Mess-System CoMeT mit Gehäuse



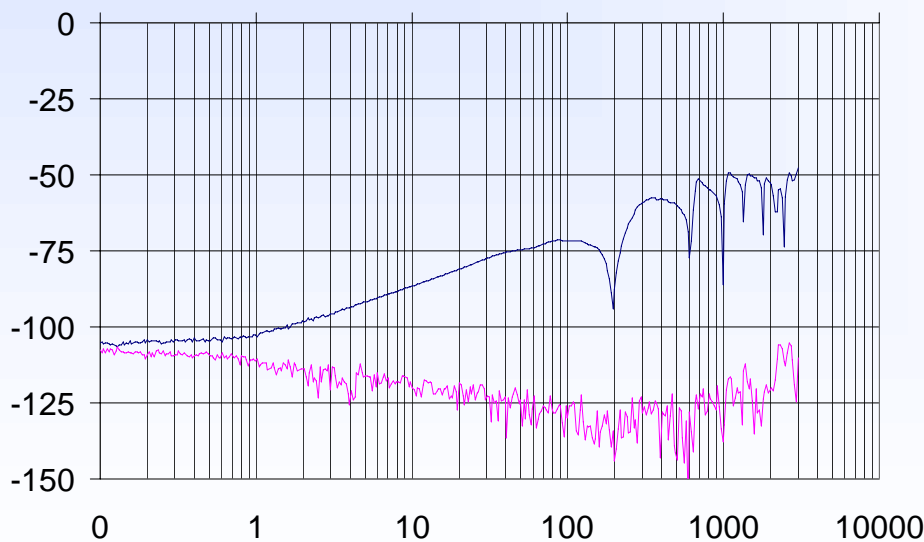
4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 31

Kabel mit Loch im Schirm, Rohr im Rohr, 0,5 m

Telass 110 mit F-Stecker

Gleiches Kabel mit Loch, 3 mm



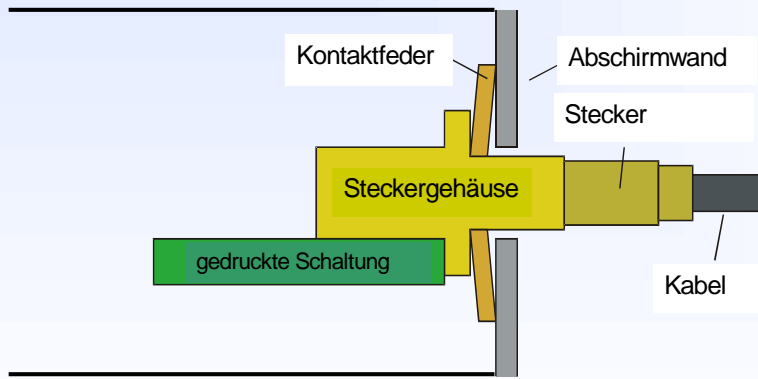
4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 32



# Gehäusedurchführungen

**Problem: EMV von Gehäusedurchführungen & EMV Dichtungen**



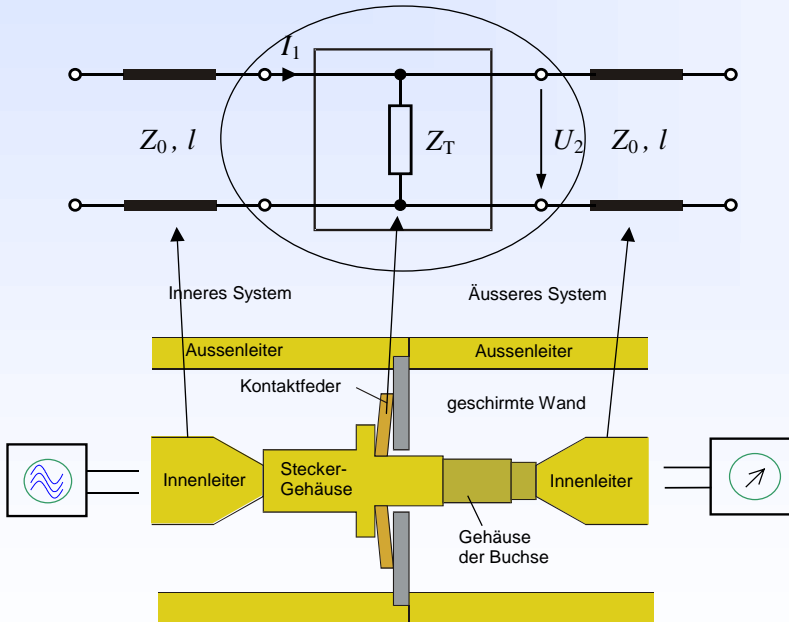
**Wie gut ist die Schirmeffizienz?**

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 33

# Kopplungswiderstand $Z_T$

**Ersatzschaltbild**



$$Z_T = \frac{U_2}{I_1}$$

**$Z_T$  ist der von der Systemimpedanz unabhängige Schirmparameter**

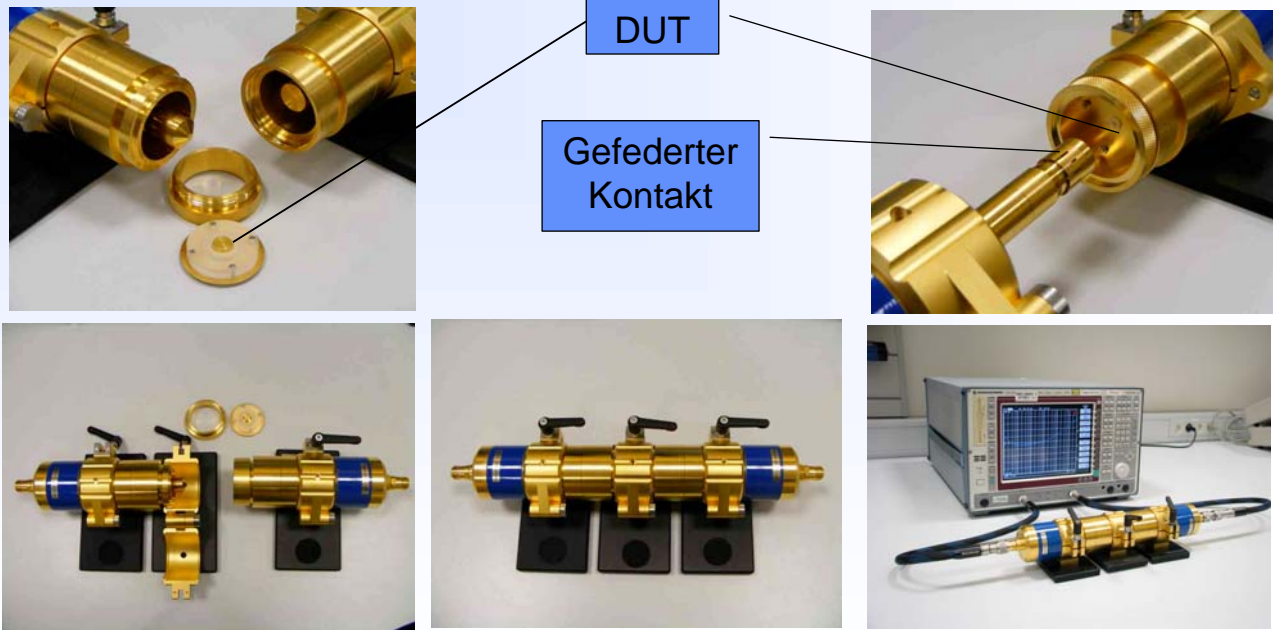
$$Z_T = \frac{U_2}{I_1} = z_T Z_0 = \frac{S_{21} Z_0}{2(1 - S_{21})}$$

$$\approx \frac{S_{21}}{2} Z_0 \quad \text{für } |S_{21}| \ll 1$$

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 34

## Testfassung



DUT

Gefederter Kontakt

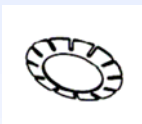
4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 35

## Beispiele für Messobjekte

### Federscheibe

O.D.=12mm,  
I.D.=10.4mm



### Federkorb

O.D.=9.7mm,  
I.D.=7.25mm



### Leitende O-Ringe

- 7.65x1.78 (Ni)
- 12.62x1.78 (Ag)



### Durchführungskondensatoren

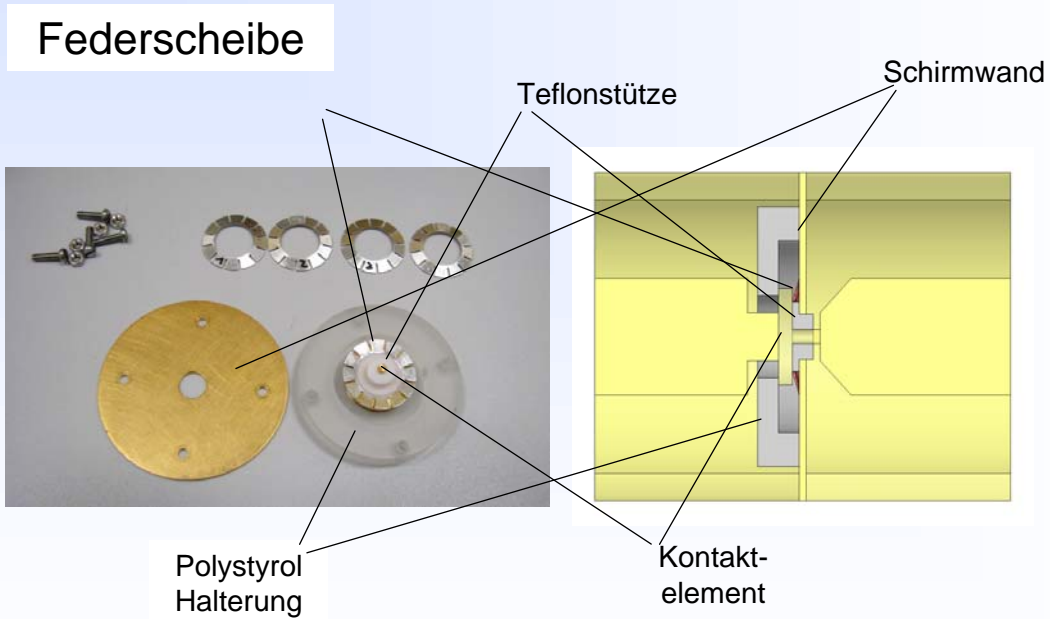
- 22pF (N750)
- 56pF (N1500)
- 2nF (2F4)
- Pi-Filter 4.5nF (2F4)



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 36

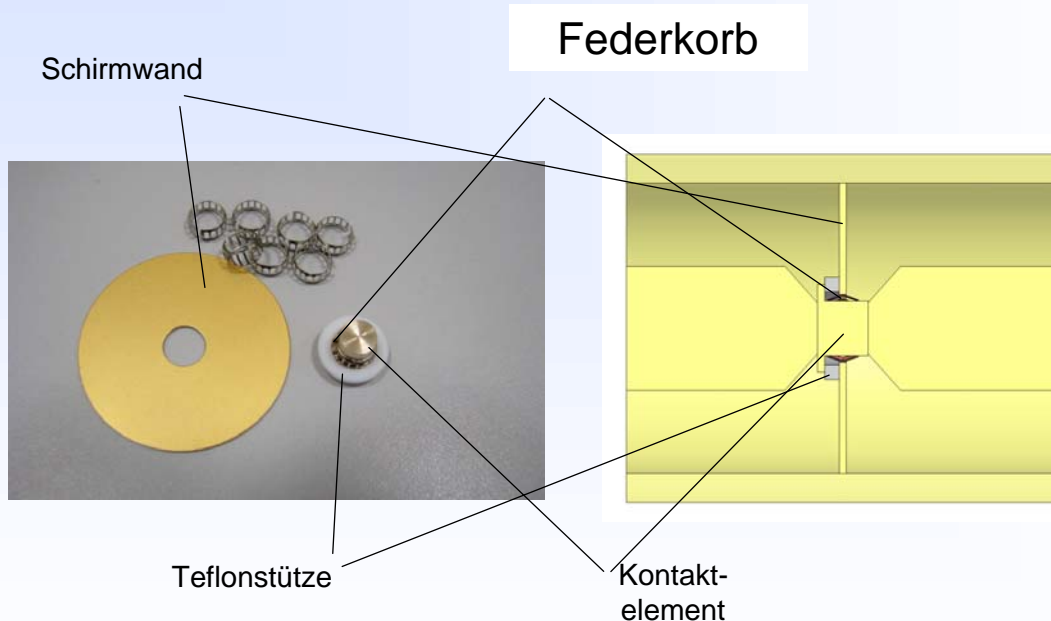
## Vorbereitung der Messobjekte: Federscheibe *bedea*



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 37

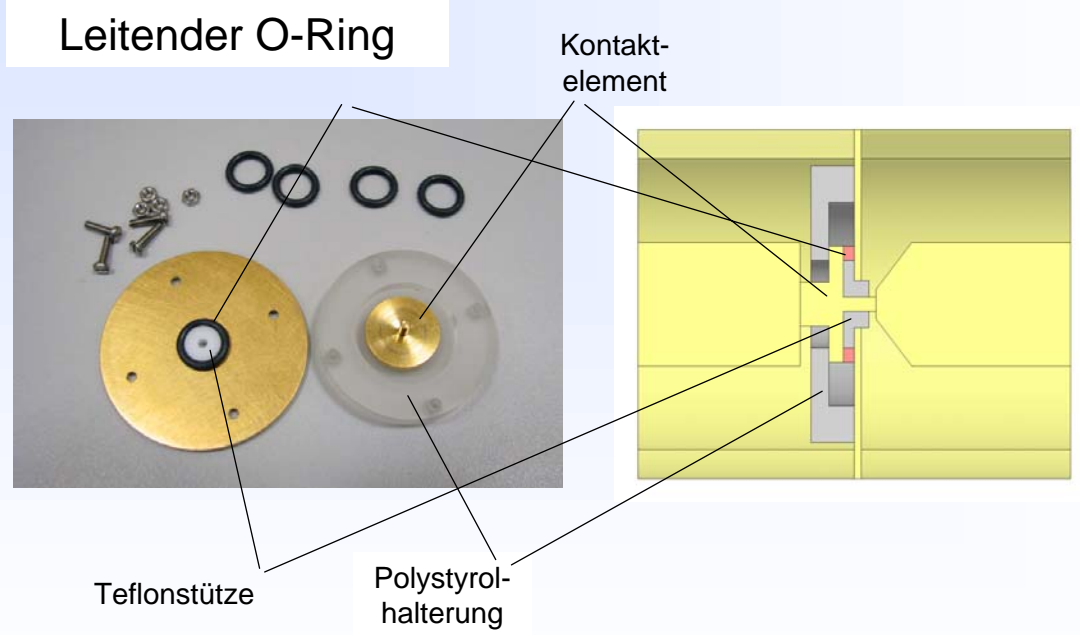
## Vorbereitung der Messobjekte: Federkorb *bedea*



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 38

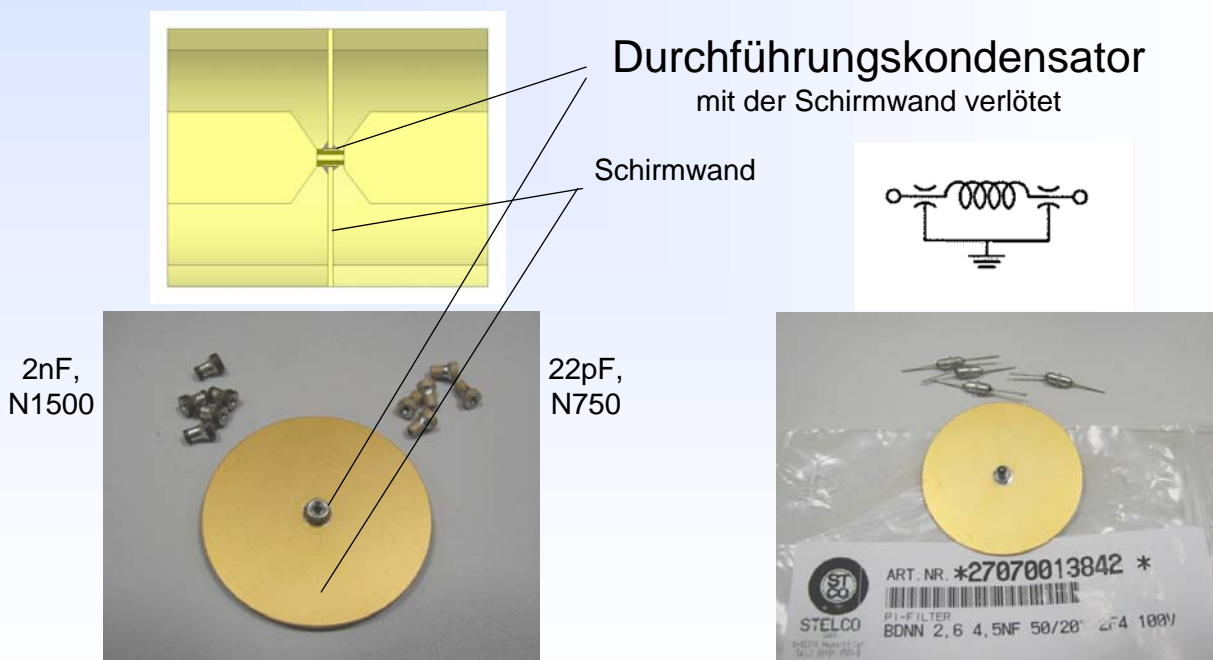
# Vorbereitung der Messobjekte: Leitender O-Ring *bedea*



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 39

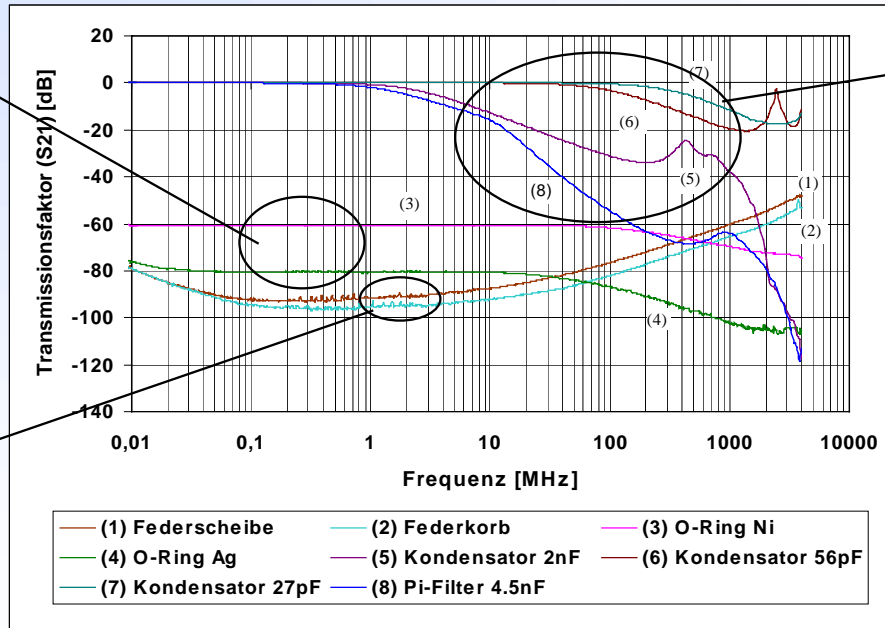
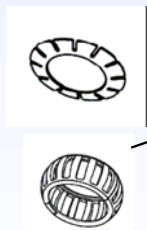
# Vorbereitung der Messobjekte: DuKo *bedea*



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 40

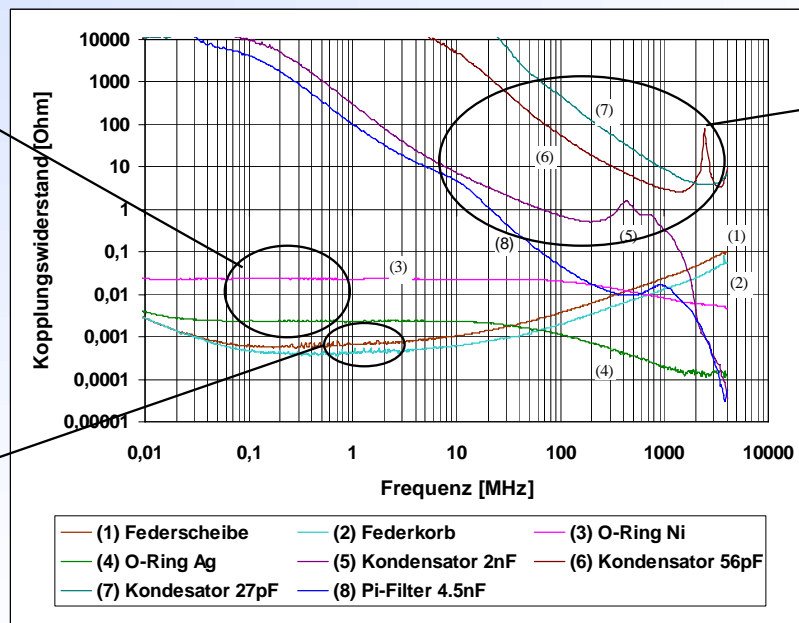
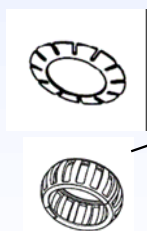
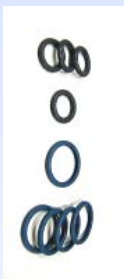
# Messergebnisse: Transmissionsfaktoren



4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 41

# Messergebnisse: Kopplungswiderstände



$$Z_T = \frac{S_{21} Z_0}{2(1 - S_{21})}$$

$$\approx \frac{S_{21}}{2} Z_0$$

für  $|S_{21}| \ll 1$

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 42

## Internationale Normen

<b>IEC TR 62153-4-1</b>	Introduction to EMC measurements	2007-11
<b>IEC 62153-4-3</b>	Surface transfer impedance - Triaxial method	2006-03
<b>IEC 62153-4-4</b>	Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation "a <sub>s</sub> " up to and above 3 GHz	2006-05
<b>IEC 62153-4-7</b>	Shielded screening attenuation, test method for measuring the Transfer impedance Z <sub>T</sub> and the screening attenuation a <sub>S</sub> of RF-Connectors up to and above 3 GHz; Tube in Tube method	2006-04
<b>IEC 62153-4-9</b> <b>IEC/PAS 62338 Ed1</b>	Coupling attenuation, triaxial method	2008-03
<b>IEC 62153-4-10</b>	Shielded screening attenuation test method for measuring the Screening Effectiveness of Feedtroughs and Electromagnetic Gaskets	2009-05
<b>EN 50289-1-6</b>	Communication cables - Specifications for test methods Part 1-6: Electrical test methods -Electromagnetic performance (includes IEC 62153-4-3 and IEC 62153-4-4)	2002

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 43

## Literatur

- [1] Halme, L./Szentkuti, B.: The background for electromagnetic screening measurements of cylindrical screens. Tech. Rep. PTT(1988) Nr. 3.
- [2] L. Halme, R. Kytönen, "Background and introduction to EM screening (shielding) behaviours and measurements of coaxial and symmetrical cables, cable assemblies and connectors", Colloquium on screening effectiveness measurements, Savoy Place London, 6 May 1998, Reference No:1998/452.
- [3] O. Breitenbach, T. Hähner, B. Mund, "Screening of cables in the MHz to GHz frequency range extended application of a simple measuring method", Colloquium on screening effectiveness measurements, Savoy Place London, 6 May 1998, Reference No:1998/452.
- [4] T. Hähner, B. Mund, "Test methods for screening and balance of communication cables", 13<sup>th</sup> international Zurich EMC Symposium, February 16-18 1999
- [5] Bernhard Mund, IWCS (International wire and cable symposium) 2004-08-17, Measuring the EMC on RF-connectors and connecting hardware, Tube in tube test procedure
- [6] Thomas Schmid u.a: "Verification of Feed-through Configurations by Means of simple Test Apparatus on Component Level", Proceedings of the 20th Zurich Symposium on EMC, Zürich 2009.
- [7] IEC 62153-4-3 Transfer impedance, IEC 62153-4-4 Screening attenuation IEC 62153-4-7 Tube in tube IEC 62153-4-9, Coupling attenuation - Triaxial method, EN 50289-1-6 EMC on Communication cables,

4. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2010

Bernhard Mund, *bedea*, [bmund@bedea.com](mailto:bmund@bedea.com), Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, [thomas.schmid@rosenberger.de](mailto:thomas.schmid@rosenberger.de) 44