

3. Anwenderkongress Steckverbinder Workshop EMV Messtechnik

**Kabel
Steckverbinder
Durchführungen
EMV-Dichtungen**

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 2

Autoren

bedea

- Bernhard Mund, **bedea** Berkenhoff & Drebes GmbH, Asslar
 - ◆ *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 des CENELEC SC 46XA, Coaxial cables
- 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

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 3

EMV, Definition

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

„Fähigkeit einer elektrischen Einrichtung, in ihrer elektromagnetischen Umgebung zufriedenstellend zu funktionieren,

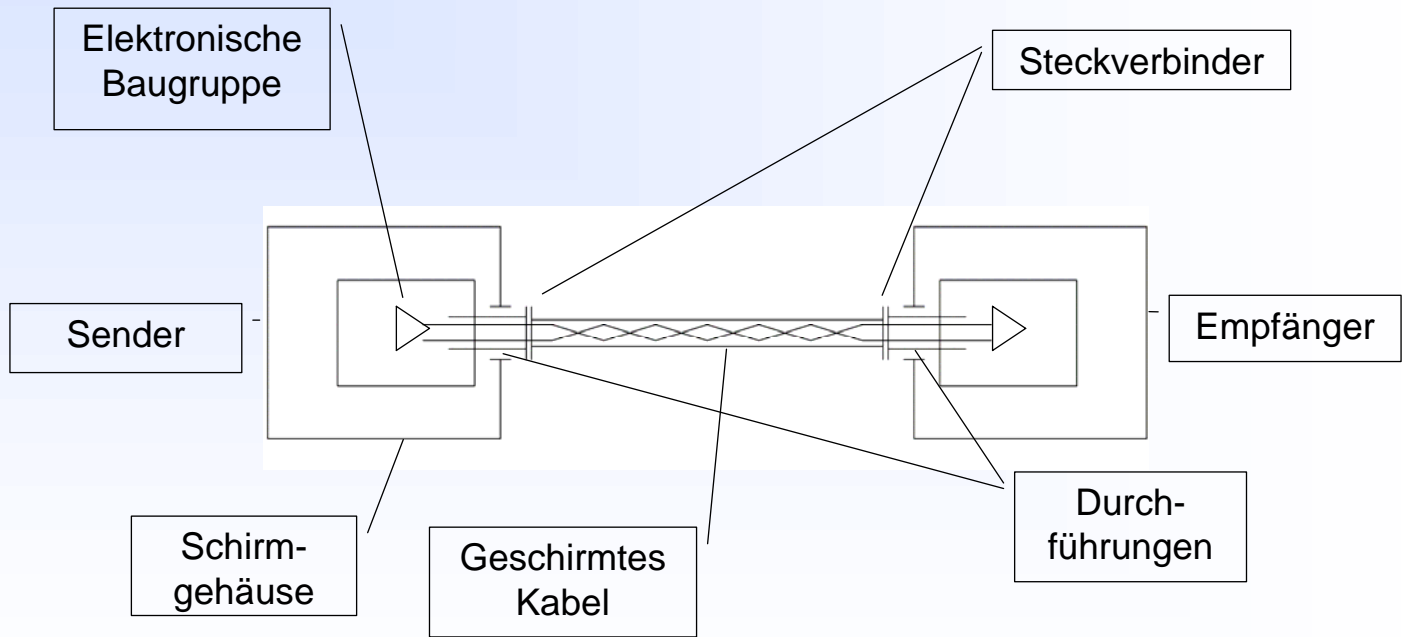
ohne diese Umgebung, zu der auch andere Einrichtungen gehören, unzulässig zu beeinflussen.“

Definition nach VDE 0870

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 4

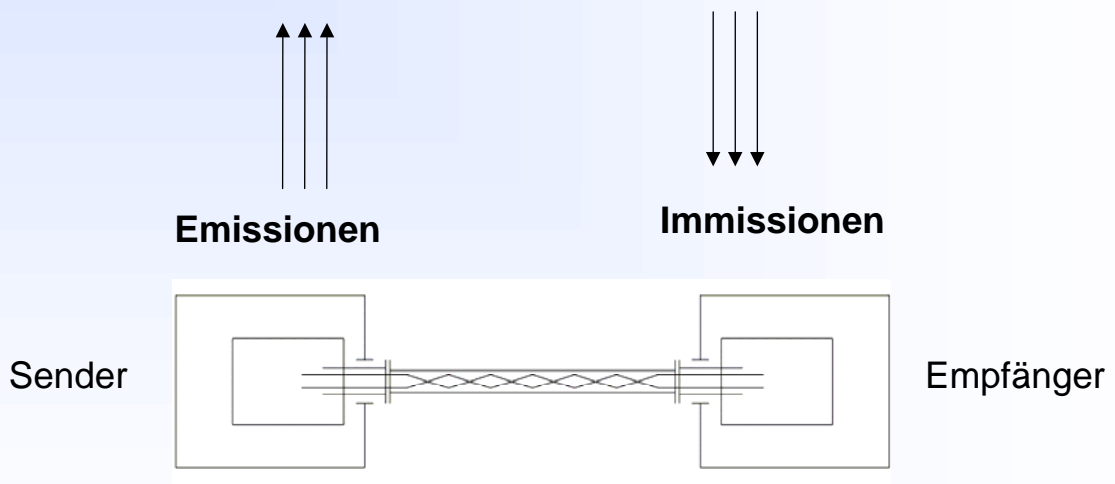
Beispiel: Übertragungssystem



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 5

Störaussendung / Störeinstrahlung



Beispiel: Übertragungssystem

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 6

Sicherstellung der EMV

... durch EMV-gerechtes Design

EMV-Tests

- **auf Systemebene**
- **auf Komponentenebene**

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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

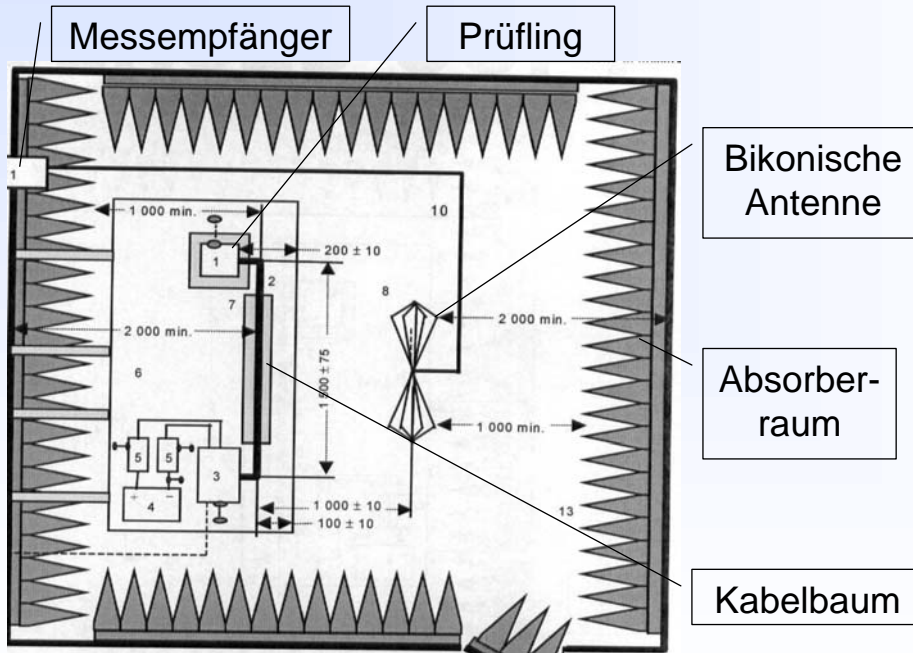
- Antenne
- Bulk Current Injection
- Stripline

...

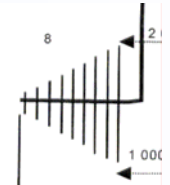
3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 8

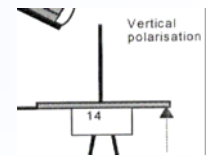
Emmissionsmessung mit Antenne



Log period. Antenne



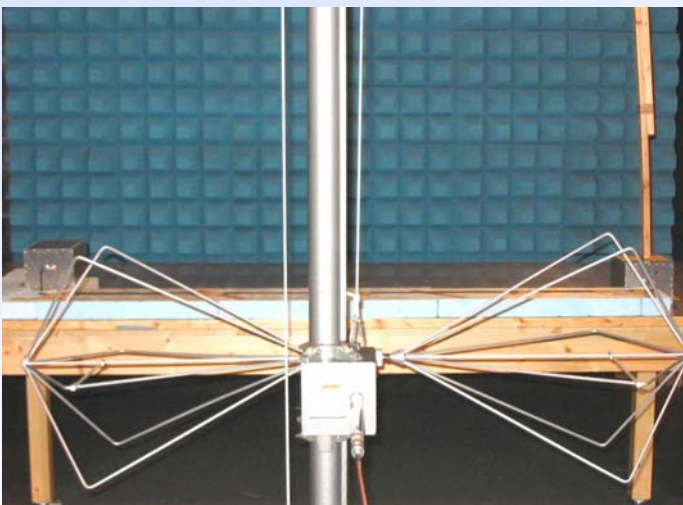
Stab Antenne



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 9

Emissionsmessung mit Antenne

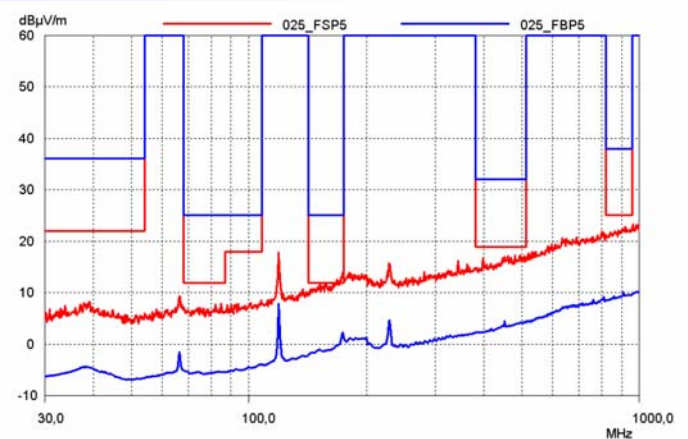


Spitzenwert-Messung:

rote Kurve (blaues Limit)

Mittelwert-Messung:

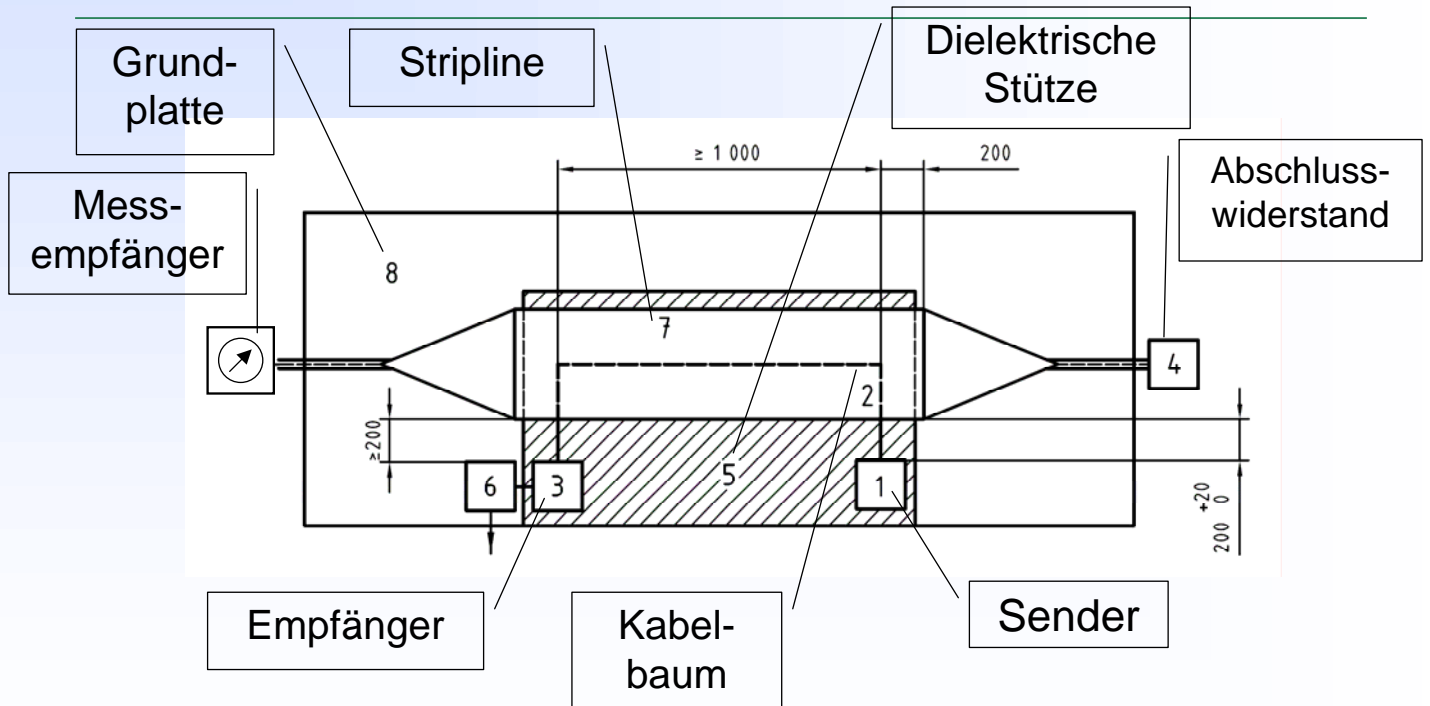
blaue Kurve (rotes Limit)



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 10

Stripline-Test



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 11

Emissionsmessung mit Stripline

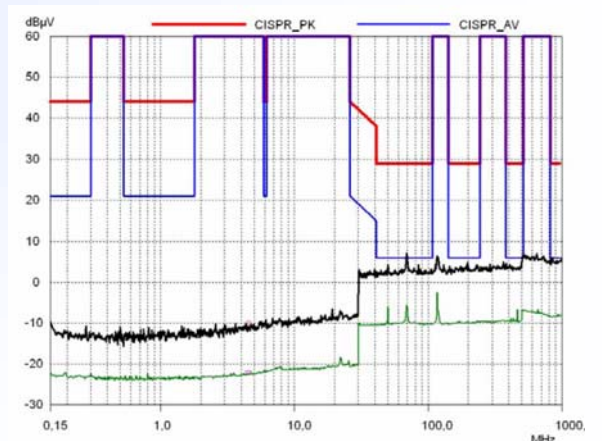


Spitzenwert-Messung:

schwarze Kurve (rotes Limit)

Mittelwert-Messung:

grüne Kurve (blaues Limit)



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 12

Immunitätsprüfungen

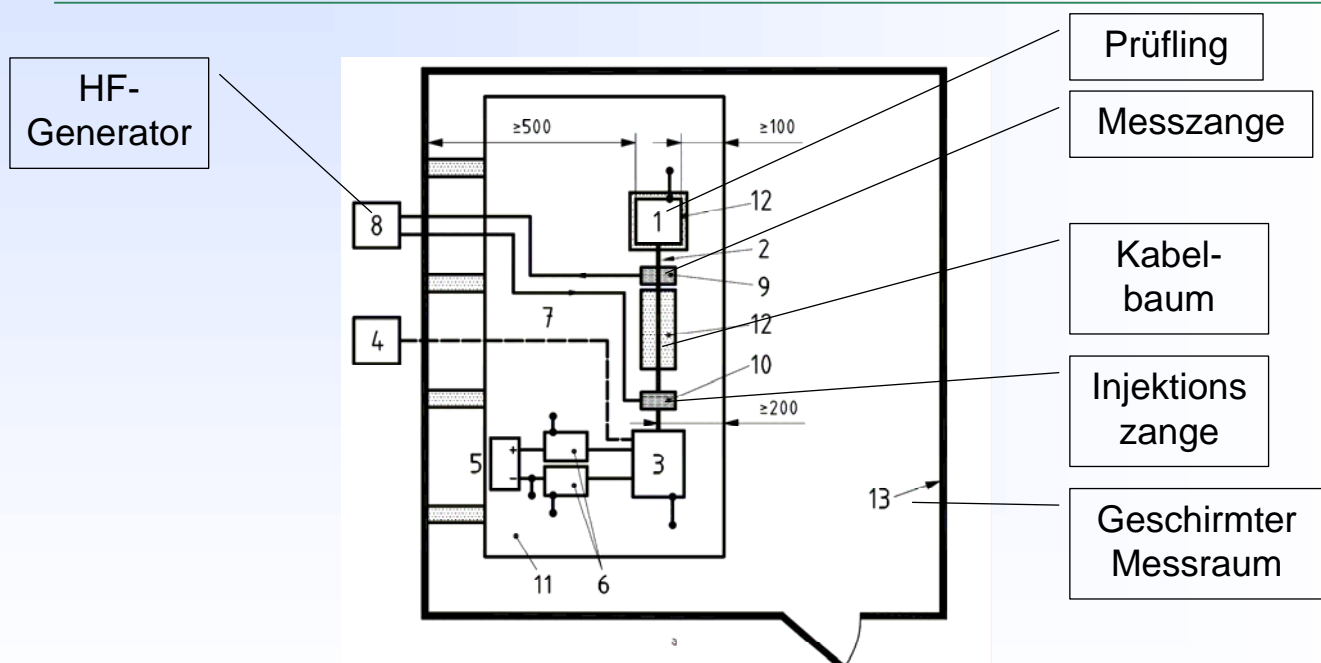
Der Prüfling wird einem EM-Feld mit bekannter Feldstärke ausgesetzt:

- 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

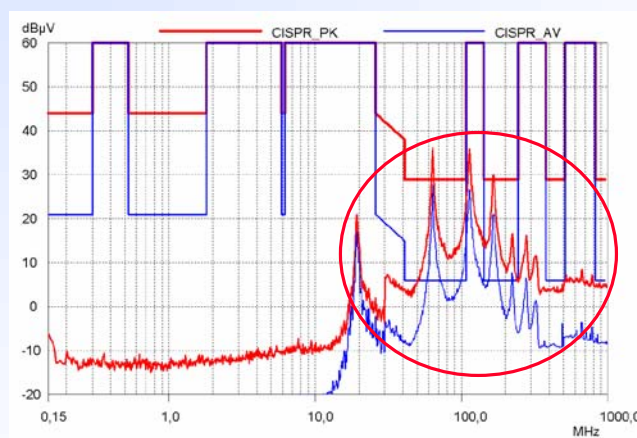
- Geschirmte Kammer bzw. Absorberraum erforderlich
- Ergebnisse abhängig vom Messaufbau
- Funktionierende Systeme erforderlich

- Hoher Aufwand an Zeit und Kosten

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 15

Was tun wenn die Limits überschritten werden?

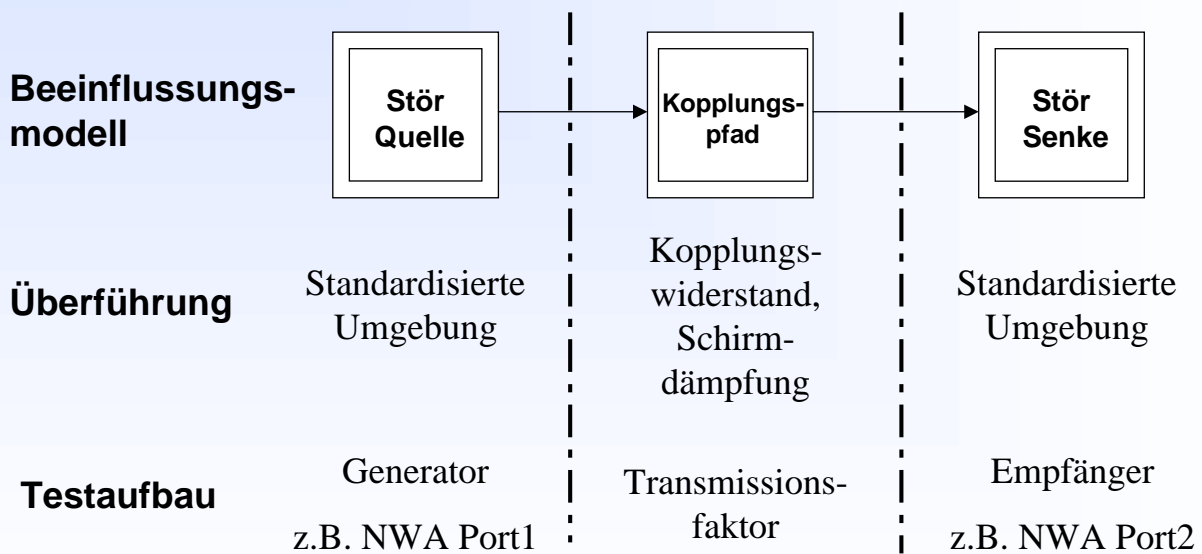


=> Messung der Einzelkomponenten des Systems!

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 16

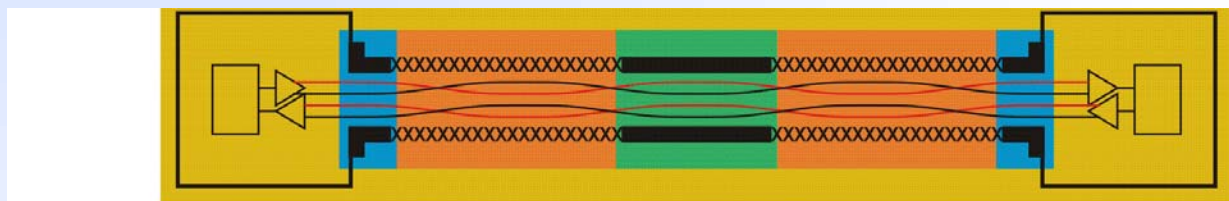
Funktionsschema der Komponententests



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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**



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 18

Mess-System CoMeT



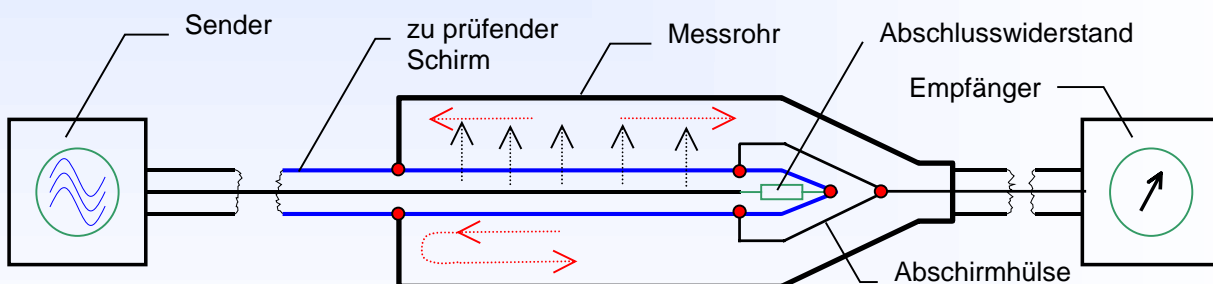
3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 19

Messen mit dem Triaxialverfahren, Prinzip

Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung

Einige kHz bis über 8 GHz mit einem Messaufbau



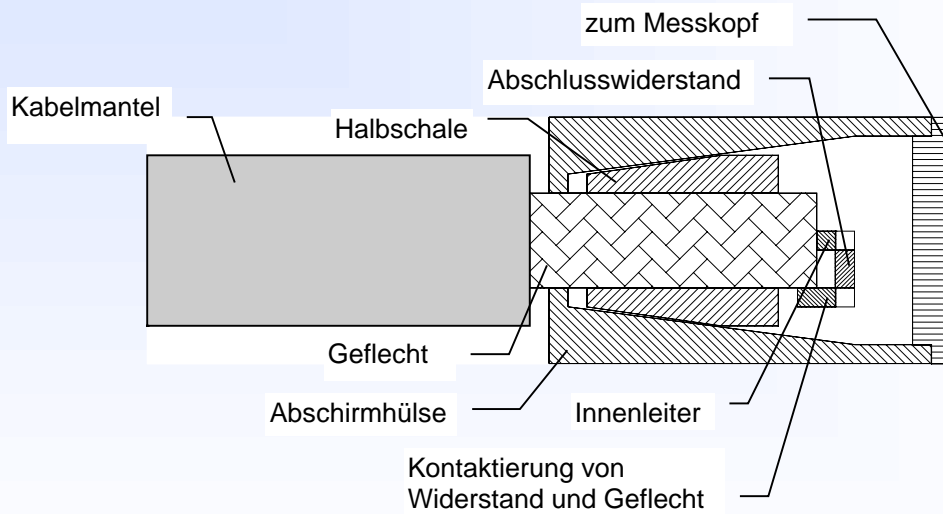
IEC 62153-4-3/-4-4
EN 50289-1-6

Transferimpedanz, Schirmdämpfung
Kommunikationskabel, Elektromagnetisches Verhalten

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 20

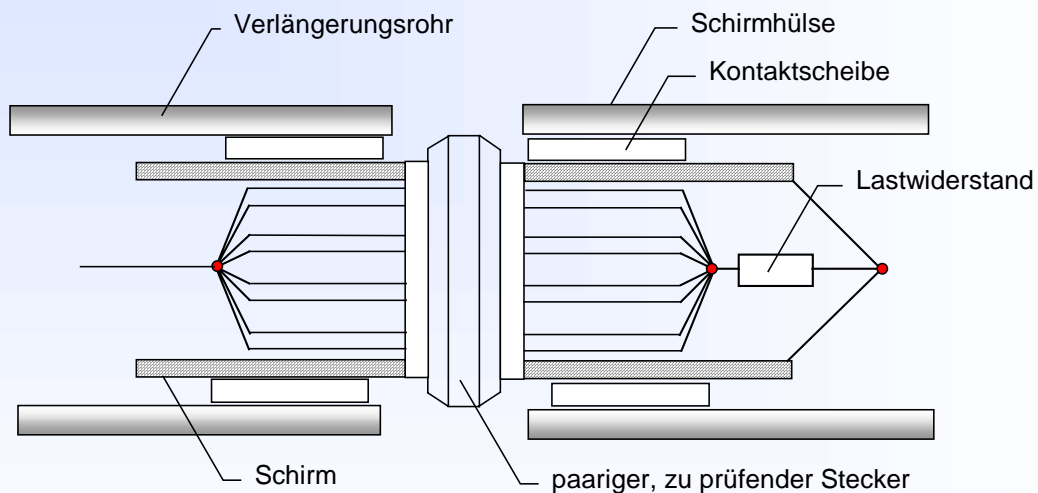
Abschlusswiderstand und Schirmhülse



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 21

Symmetrische Prüflinge, Z_T



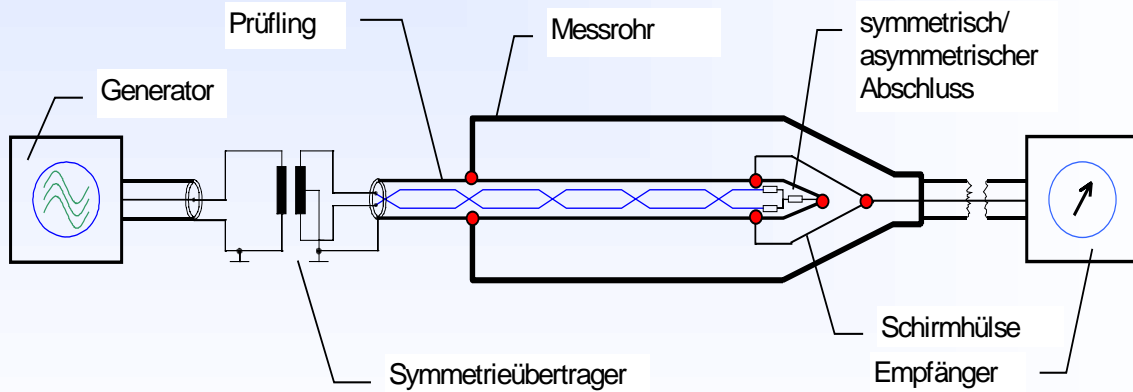
Prüfverfahren analog 62153-4-3, short/short oder short/matched bzw. IEC 62153-4-7

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 22

Messen der Kopplungsdämpfung

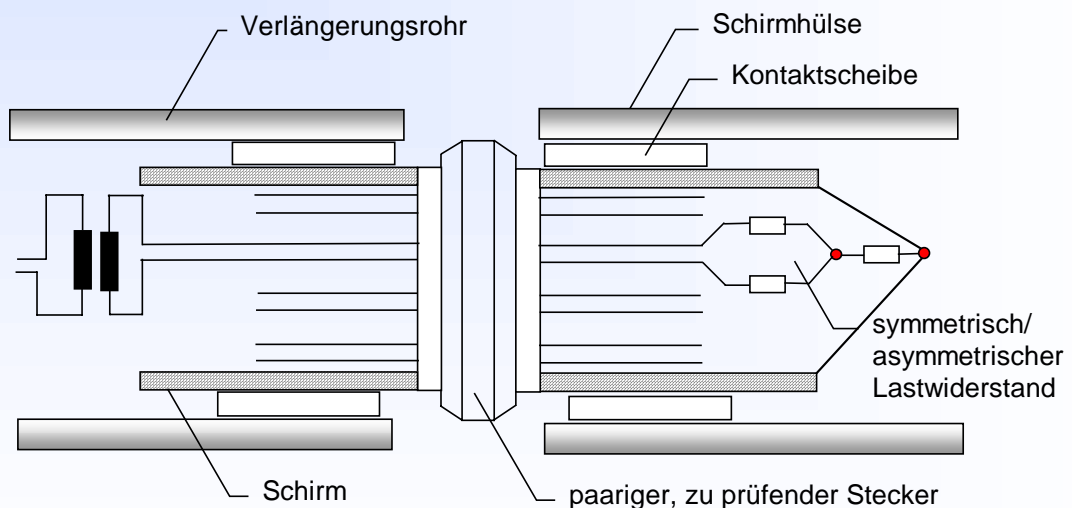
Die Kopplungsdämpfung ist die Summe aus Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirmes



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 23

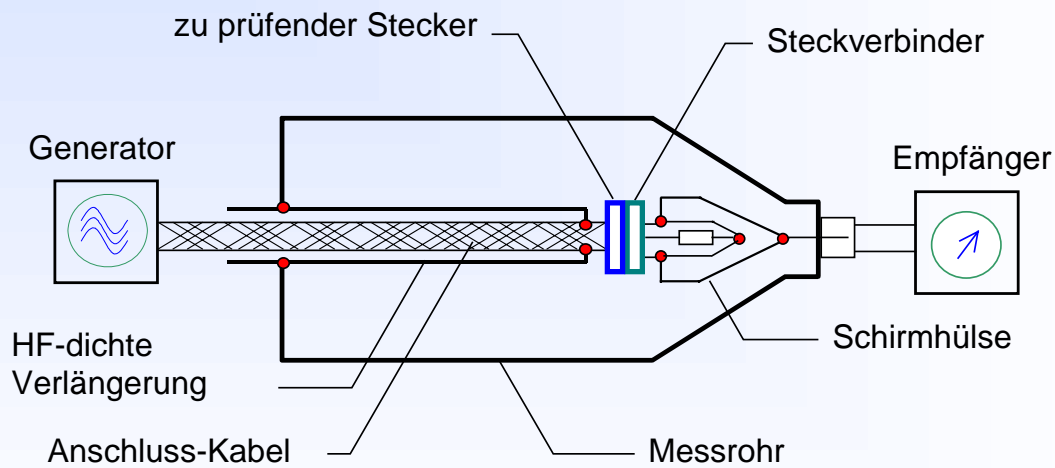
Symmetrischer Prüfling, Kopplungsdämpfung



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 24

Triaxialer Aufbau für Stecker mit "Rohr im Rohr"

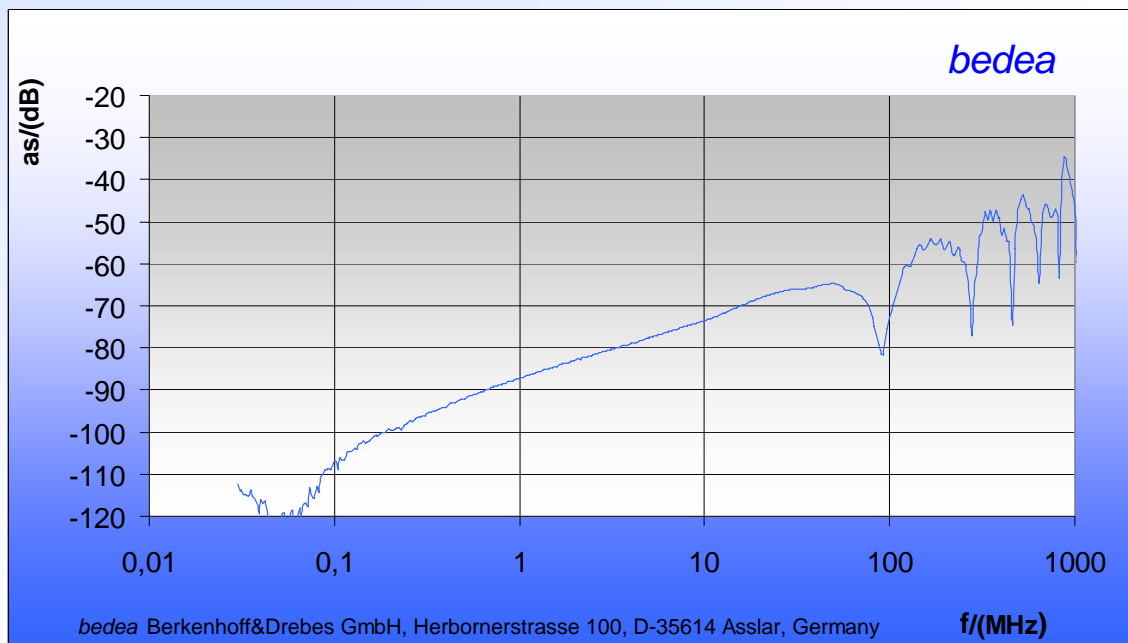


„Rohr in Rohr“-Verfahren zur Messung der Schirmwirkung von Steckern

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 25

Kopplungsdämpfung, Nexans GG 45

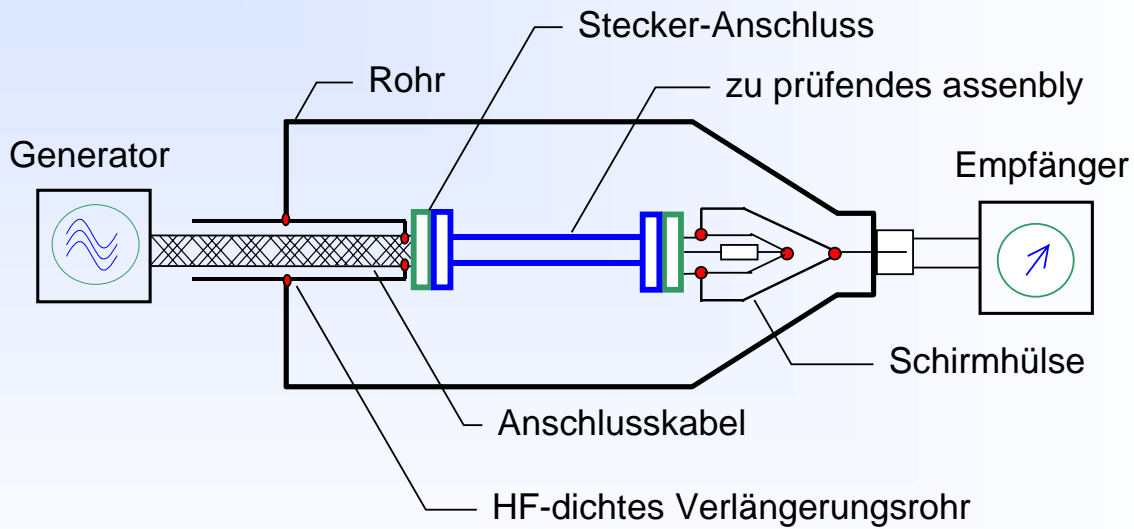


bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herbornerstrasse 100, D-35614 Asslar, Germany

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 26

Messen von konfektionierten Kabeln

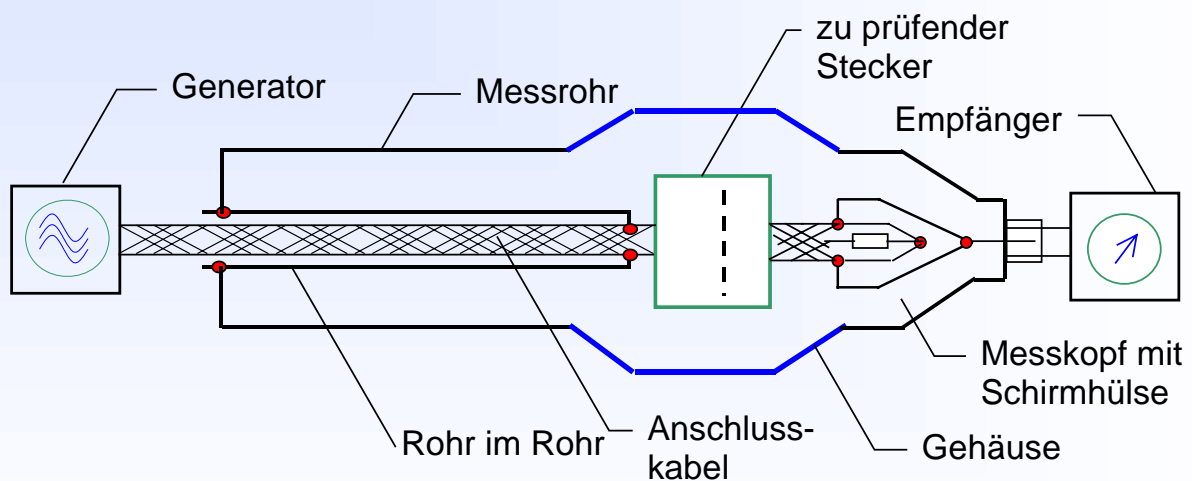


IEC 62153-4-7, Tube in tube test procedure (connectors & assemblies)

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 27

Prüfeinrichtung für größere Stecker und Anschlussstechnik

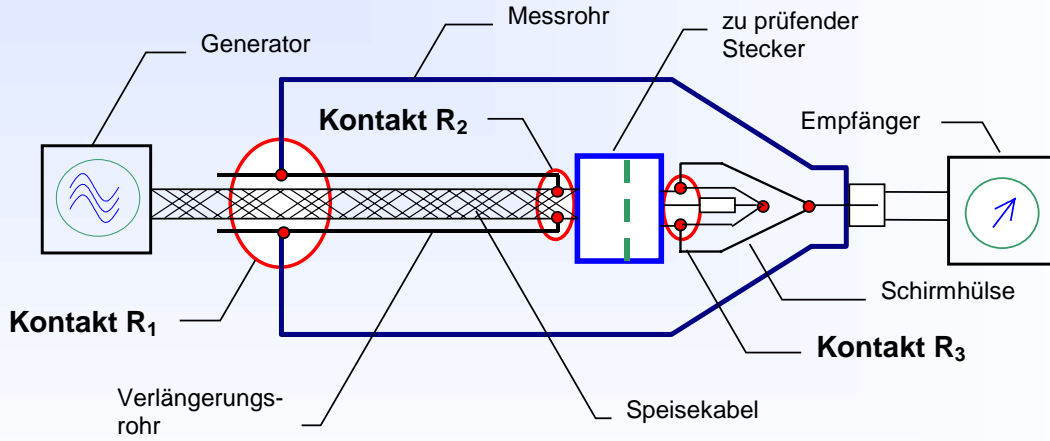


Das Verfahren ist in Beratung bei IEC TC46/WG 5

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 28

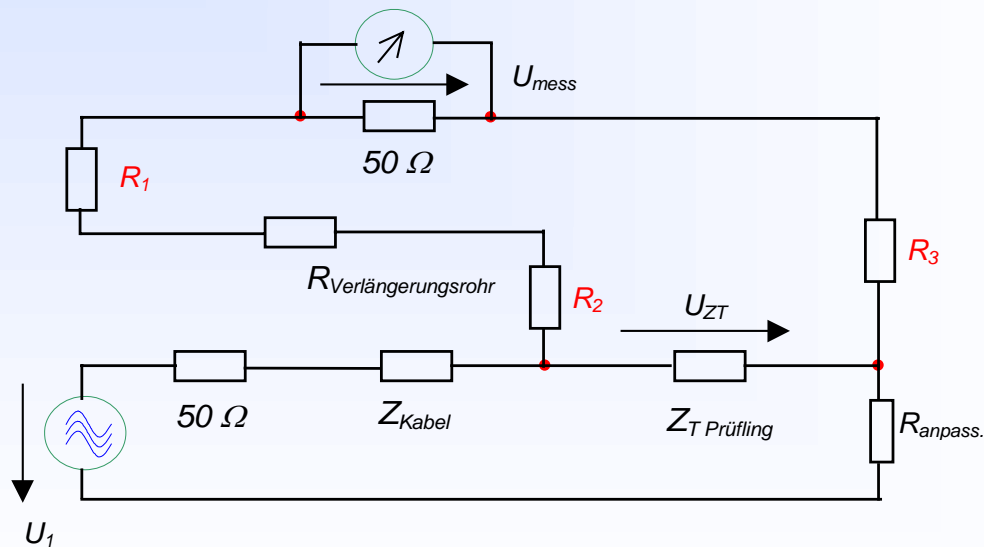
Übergangswiderstände Rohr im Rohr



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 29

Ersatzschaltbild Rohr im Rohr



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 30

Mess-System CoMeT mit Gehäuse



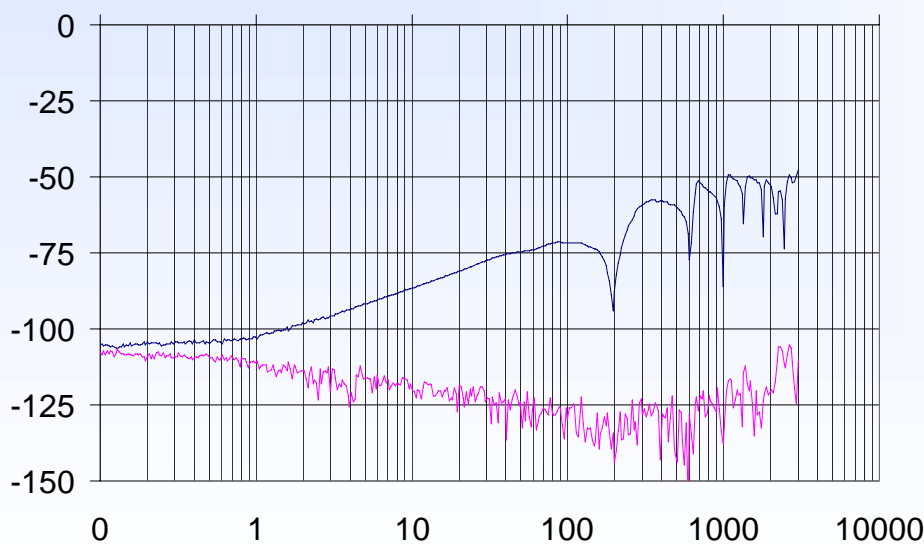
3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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

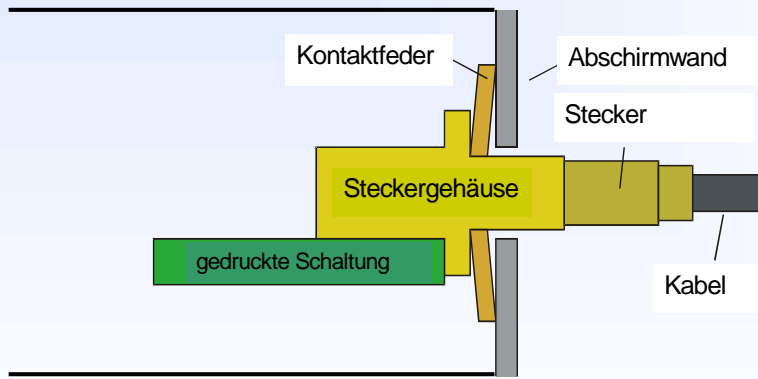


3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 32

Gehäusedurchführungen

Problem: EMV von Gehäusedurchführungen & EMV Dichtungen



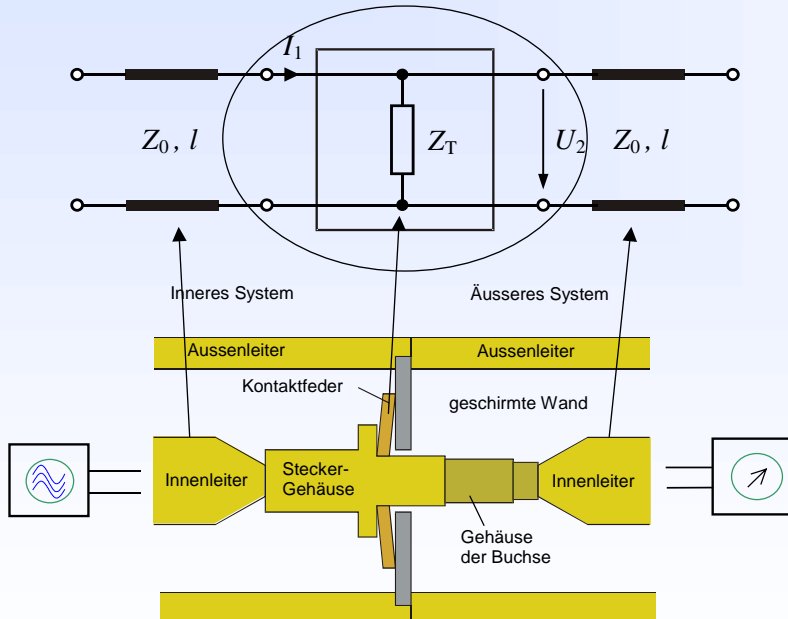
Wie gut ist die Schirmeffizienz?

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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

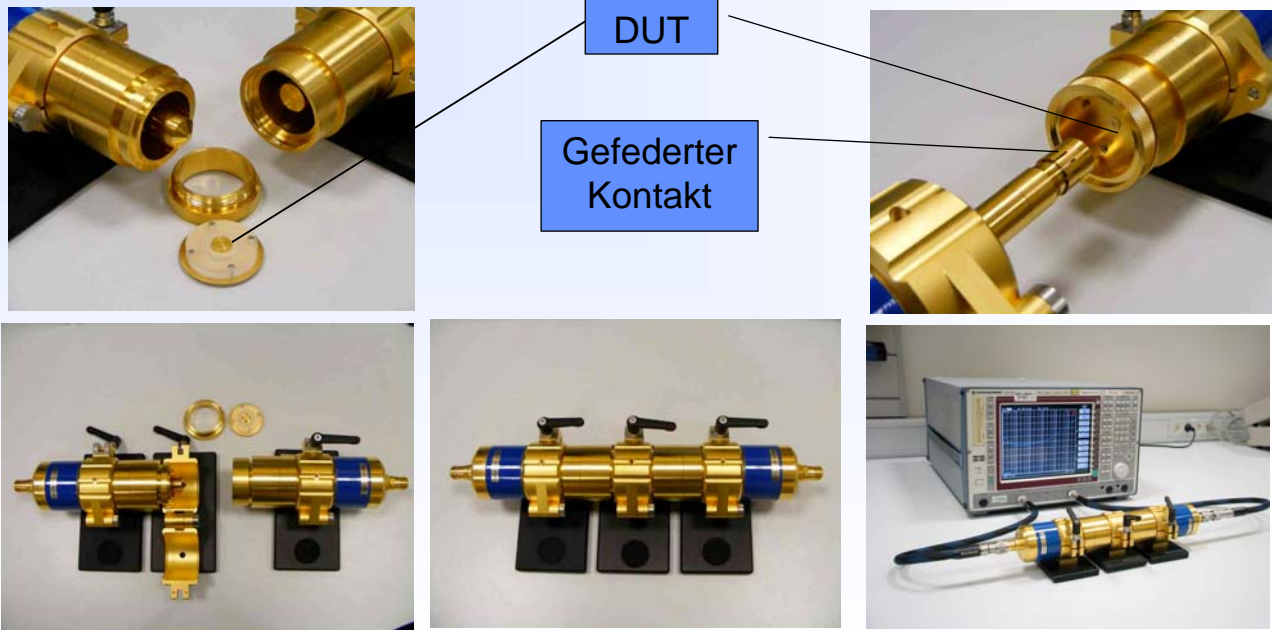
$$Z_T = \frac{U_2}{I_1} = z_T Z_0 = \frac{S_{21} Z_0}{2(1 - S_{21})}$$

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

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 34

Testfassung



DUT

Gefederter Kontakt

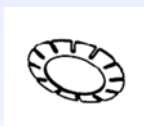
3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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)



**Durchführungs
kondensatoren**

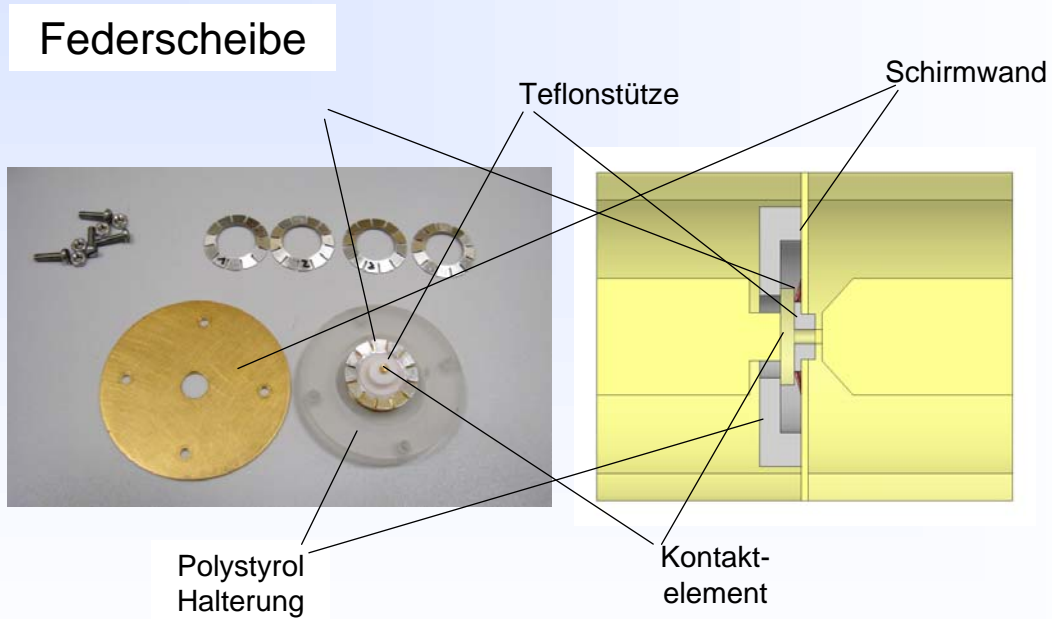
- 22pF (N750)
- 56pF (N1500)
- 2nF (2F4)
- Pi-Filter 4.5nF (2F4)



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 36

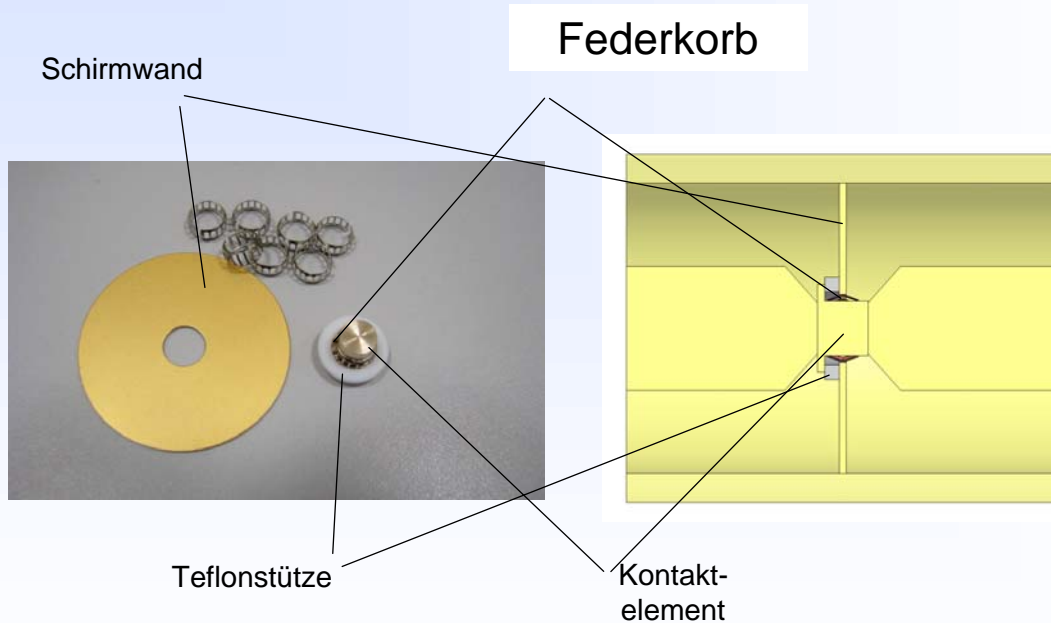
Vorbereitung der Messobjekte: Federscheibe *bedea*



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 37

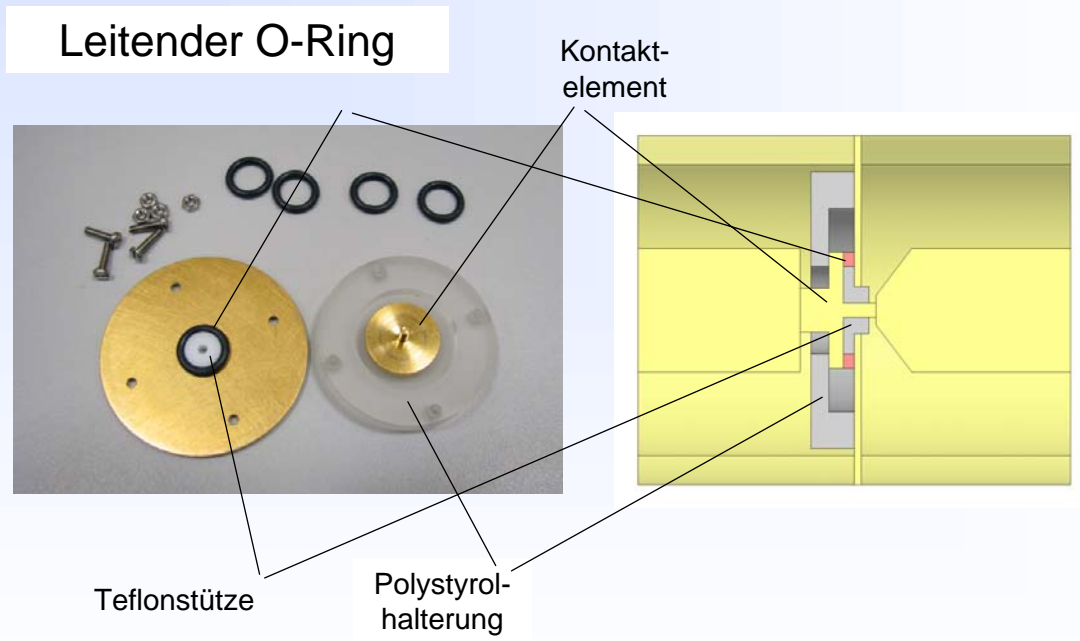
Vorbereitung der Messobjekte: Federkorb *bedea*



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 38

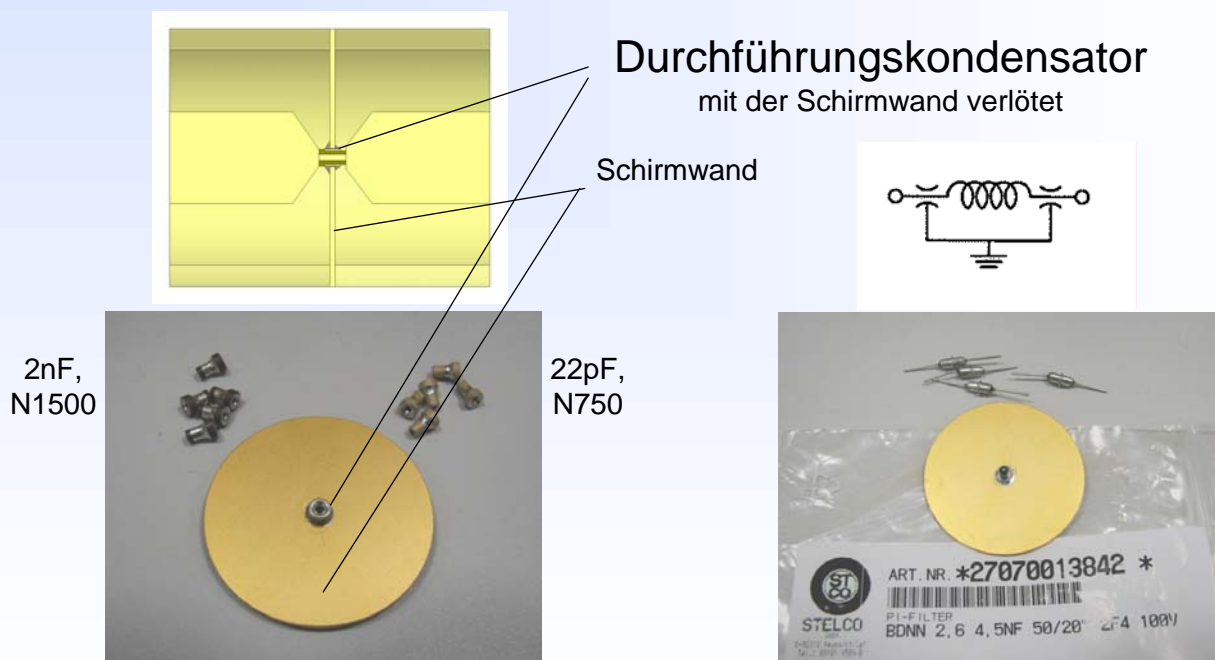
Vorbereitung der Messobjekte: Leitender O-Ring *bedea*



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 39

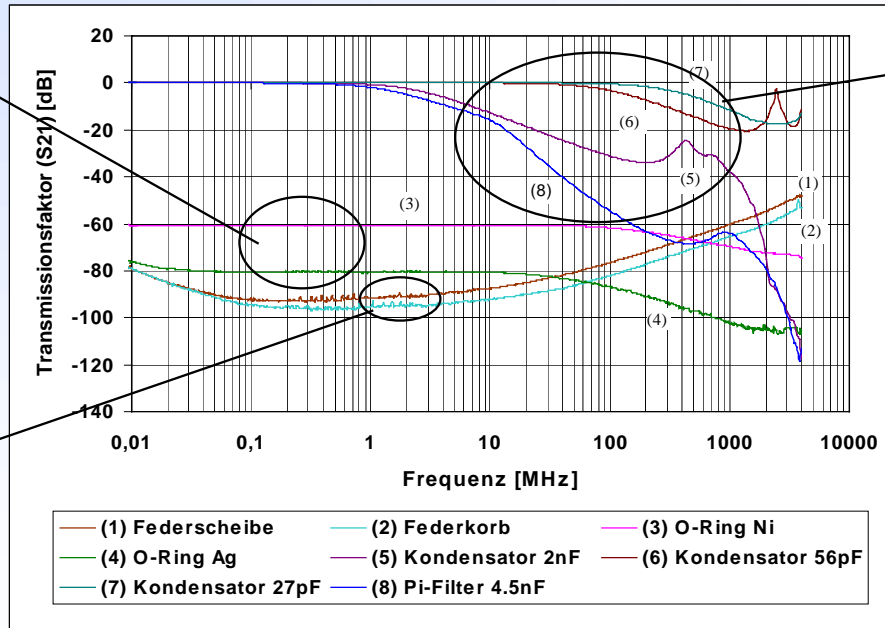
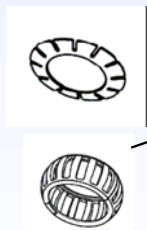
Vorbereitung der Messobjekte: DuKo *bedea*



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 40

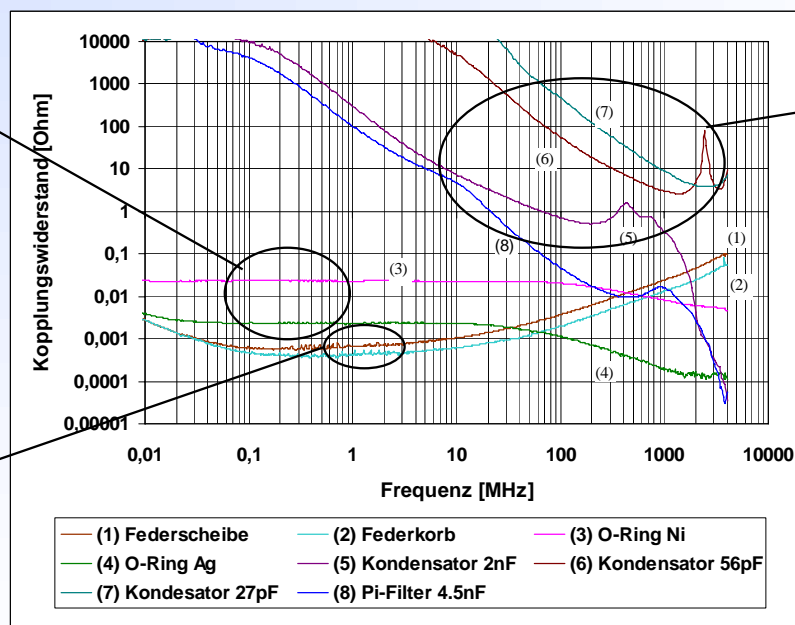
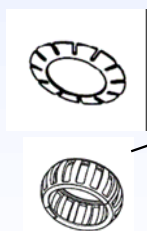
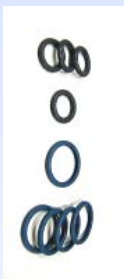
Messergebnisse: Transmissionsfaktoren



3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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 $|S_{21}| \ll 1$

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 42

Internationale Normen

IEC TR 62153-4-1	Introduction to EMC measurements	2007-11
IEC 62153-4-3	Surface transfer impedance - Triaxial method	2006-03
IEC 62153-4-4	Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation "a _s " up to and above 3 GHz	2006-05
IEC 62153-4-7	Shielded screening attenuation, test method for measuring the Transfer impedance Z _T and the screening attenuation a _S of RF-Connectors up to and above 3 GHz; Tube in Tube method	2006-04
IEC 62153-4-9 IEC/PAS 62338 Ed1	Coupling attenuation, triaxial method	2008-03
IEC 62153-4-10	Shielded screening attenuation test method for measuring the Screening Effectiveness of Feedtroughs and Electromagnetic Gaskets	2009-05
EN 50289-1-6	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

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, 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", 13th 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,

3. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg 2009

Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de 44