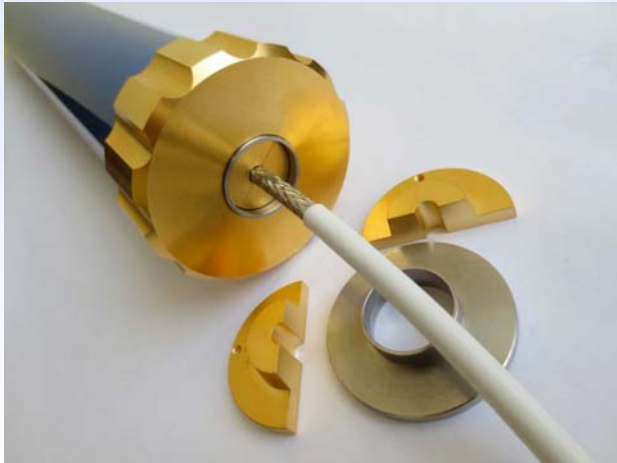


Workshop EMV Messtechnik

Messgenauigkeit & Reproduzierbarkeit bei Messungen mit dem Triaxialverfahren



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

1

Inhalt

- EMV Einführung
 - ◆ Begriffe und Definitionen, Systemtests, Übersicht
- Triaxialverfahren
 - ◆ Kopplungswiderstand, Schirmdämpfung und Kopplungsdämpfung mit dem Triaxialverfahren
- Neuerungen der IEC 62153-4- Serie
- Messdynamik
 - ◆ Grundrauschen, ZF-Bandbreite
- Mustervorbereitung
- Triaxiale Zelle mit Schiebewand
- Langzeitverhalten von Kabeln
- Diskussion

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

2

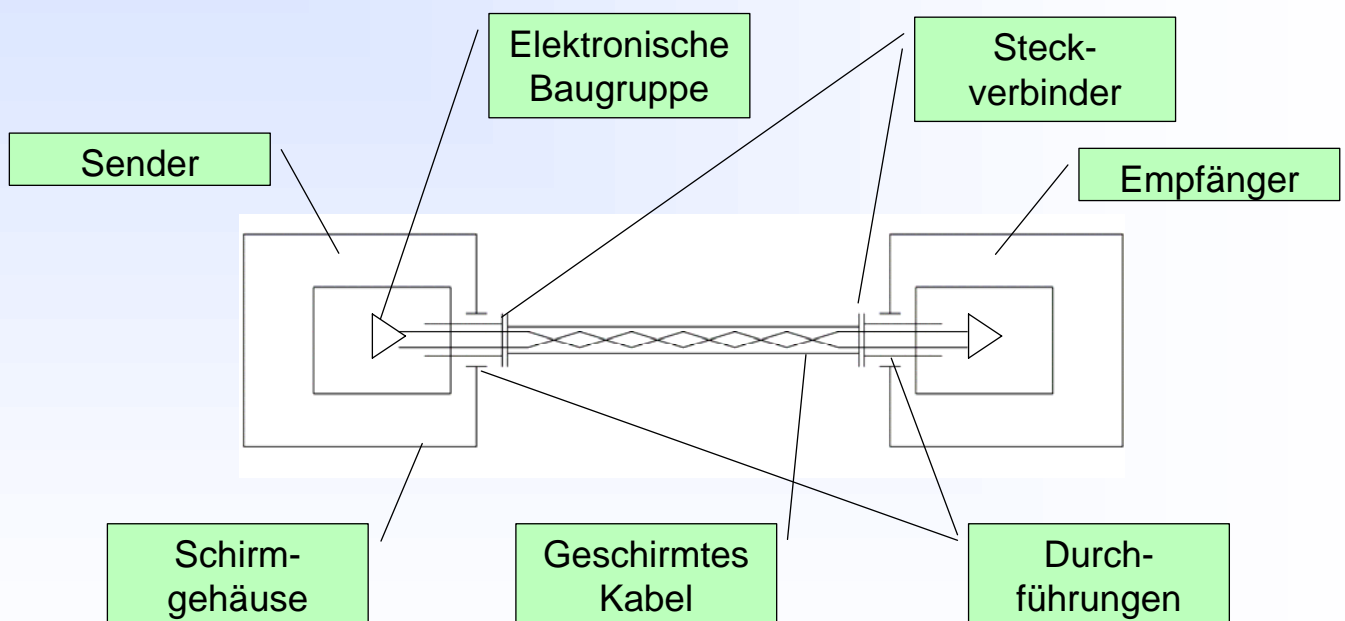
EMV, Definition

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

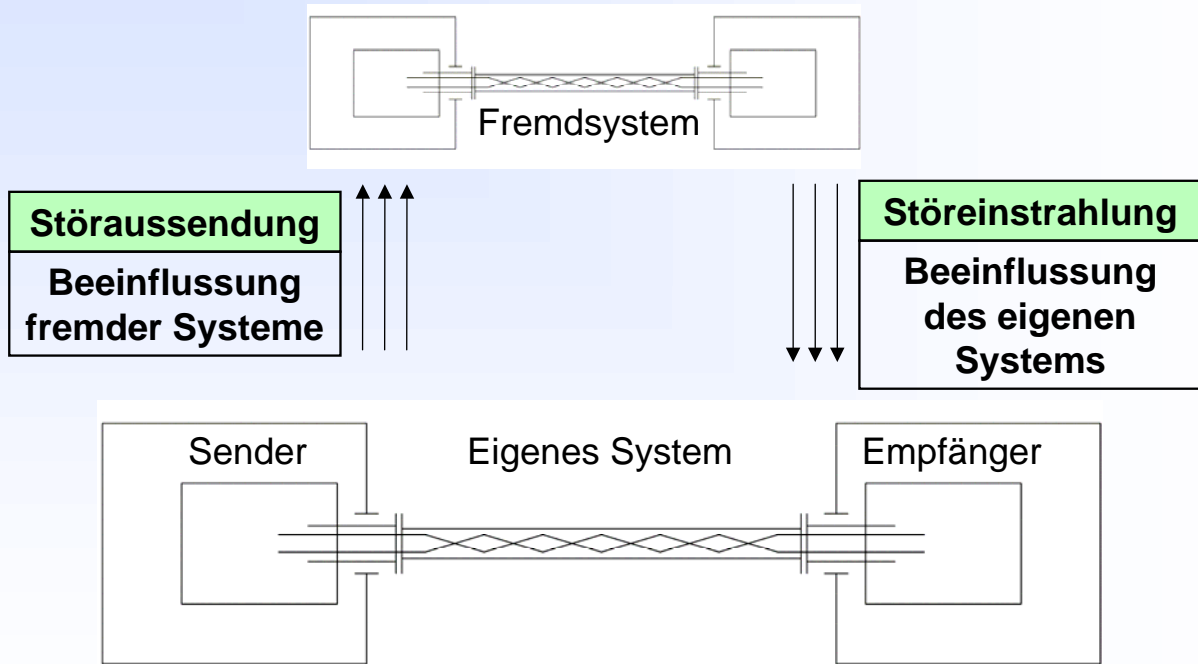
Definition nach **VDE 0870**:

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

Beispiel: Übertragungssystem

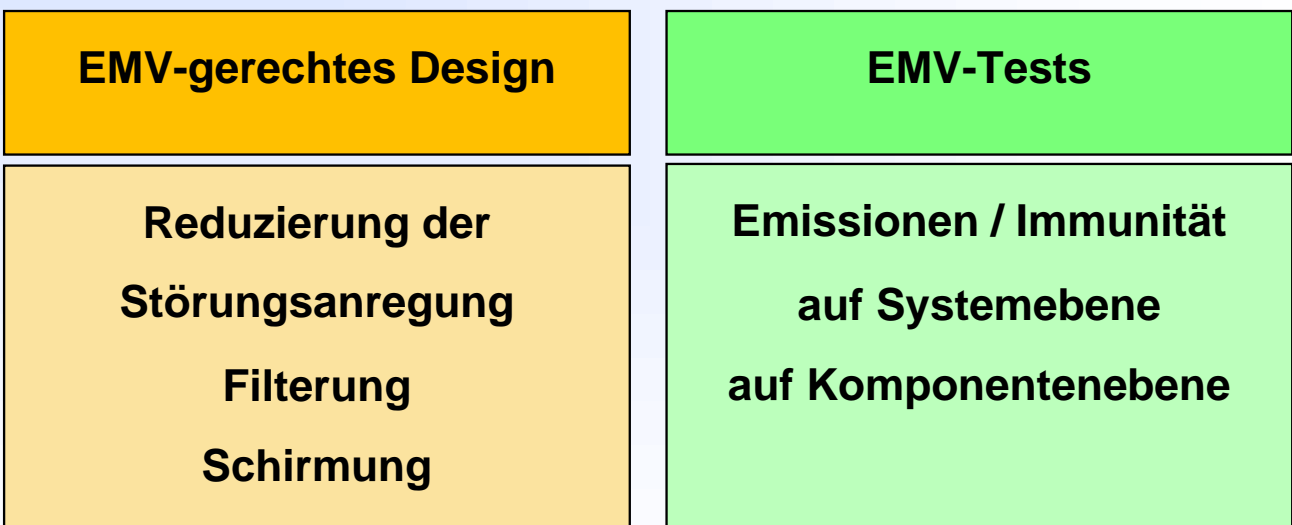


Störaussendung / Störeinstrahlung



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Sicherstellung der EMV

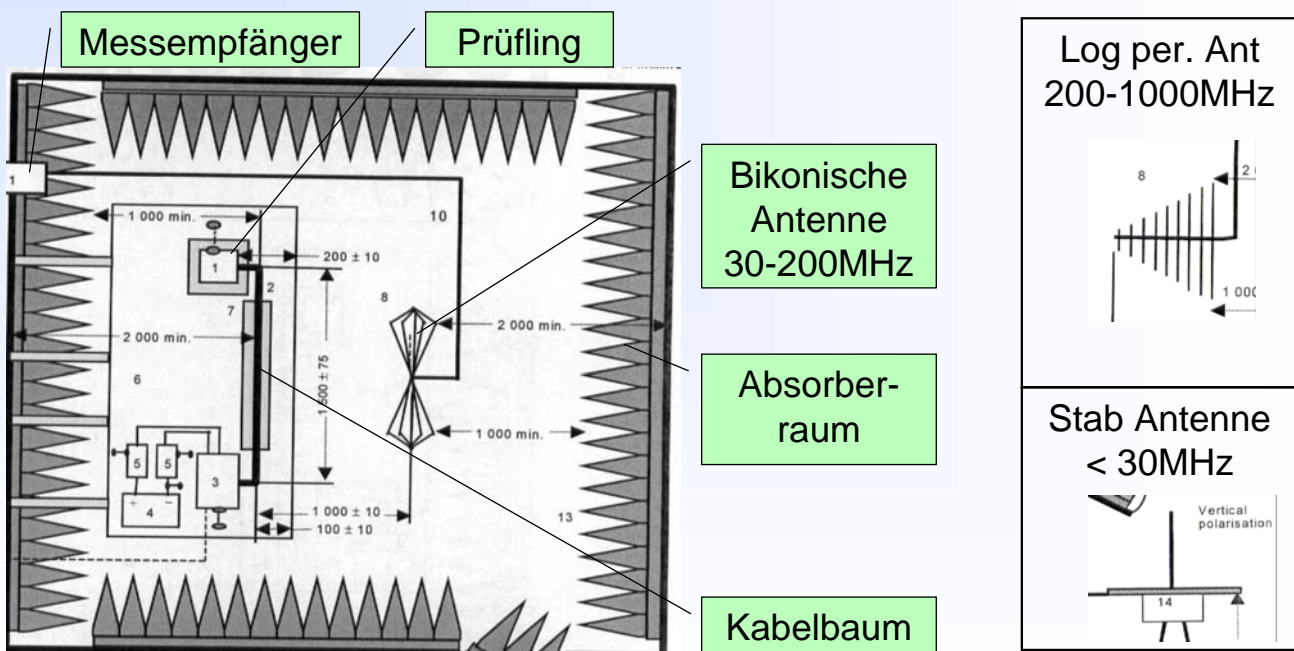


8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Beispiele für EMV-Tests auf Systemebene

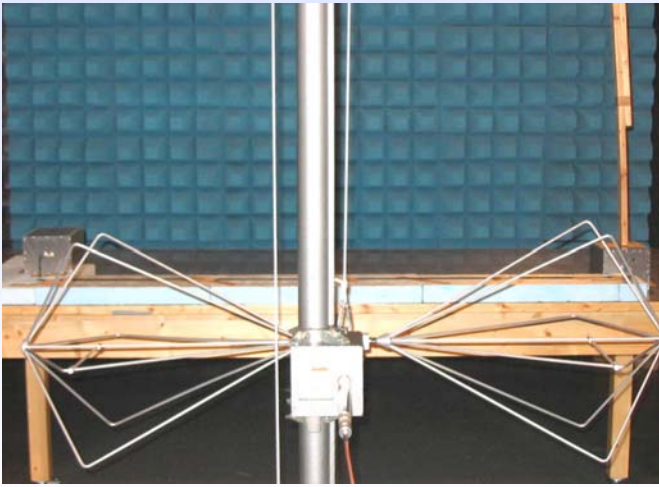
Emissionsprüfungen (Störaussendung)	Immunitätsprüfungen (Störfestigkeit)
z.B. CISPR 25 - Antenne - Stripline ...	z.B. ISO 11452 - Antenne - Bulk Current Injection - Stripline ...

Emmisionsmessung mit Antenne



Emissionsmessung mit Antenne

Messung nach CISPR 25



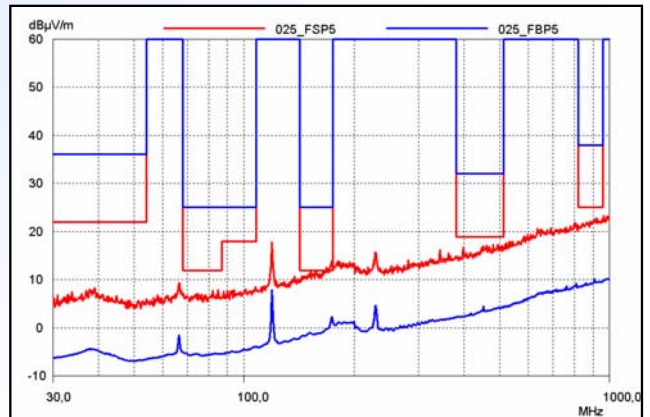
Breitbandmessung erfordert Antennenwechsel

Spitzenwert-Messung (PEAK):

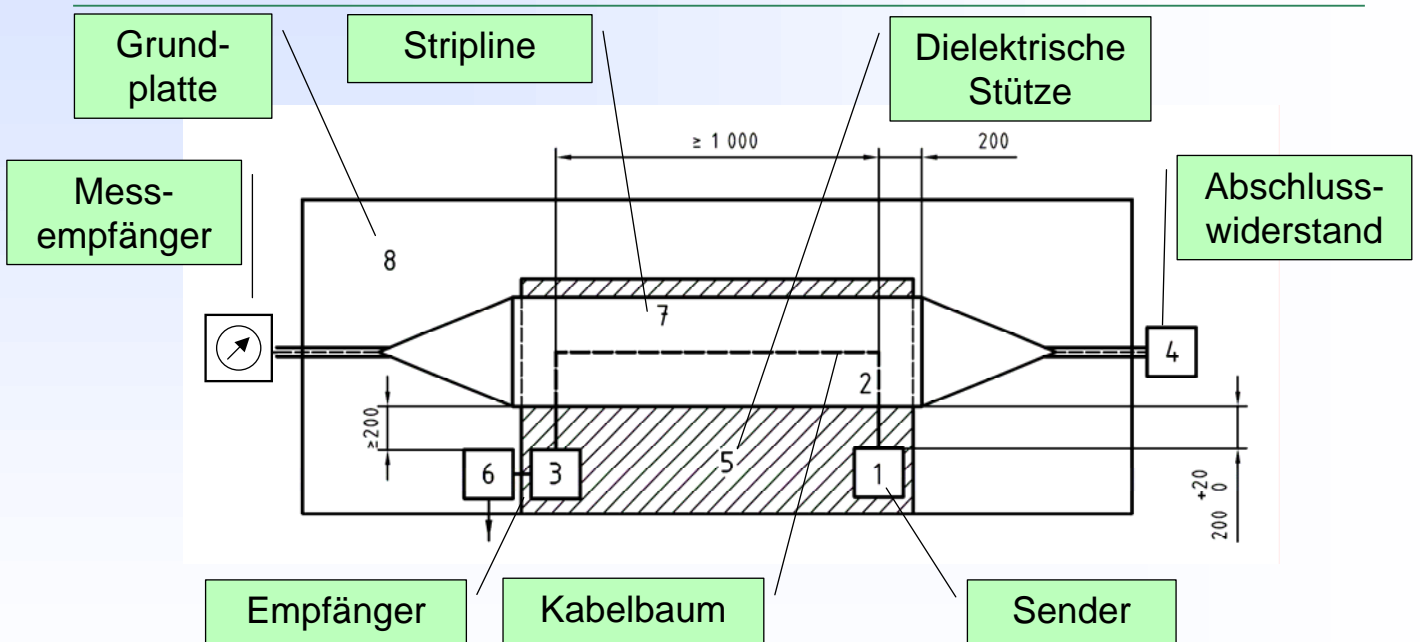
rote Kurve (blaues Limit)

Mittelwert-Messung (AVERAGE):

blaue Kurve (rotes Limit)



Stripline-Test



Emissionsmessung mit Stripline

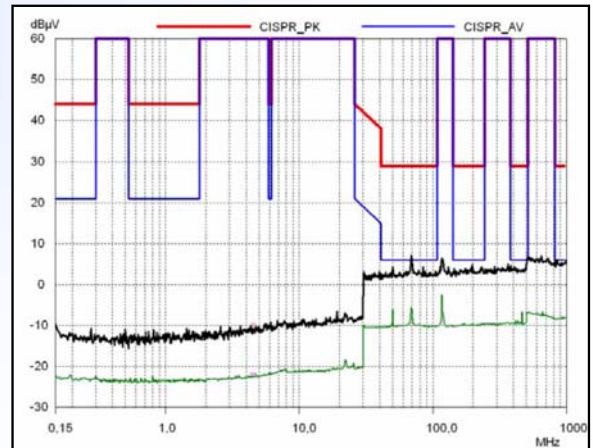
Messung nach CISPR 25



Stripline im Absorberraum
Schirmkabinen reicht aus

Spitzenwert-Messung (PEAK):
schwarze Kurve (rotes Limit)

Mittelwert-Messung (AVERAGE):
grüne Kurve (blaues Limit)



Immunitätsprüfungen

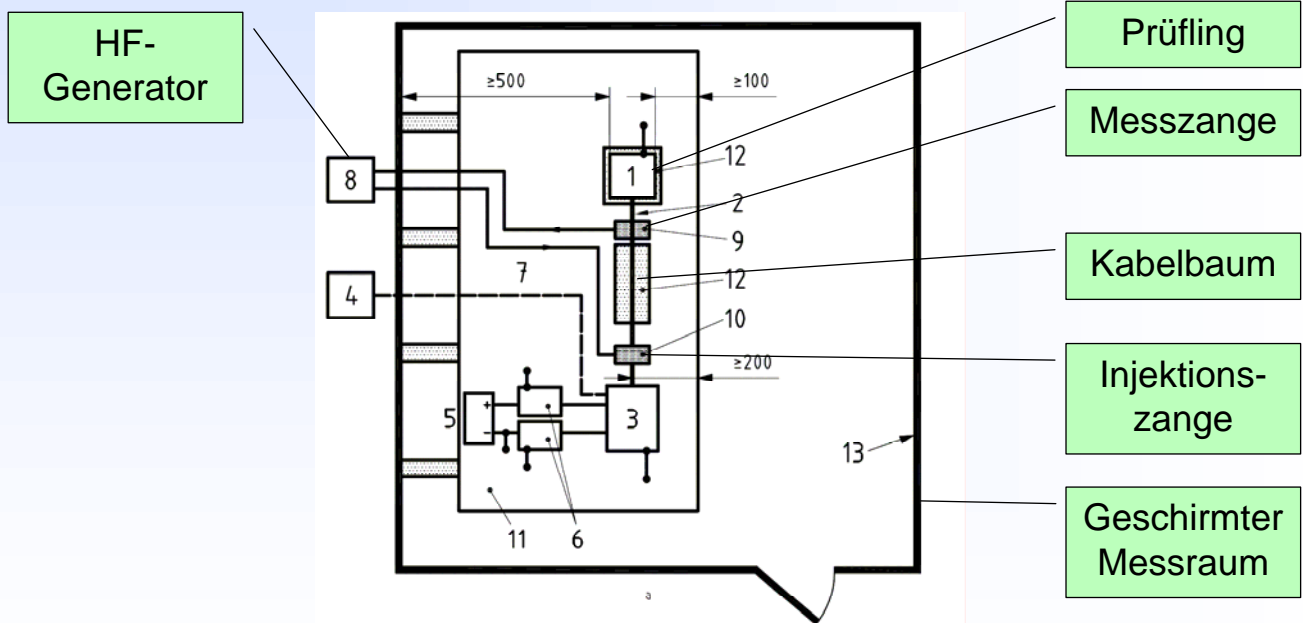
Der Prüfling wird einem EM-Feld mit bekannter
Feldstärke ausgesetzt:

- 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



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

13

Zusammenfassung EMV-Systemtest

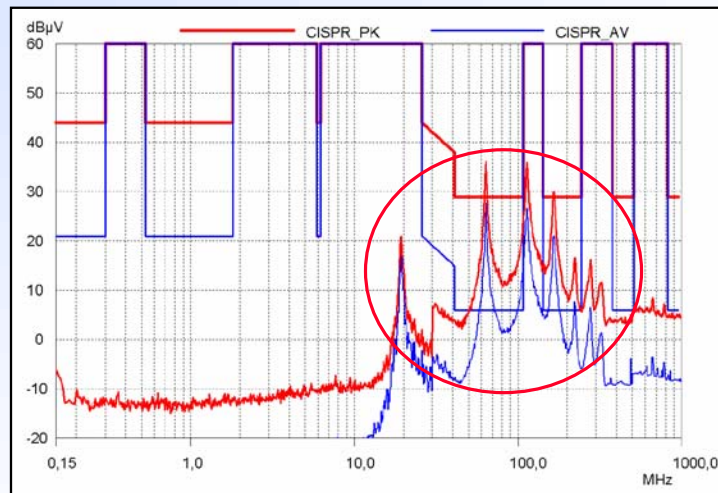
- Geschirmte Kammer bzw. Absorberraum
- Ergebnisse abhängig vom Messaufbau
- Funktionierende Systeme erforderlich
- Hoher Aufwand

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

14

Was tun wenn die Limits überschritten werden?

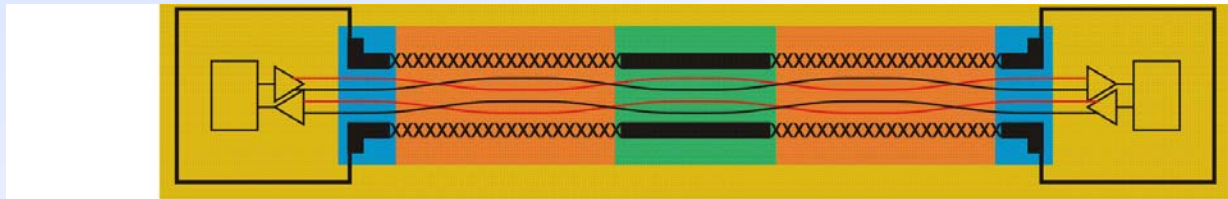


—→ Messung der Einzelkomponenten des Systems !!!

Funktionsschema der Komponententests

Beeinflussungsmodell	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">Stör Quelle</div> →	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">Kopplungs- pfad</div> →	<div style="border: 1px solid black; padding: 5px; width: 60px; margin: 0 auto;">Stör Senke</div>
Überführung	Standardisierte Umgebung	Transmissions- faktor	Standardisierte Umgebung
Testaufbau	Generator z.B. NWA Port1	Kopplungs- widerstand, Schirm- dämpfung	Empfänger z.B. NWA Port2

Komponententest mit Kopplungsmessrohr



Component Tests

IEC 62153-4-4

Kabel

IEC 62153-4-7

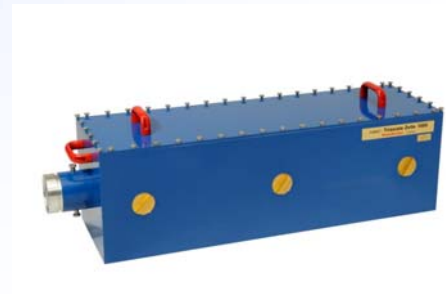
Steckverbinder

IEC 62153-4-10

Durchführungen

CoMeT

**Coupling
Measuring
Tube**



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

17

Mess-System CoMeT



Test set-up CoMeT

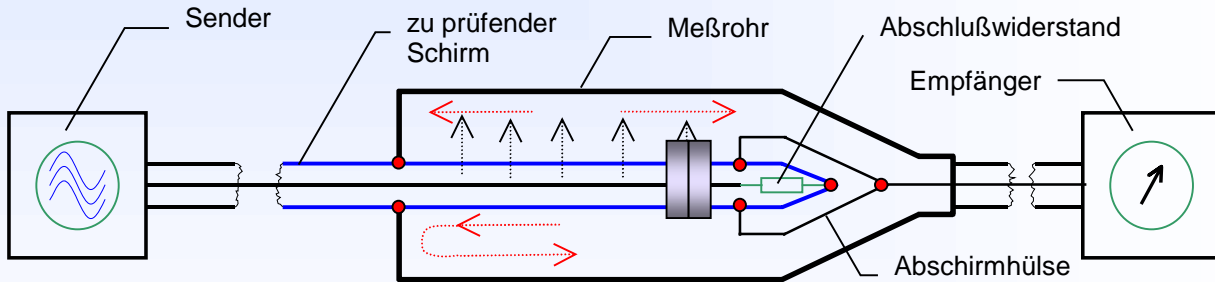
8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

18

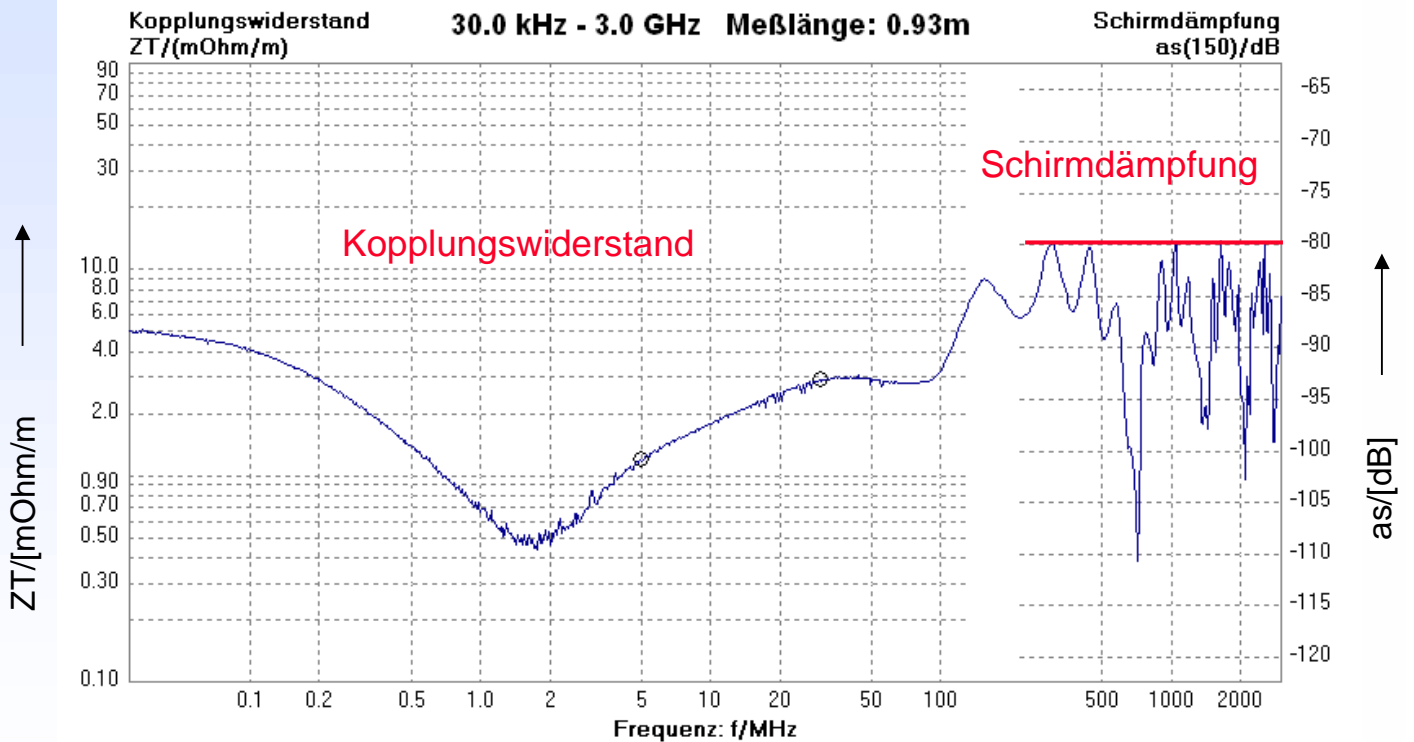
Messen mit dem Triaxial-Verfahren, Prinzip

Kopplungswiderstand & Schirmdämpfung
DC bis über 12 GHz mit einem Messaufbau



IEC 62153-4-3/-4-4/-4-7 Kopplungswiderstand & Schirmdämpfung, Triaxialverfahren
DIN EN 50289-1-6, Kommunikationskabel, Elektromagnetisches Verhalten

Kopplungsübertragungsfunktion RG 214



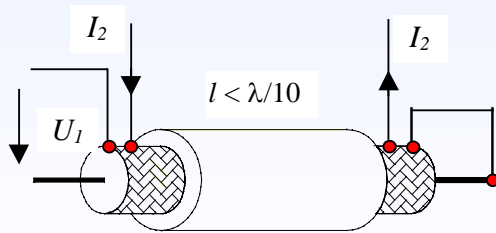
Definitionen, elektrische Länge

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:

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

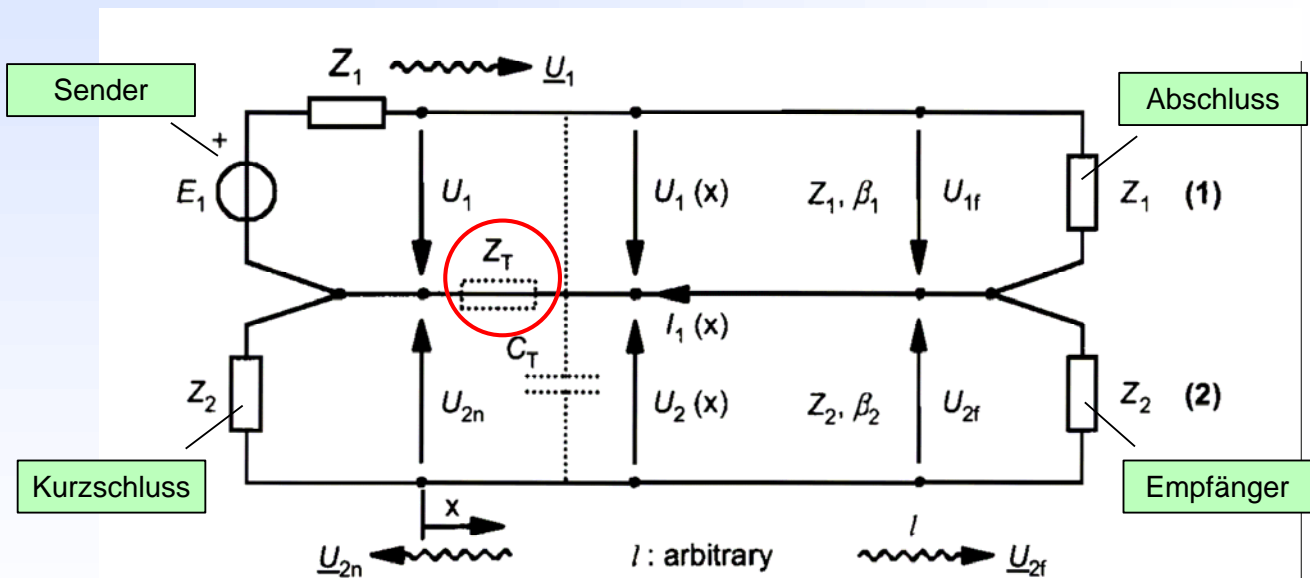
elektrisch kurz:

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

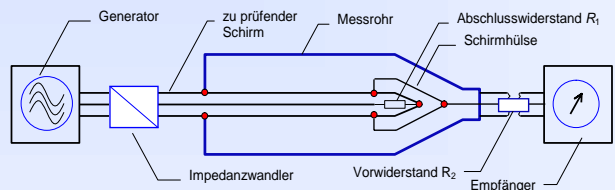
(EN 50289-1-6 bzw. IEC 62153er Reihe)

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

Ersatzschaltbild des Triaxial-Verfahrens



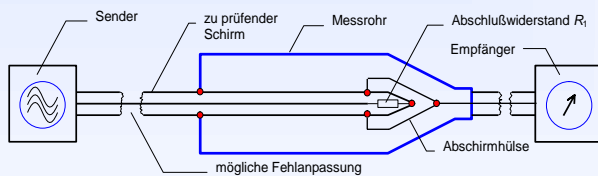
Änderungen der IEC 62153-4-3, Kopplungswiderstand



matched – matched – short

Verfahren A: Angepasster innerer Kreis mit Dämpfungswiderstand R_2

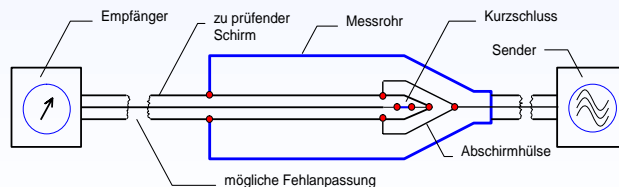
$$Z_T = \frac{R_1(Z_0 + R_2)}{Z_0 \cdot L_c} \cdot 10 \left\{ \frac{a_{\text{meas}} - a_{\text{cal}} - \left(a_{\text{pad}} + 10 \log_{10} \left(\frac{Z_0}{Z_{\text{CUT}}} \right) \right)}{20} \right\}$$



mismatched – matched – short

Verfahren B: Innerer Kreis mit Abschlusswiderstand und äußerer Kreis ohne R_2

$$Z_T = \frac{R_1 + Z_0}{2 \cdot L_c} \cdot 10 \left\{ \frac{a_{\text{meas}} - a_{\text{cal}}}{20} \right\}$$



mismatched – short – short

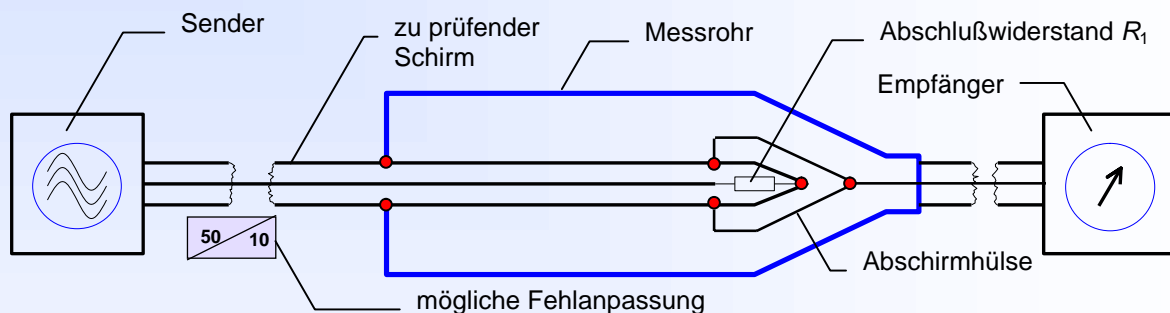
Verfahren C: (Fehlangepasst)-Kurzschluss- Kurzschluss ohne Dämpfungswiderstand

$$Z_T = \frac{Z_0}{2 \cdot L_c} \cdot 10 \left\{ \frac{a_{\text{meas}} - a_{\text{cal}}}{20} \right\}$$

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

Änderungen der IEC 62153-4-4, Schirmdämpfung



Innerer Kreis mit Abschlusswiderstand $R_1 = Z_1$ und äußerer Kreis ohne Dämpfungswiderstand

$$a_S = 10 \cdot \log_{10} \left| \frac{P_1}{P_{r,\text{max}}} \right| = 10 \cdot \log_{10} \left| \frac{P_1}{P_{2,\text{max}}} \cdot \frac{2 \cdot Z_S}{Z_1} \right| = \text{Env} \left\{ -20 \cdot \log_{10} |S_{21}| + 10 \cdot \log_{10} |1 - r^2| + 10 \cdot \log_{10} \left| \frac{300\Omega}{Z_1} \right| \right\}$$

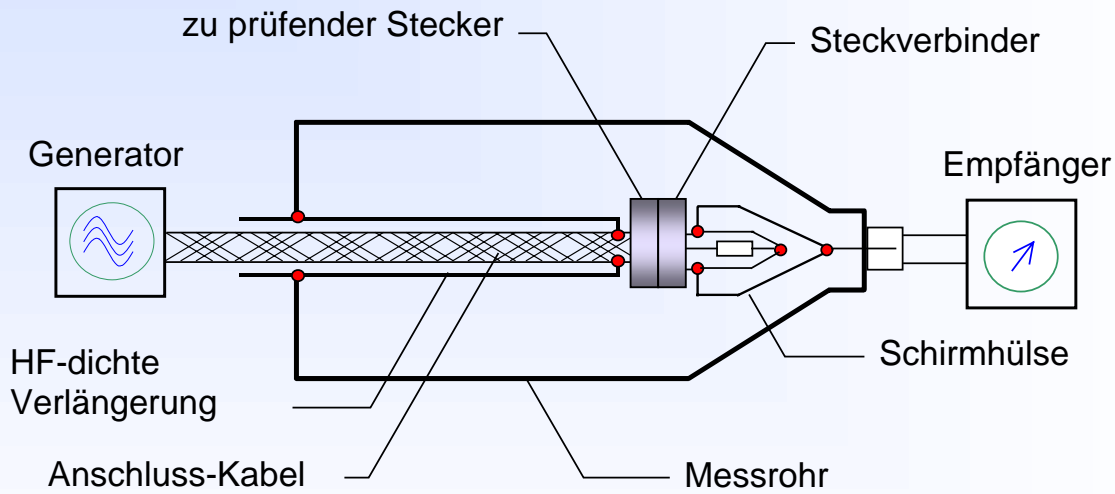
Der Term $|1 - r^2|$ stellt hier die Reflexionsdämpfung durch die Fehlanpassung zwischen Generator und Prüfling dar. Bei einer Fehlanpassung von 50 Ohm Generatorwiderstand auf z.B. 10 Ohm Wellenwiderstand des Prüflings ergibt sich damit ein Korrekturwert von ca. 2,5 dB !

Reflexionskoeffizient $r = \left(\frac{Z_0 - Z_1}{Z_0 + Z_1} \right)$

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

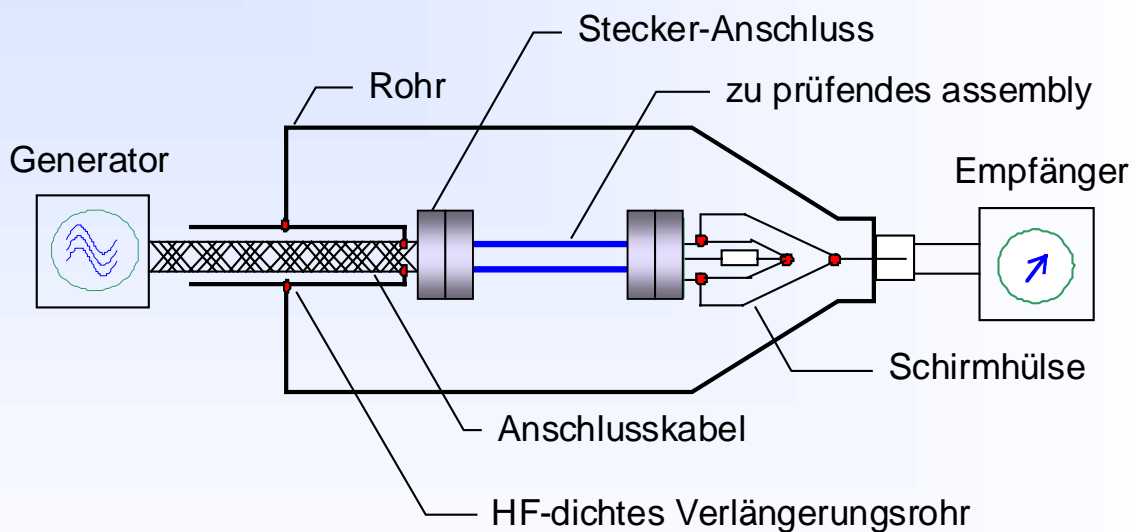
Bernhard Mund, bedea, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Triaxialer Aufbau für Stecker mit "Rohr im Rohr"



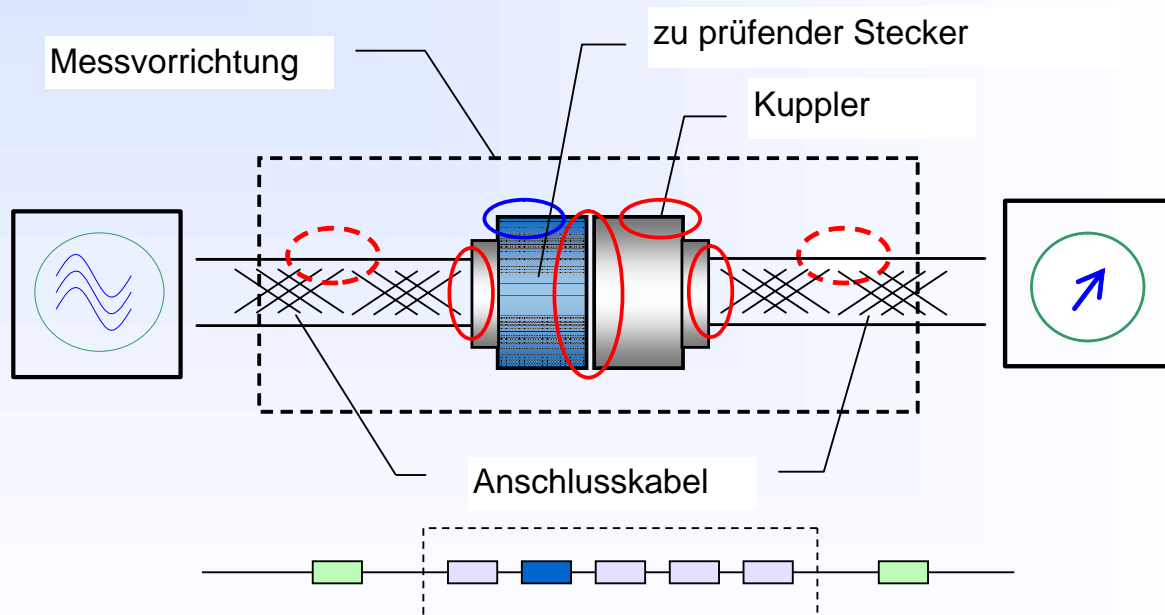
„Rohr im Rohr“-Verfahren IEC 62153-4-7, Kopplungswiderstand, Schirmdämpfung und Kopplungsdämpfung von Steckern und Assemblies

Messen von konfektionierten Kabeln



IEC 62153-4-7, "Rohr im Rohr" -Verfahren (Stecker & konfektionierte Kabel)

Allgemeine Messprobleme bei Steckern



Kopplungswiderstände addieren sich !

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Empfänger Anschlusskabel mit IEC 61169-2 –Stecker/Kuppler



Schlecht geschirmte Empfängeranschlusskabel nach IEC/EN 60966-2-4 mit IEC 61169-2 – Steckern verursachen ca. 70 % der Störungen in CATV Anlagen.
 Zur Messung von ZT und as sind entsprechende Adapter erforderlich.

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Mess-Adapter, IEC 61169-2 - Stecker

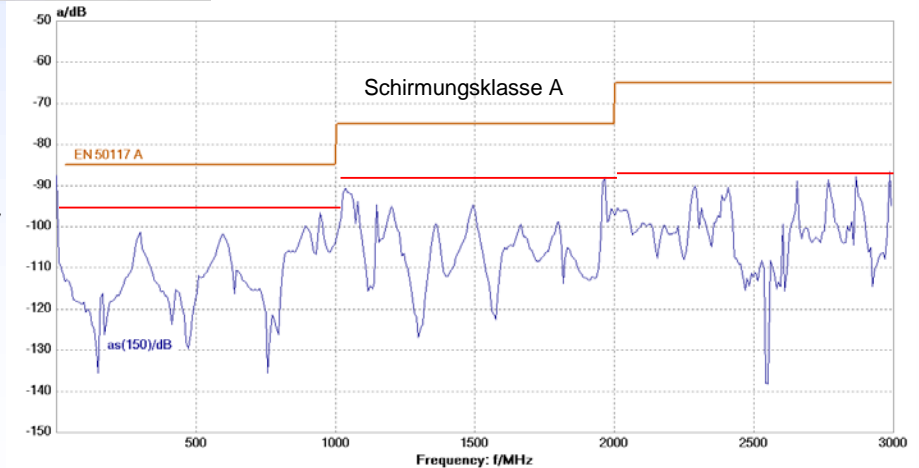


Mess-Adapter aus IEC 61169-2 - Stecker und IEC 61169-2 - Kuppler jeweils mit F- Kuppler (Gewinde) mit "Rohr im Rohr"-Verfahren

Der Mess-Adapter bestimmt die Grenze der Messempfindlichkeit

Die eingesetzten Mess-Adapter müssen im Messprotokoll angegeben werden.

Der Abstand von der Kurve der Adapter sollte min. 10 dB betragen (es gelten nur die max-Werte !!)



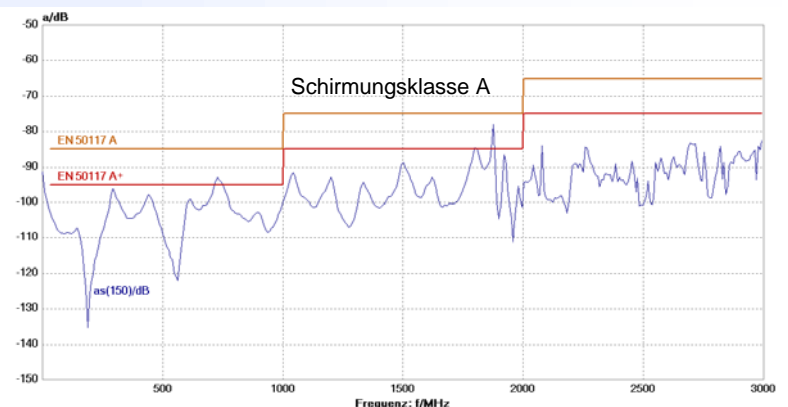
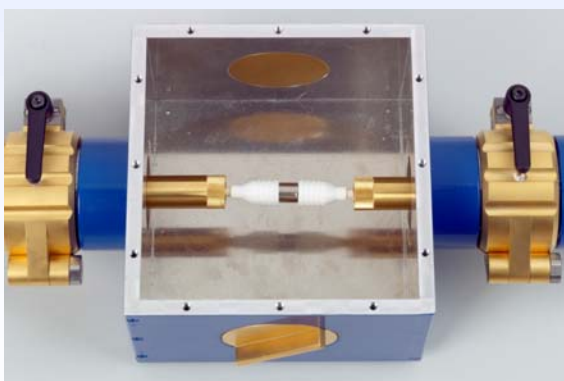
8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

31

Messen von Anschlusskabeln ohne Adapter

Das konfektionierte Kabel wird durchgeschnitten, die paarigen Stecker zusammengesteckt und dann wie ein Koaxialkabel gemessen.



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

32

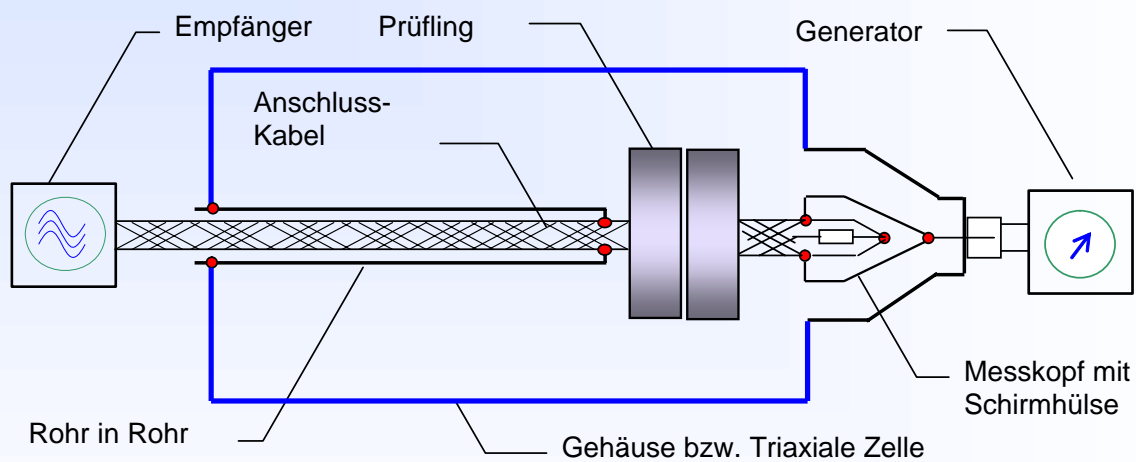
verschiedene Triaxiale Zellen des CoMeT Systems



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

33

Triaxiale Zelle mit Rohr im Rohr, Prinzip

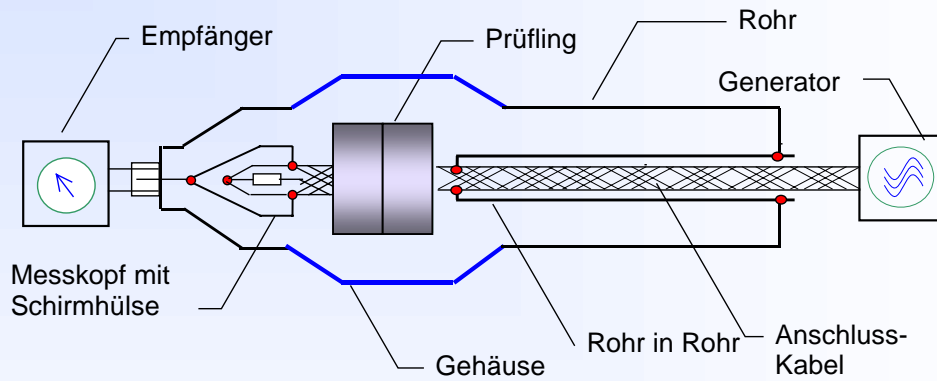


IEC 62153-4-15, Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung mit Triaxialer Zelle

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

34

Prinzip der Triaxialen Zelle mit "Rohr in Rohr"



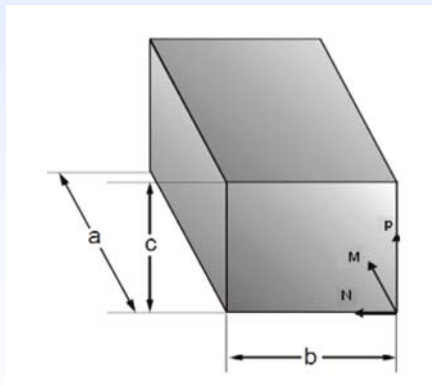
IEC 62153-4-7,
"Tube in tube" -
procedure
(Connectors and
assemblies)

Resonanzen bzw. höhere Moden der Kavität

Resonanzfrequenzen:

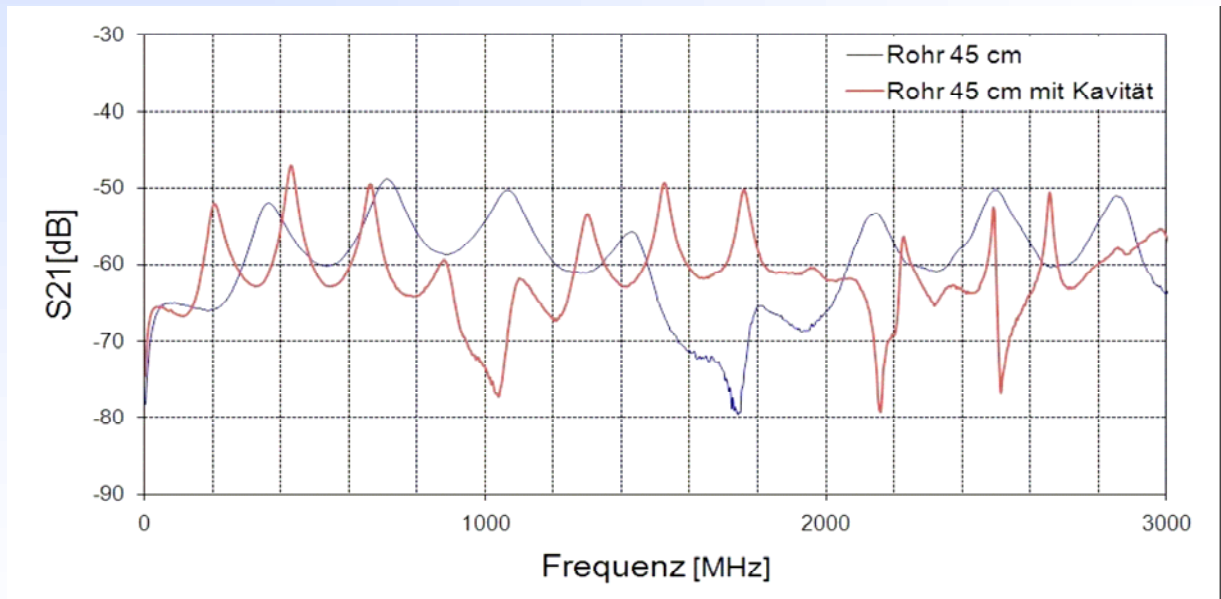
a = 13.6 cm, b = 13.6 cm, c = 9.9 cm

$$f_{mnp} = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{a}\right)^2 + \left(\frac{N}{b}\right)^2 + \left(\frac{P}{c}\right)^2}$$



m	n	p	f in GHz
1	1	1	2,15
1	2	0	2,40
0	2	1	2,63
1	2	1	2,84
2	2	0	3,04
0	1	2	3,22
1	1	2	3,39
2	2	1	3,40
0	2	2	3,71
1	2	2	3,87
2	3	0	3,87

Messergebnisse Rohr und Triaxiale Zelle



Results from Prof. Münzner et al, University of Ulm

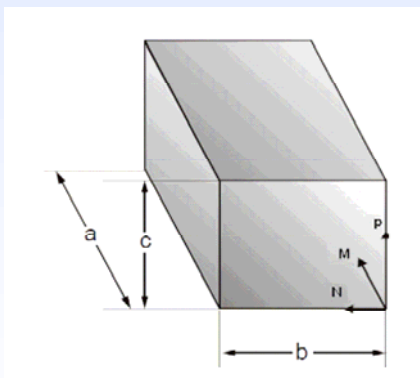
8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

Resonanzen bzw. höhere Moden der Kavität

Resonanzfrequenzen:

$$f_{mnp} = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{a}\right)^2 + \left(\frac{N}{b}\right)^2 + \left(\frac{P}{c}\right)^2}$$

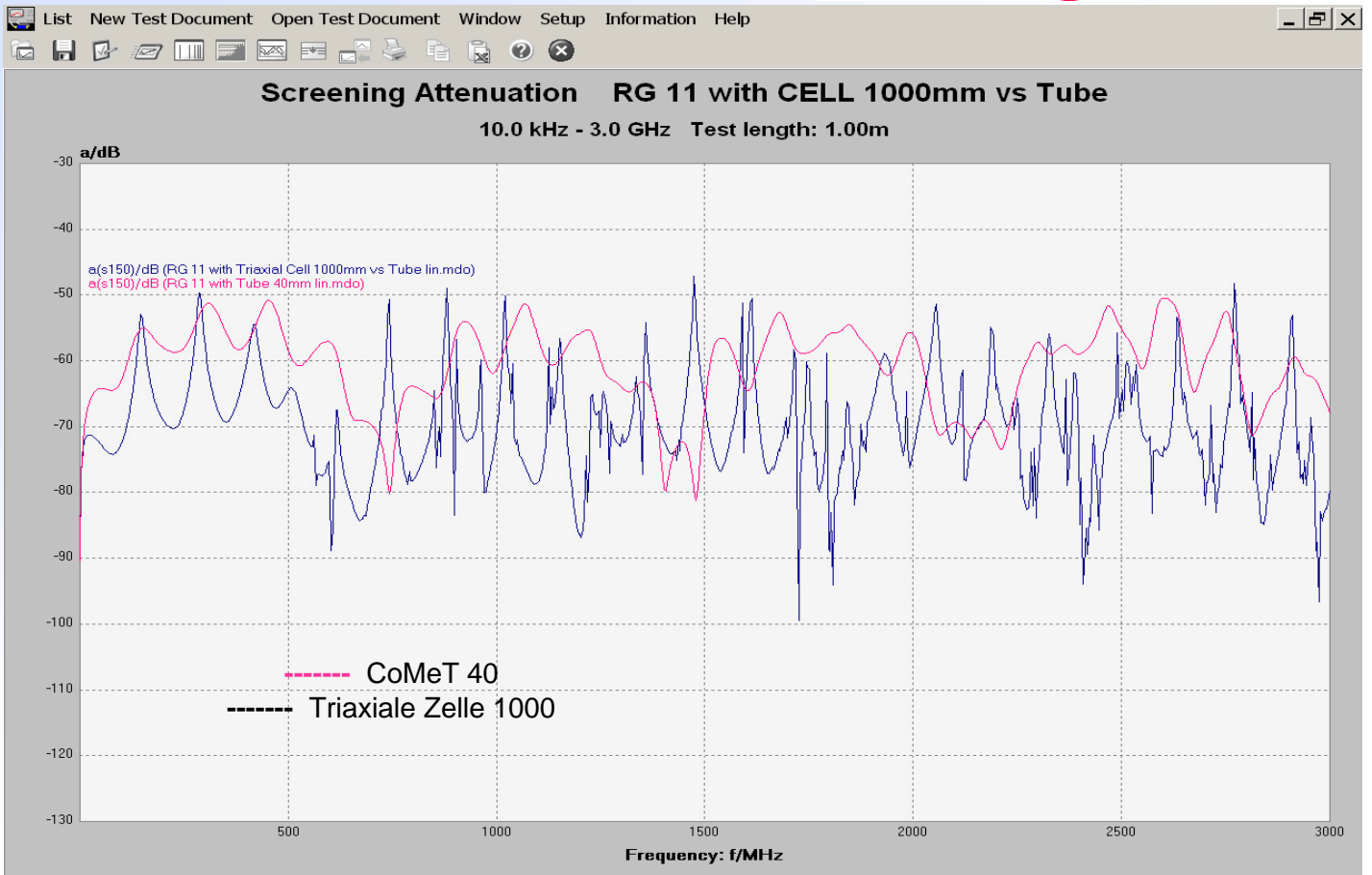


750-er Zelle				1000/300-er Zelle				1000/150-er Zelle			
a	b	c		a	b	c		a	b	c	
750	250	250		1000	300	300		1000	150	150	
m	n	p	f/GHz	m	n	p	f/GHz	m	n	p	f/GHz
1	1	1	0,87	1	1	1	0,72	1	1	1	1,41
1	2	0	1,22	1	2	0	1,01	1	2	0	2,00
0	2	1	1,34	0	2	1	1,12	0	2	1	2,24
1	2	1	1,36	1	2	1	1,13	1	2	1	2,24
2	2	0	1,26	2	2	0	1,04	2	2	0	2,00
0	1	2	1,34	0	1	2	1,12	0	1	2	2,24
1	1	2	1,36	1	1	2	1,13	1	1	2	2,24
2	2	1	1,40	2	2	1	1,16	2	2	1	2,24
0	2	2	1,70	0	2	2	1,41	0	2	2	2,83
1	2	2	1,71	1	2	2	1,42	1	2	2	2,83
2	3	0	1,84	2	3	0	1,53	2	3	0	3,00

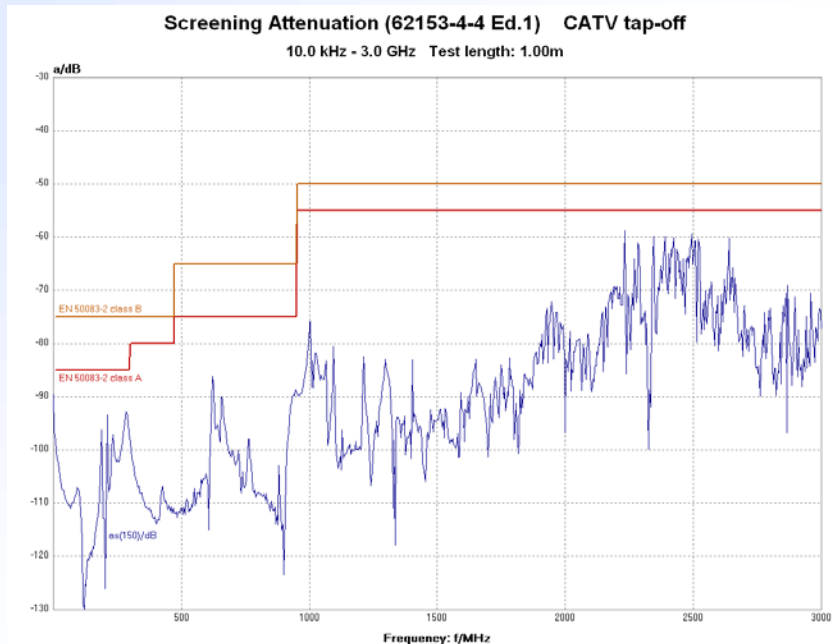
m, n, p: Modenzahlen (ganzzahlig, 2 von 3 >0), a, b, c: Abmessungen der Hohlräume

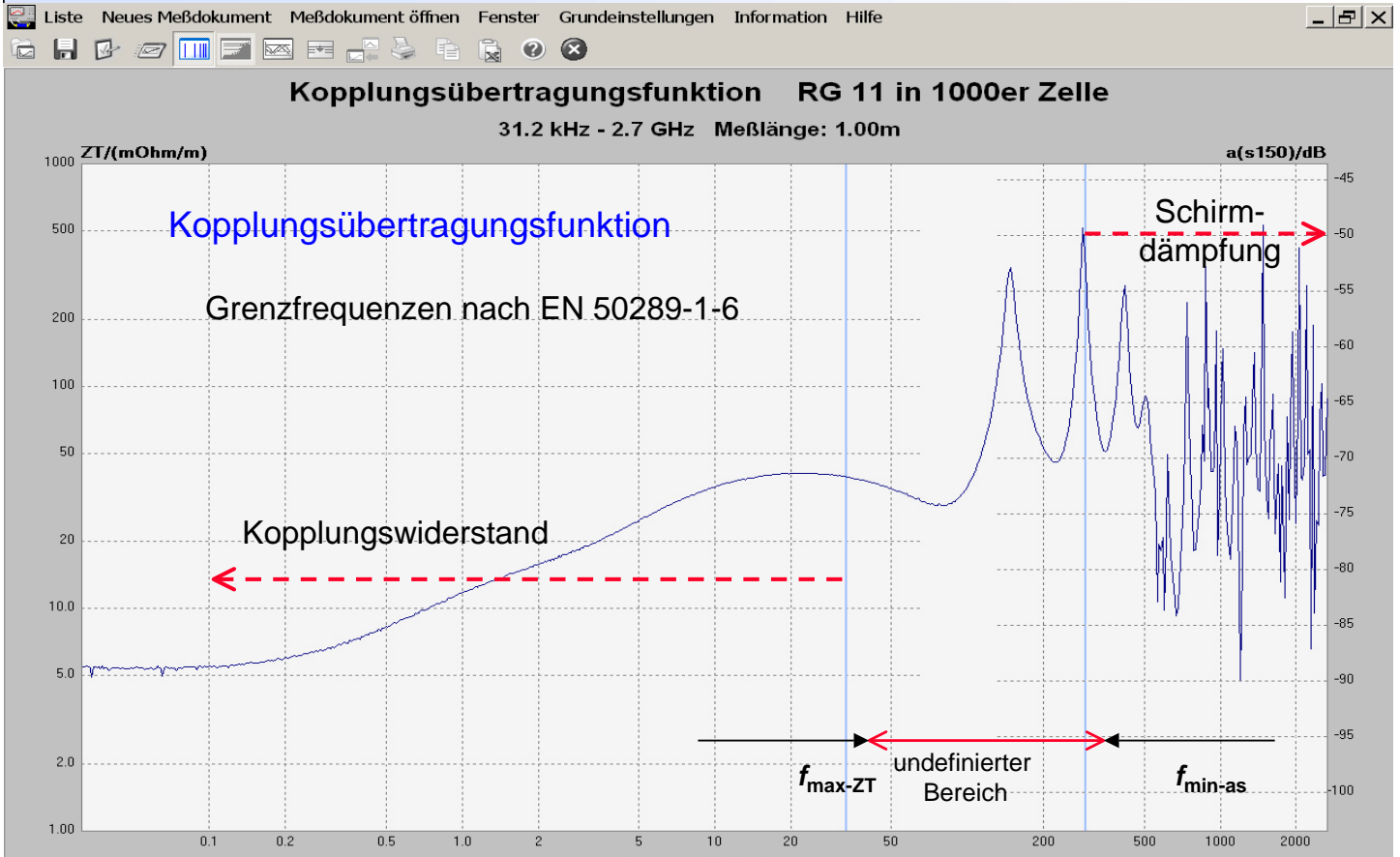
8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

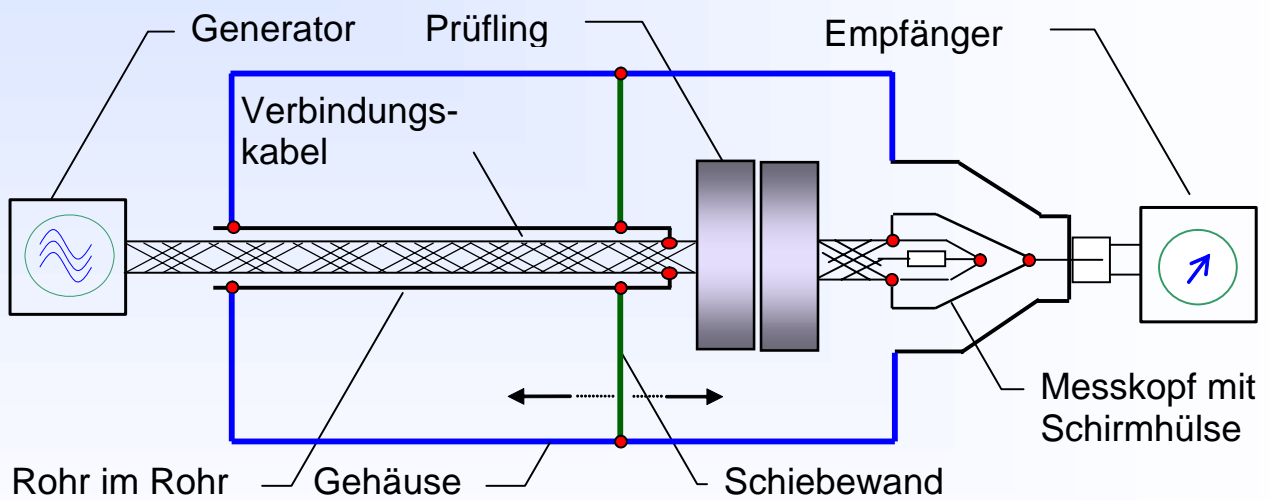


CATV –Abzweiger



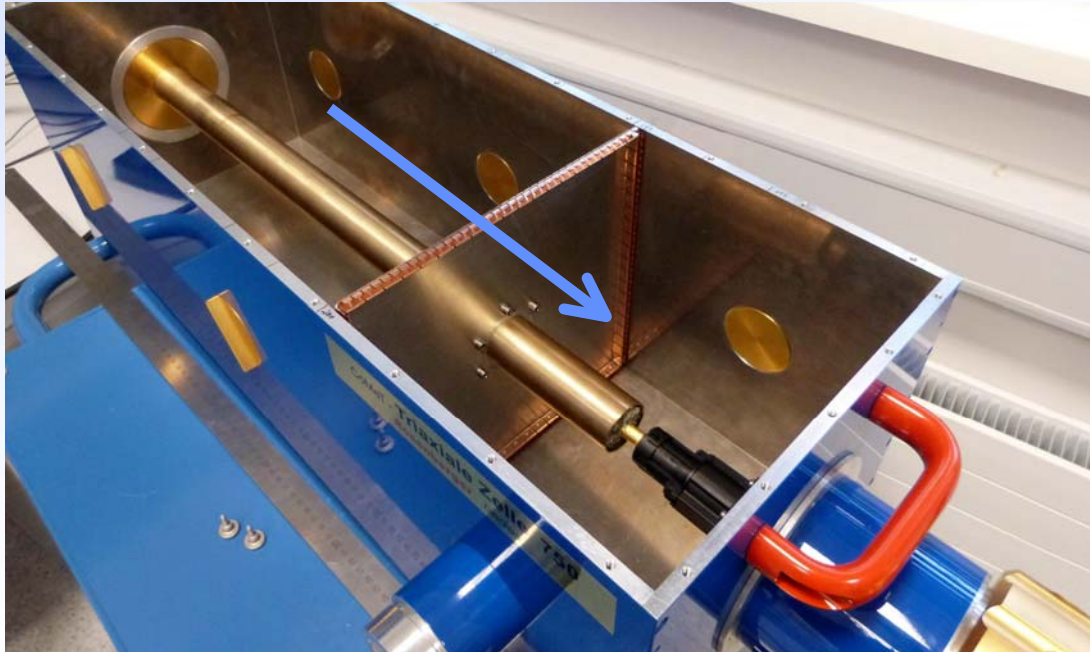


Triaxiale Zelle mit Rohr im Rohr und Schiebewand



Kopplungswiderstand von HV-Steckern mit Triaxialer Zelle mit Schiebewand
 Forumsvortrag von Thomas Schmid, Fa. Rosenberger am Do., 13. März 11.20 Uhr

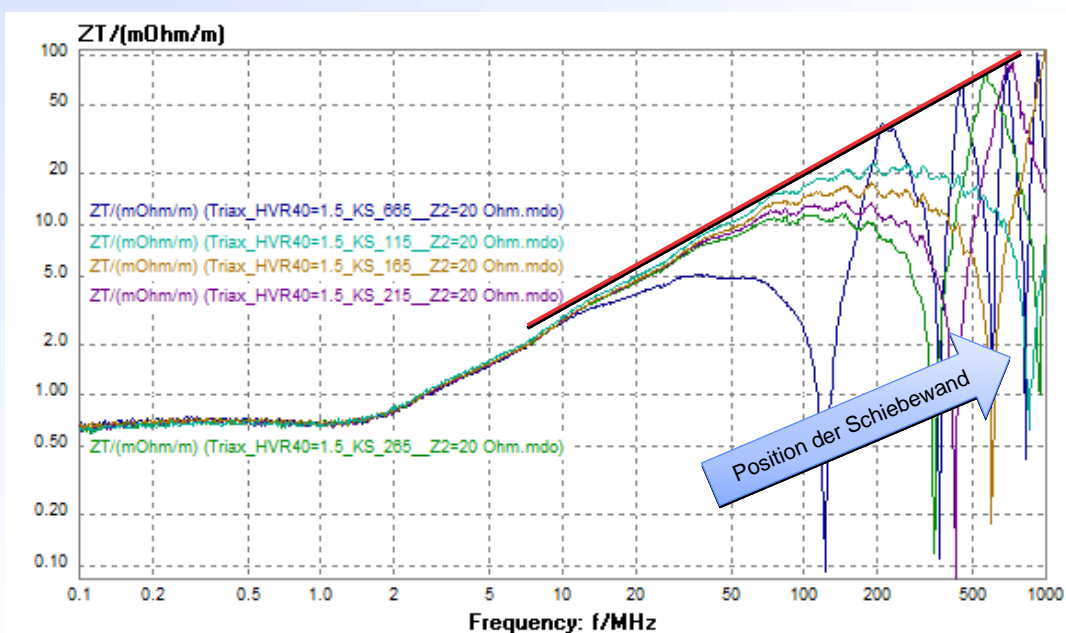
Triaxiale Zelle mit Rohr im Rohr und Schiebewand



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

43

Triaxiale Zelle mit Rohr im Rohr und Schiebewand



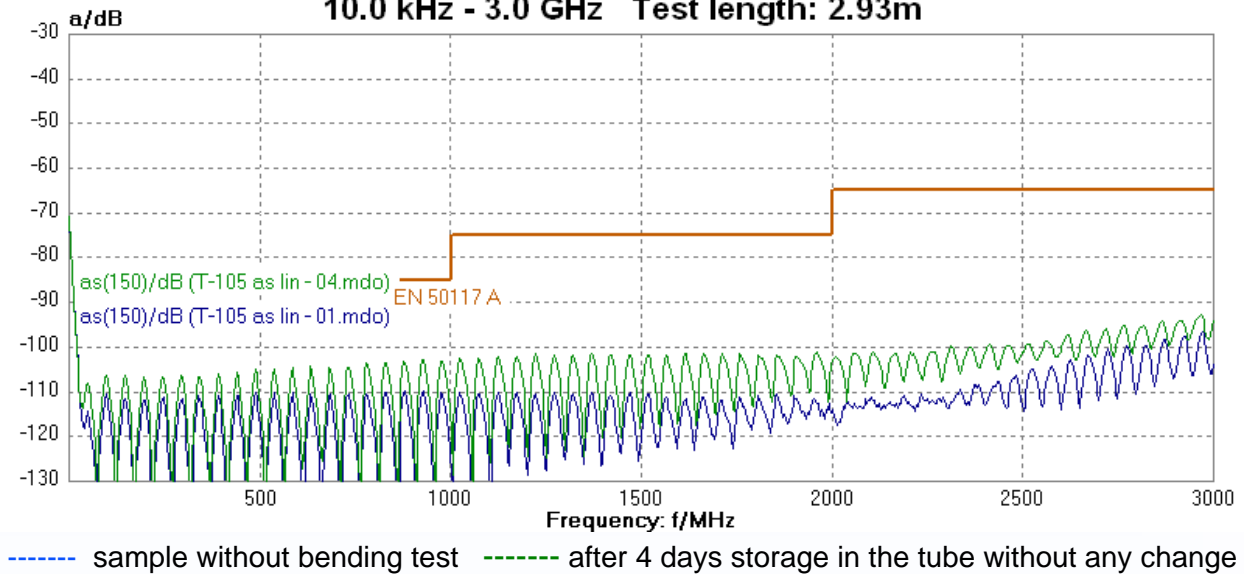
8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

44

Langzeitverhalten von foliengeschirmten Kabeln

Screening Attenuation Telass 105 with F-Compression

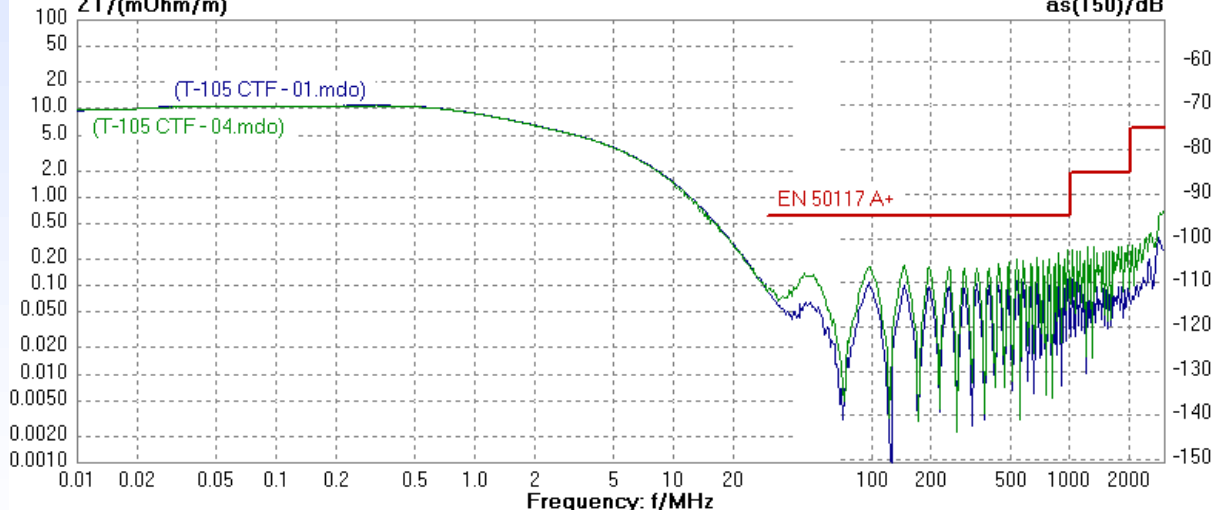
10.0 kHz - 3.0 GHz Test length: 2.93m



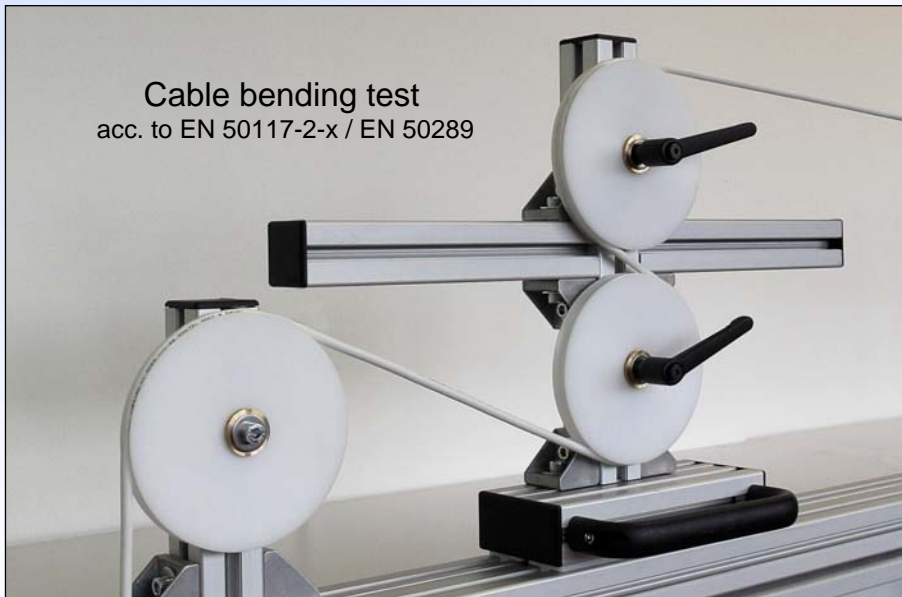
Langzeitverhalten von foliengeschirmten Kabeln

Coupling transfer function Telass 105 with F-Compression

Transfer Impedance ZT/(mOhm/m) 10.0 kHz - 3.0 GHz Test length: 2.93m Screening Attenuation as(150)/dB



Cable bending test according to EN 50117-2-x / EN 50289



Cable bending test
acc. to EN 50117-2-x / EN 50289

EN 50117-2-1 to -2-5 and -4-1

Transfer impedance

Screening Class A: $\leq 5 \text{ m}\Omega/\text{m}$ from 5 MHz to 30 MHz;

Screening Class B: $\leq 15 \text{ m}\Omega/\text{m}$ from 5 MHz to 30 MHz.

Test procedure according to EN 50289-1-6, triaxial method, **after completion of the flexure test according to 5.2.9 of this standard.**

Screening attenuation

Screening Class A: $\geq 85 \text{ dB}$ from 30 MHz to 1 000 MHz;

Screening Class B: $\geq 75 \text{ dB}$ from 30 MHz to 1 000 MHz;

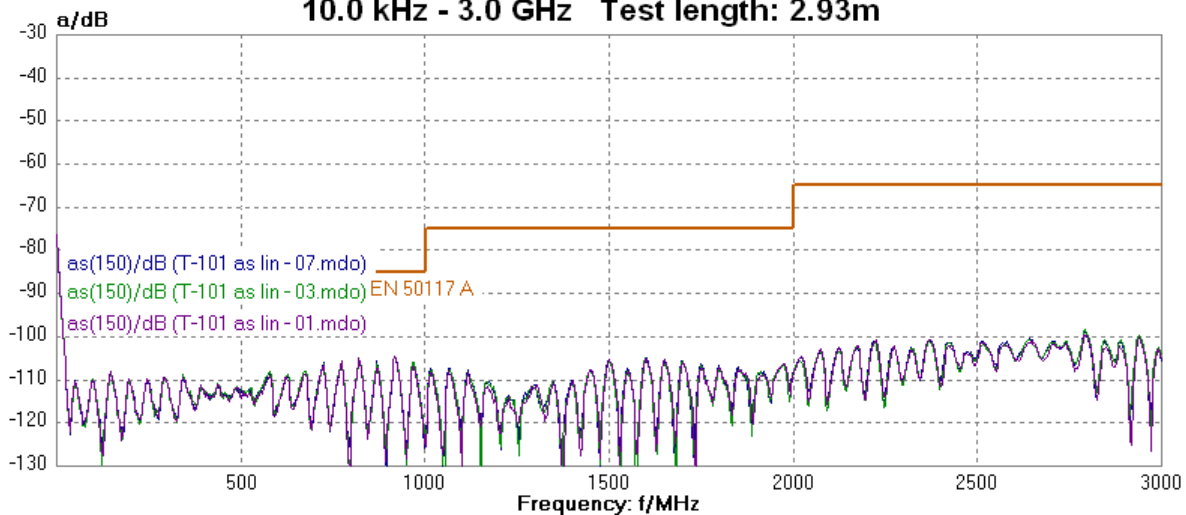
Test procedure according to EN 50289-1-6, triaxial method, **after completion of the flexure test according to 5.2.9 of this standard.**

Bending test will be enhanced acc. to the proposal of Prof. Schwarzenau in the next Editions. of EN 50117 series

Langzeitverhalten nach Biegeprüfung

Screening Attenuation Telass 101 with F-Compression

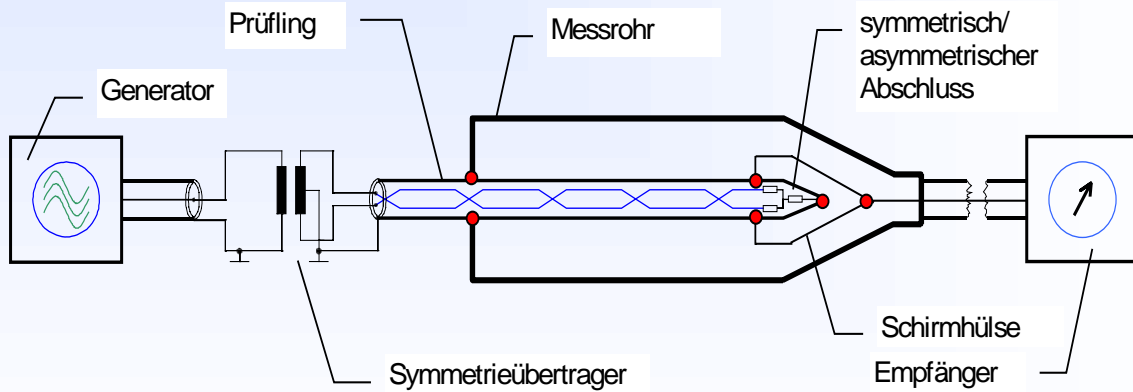
10.0 kHz - 3.0 GHz Test length: 2.93m



----- sample after bending test - - - - - after 4 days storage - - - - - after 7 days storage in the tube

Messen der Kopplungsdämpfung

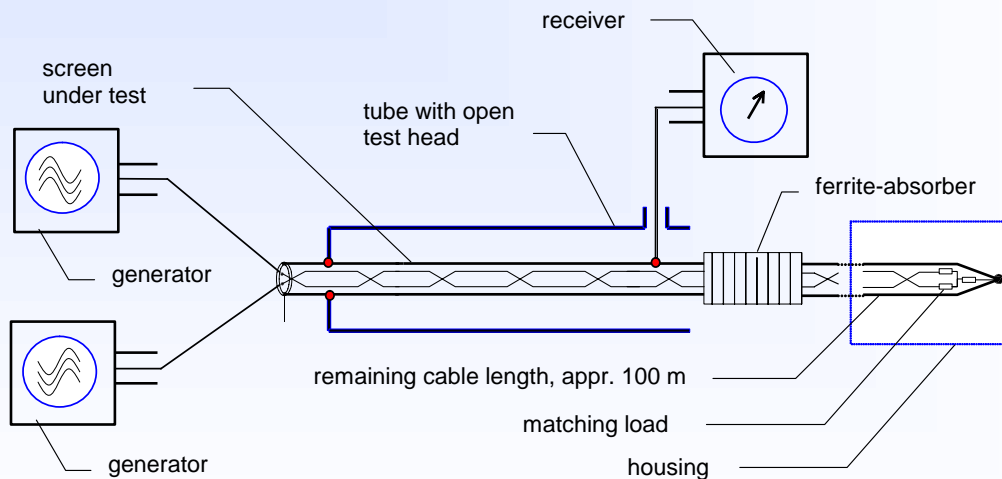
Die Kopplungsdämpfung ist die Summe aus Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirmes



8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Messen der Kopplungsdämpfung

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



geschirmte symmetrische Kabel, Datenkabel, mehradrige Kabel

IEC 62153-4-9, Kopplungs-dämpfung, Triaxialverfahren, Verfahren mit 2 Generatoren in Beratung

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014
 Bernhard Mund, *bedea*, bmund@bedea.com, Thomas Schmid, Rosenberger Hochfrequenztechnik, thomas.schmid@rosenberger.de

Internationale Normen für Triaxialverfahren, (CoMeT)

IEC/TR 62153-4-1 Ed.3	Einführung in elektromagnetische Messungen der Schirmwirkung	2014-01-22
IEC 62153-4-3Ed.2	Kopplungswiderstand - Triaxialverfahren	2013-10-22
IEC 62153-4-4Ed.2	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmdämpfung "as" bis zu und über 3 GHz	46/439/CDV
IEC 62153-4-7Ed.2	Messverfahren zur Messung des Kopplungswiderstandes und der Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung - Rohr-im-Rohr-Verfahren	46/491/CDV
IEC 62153-4-9	Kopplungsdämpfung geschirmter symmetrischer Kabel - Triaxialverfahren	2008-03-18
IEC 62153-4-10	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmwirkung von Durchführungen und elektromagnetischen Dichtungen	46/494/CD
IEC 62153-4-15	Prüfverfahren zur Messung von Kopplungswiderstand und der Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung mit der Triaxialen Zelle	46/510/CDV
IEC 62153-4-16	Technischer Bericht über die Beziehung zwischen Kopplungswiderstandes und der Schirmdämpfung	46/511/CD
EN 50289-1-6	Elektrische Prüfverfahren; Elektromagnetisches Verhalten	2002-03-22

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

51

Literatur

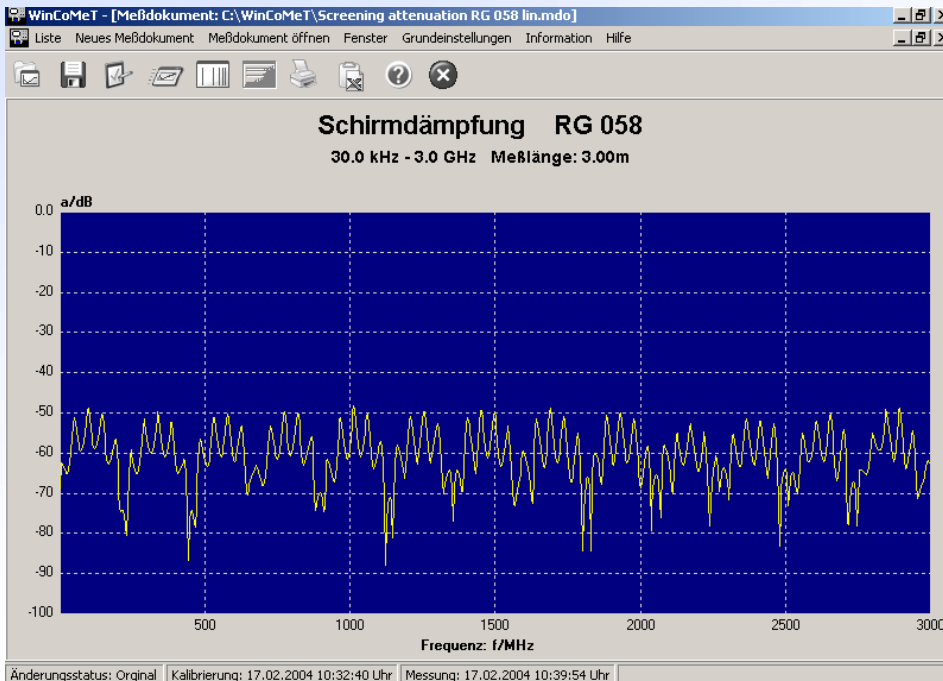
- [1] Bernhard Mund & Thomas Schmid, Messgenauigkeit und Reproduzierbarkeit bei der Messung der EMV von Steckern und Kabeln mit dem Triaxialverfahren, 8. Anwenderkongress Steckverbinder 2014, Vogel Verlag, Würzburg
- [2] Lauri Halme & Bernhard Mund, Messen der Schirmwirkung elektrischer Kabel, Anwenderforum Elektrische Kabel, Technische Akademie Esslingen [TAE], 15. Oktober 2013
- [3] Bernhard Mund, EMV von Kabeln, Steckern und HV-Komponenten mit dem Triaxialverfahren, 7. Anwenderkongress Steckverbinder 2013, Vogel Verlag, Würzburg
- [4] Bernhard Mund & Thomas Schmid, EMC of HV-cables and Components with Triaxial Cell, Wire & Cable Technology International, January & March 2012
- [5] Bernhard Mund & Thomas Schmid, Schirmwirkung von HV-Leitungen mit der Triaxialen Zelle, 5. Anwenderkongress Steckverbinder 2011, Vogel Verlag, Würzburg
- [6] Bernhard Mund & Thomas Schmid: Messen der Schirmdämpfung von Steckverbindern, Kabeldurchführungen und EMV-Dichtungen, 3. Anwenderkongress Steckverbinder 2009, Vogel Verlag, Würzburg
- [7] Michael Hiebel, Grundlagen der modernen Netzwerkanalyse, Rohde und Schwarz 2007
- [8] IEC TR 62153-4-1 METALLIC COMMUNICATION CABLE TEST METHODS – Part 4-1: Introduction to Electromagnetic (EMC) Test Methods
- [9] Triaxiale Messtechnik CoMeT auf www.bede.com/Messtechnik

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

52

Steuer- & Auswerte-Software *WinCoMeT*



- Steuerung des Netzwerkanalysators
- Auswertung der Messergebnisse
- Dokumentation
- Export der Daten nach MS-Excel
- Ausgabe auf Drucker
- **Vollversion** zur Messung der Übertragungsparameter von Kommunikationskabeln
- einschliesslich FFT und Gating-Funktior

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

53

Autoren

- Bernhard Mund, *bedea* Berkenhoff&Drebes GmbH
 - ◆ *Rundfunk&Fernsehtechniker, Radio Brand Marburg, 1971*
 - ◆ *Dipl.-Ing. Nachrichten- & Mikroprozessortechnik, FH Giessen, 1984*
 - ◆ HF- & EMV-Messungen, Normung
 - ◆ 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

8. Anwenderkongress Steckverbinder, Vogel-Verlag, Würzburg, Juli 2014

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

54

Danke fürs Zuhören

???



www.bedeas.com
bmund@bedea.com

Workshop: Messgenauigkeit & Reproduzierbarkeit

Rosenberger *bedea*

Für Ihre Notizen

-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-
-