



Kurzübersicht CoMeT *Short Overview CoMeT*

Unternehmensgeschichte Company Milestones

1889
Gründung von
Berkenhoff
is founded



Unternehmensgründung
Foundation of the
company by
Carl Berkenhoff

1895
Einstieg von
Paul Drebes
joins



Firmenname
Berkenhoff & Drebes
The company is
named
Berkenhoff & Drebes

1981
Übernahme durch
Thyssen Draht AG
takes over



Berkenhoff & Drebes GmbH
wird zur 100%-igen Tochter
der Thyssen Draht AG
Takeover of Berkenhoff &
Drebes and integration into
Thyssen Draht AG

1996
Eigenständigkeit von
bedea
gains independence



bedea Berkenhoff & Drebes
GmbH wird konzernunab-
hängig
Management buy-out, bedea
Berkenhoff & Drebes GmbH
to be fully privately owned

2018
Gründung von
bda connectivity
is founded



Übernahme der Geschäftsbereiche
Kabel und Messtechnik von bedea
und Gründung der bda connectivity
GmbH, Eigentümer-geführt von
Christian Harel & Eike Barczynski
Takeover of the cable and measu-
rement divisions of bedea by bda
connectivity GmbH, fully owned by
Christian Harel & Eike Barczynski



	Seite / Page
Das Mess-System CoMeT <i>Measuring System CoMeT</i>	4
Normen für Prüfverfahren <i>Test Regulations</i>	5
Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung <i>Transfer Impedance and Screening Attenuation</i>	6
Kopplungsübertragungsfunktion <i>Coupling Transfer Function</i>	7
Kopplungsdämpfung <i>Coupling Attenuation</i>	8
Grenzfrequenzen <i>Cut-Off Frequencies</i>	9
CoMeT 40: Mechanischer Aufbau <i>Mechanical Structure</i>	10
CoMeT 90: Mechanischer Aufbau <i>Mechanical Structure</i>	11
Rohr im Rohr <i>Tube in Tube</i>	12
Vorteile des CoMeT-Systems <i>Advantages of the CoMeT System</i>	13
Triaxiale Zelle <i>Triaxial Cell</i>	14
Messen von Durchführungen <i>Measuring of Feedthroughs</i>	15
Steuer- und Auswertesoftware WinCoMeT <i>WinCoMeT Control & Evaluation Software</i>	16

Das Mess-System CoMeT

The Measuring System CoMeT

Im Rahmen steigender elektromagnetischer Störungen aller Art kommt der Untersuchung der elektromagnetischen Verträglichkeit (EMV) elektrischer und elektronischer Systeme zunehmende Bedeutung zu.

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG und bda connectivity GmbH sind Unternehmen von Weltrang. Mit diesen Namen verbinden sich zukunftsweisende Hochfrequenz-Technologien, standardisierte kundenspezifische Verbindungslösungen sowie Kabel für höchste Anwenderansprüche.

Das System CoMeT misst nach dem bewährten international genormten Triaxialverfahren. Das Messverfahren ist gegen äußere elektromagnetische Störungen unempfindlich und gut reproduzierbar. Der Messbereich reicht von DC bis zu 9 (18) GHz. Es erfolgt kein Abstrahlen elektromagnetischer Störungen. Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung können an Kommunikationskabeln und konfektionierten Kabeln mit nur einem Messaufbau gemessen werden. Der Schirmwirkung von HV-Leitungen für Elektromobile wird dabei mit der Triaxial-Zelle besondere Aufmerksamkeit gewidmet.

Mit den unterschiedlichen Bauformen CoMeT 40, CoMeT 90, CoMeT K und den Triaxialen Zellen in verschiedenen Größen steht eine Produktfamilie zur Messung des EMV-Verhaltens von zahlreichen Komponenten zur Verfügung.

CoMeT Zubehör

Für das CoMeT-System steht umfangreiches Zubehör zur Verfügung. Das Zubehör ist in der Zubehörliste beschrieben: <https://bda-connectivity.com/wp-content/uploads/2019/08/bda-comet-ersatzteilekatalog.pdf>

In the context of increasing of any kind of electromagnetic interference, investigation of electromagnetic compatibility (EMC) of electrical and electronic systems is of growing importance.

Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG and bda connectivity GmbH are world-class companies, whose names stand for trendsetting high-frequency technologies, standard custom solutions as well as cable connections for highest user demands.

The CoMeT system measures in accordance to the proven and international standardized triaxial test method. The test method is not sensitive to external electromagnetic interference and fast and well reproducible. The measuring range is from DC to 9 (18) GHz. There is no emission of electromagnetic disturbances. Transfer impedance and screening attenuation of communication cables and cable assemblies can be measured with one test set-up. By the triaxial cell, special attention is paid to the shielding effectiveness of HV cables for electric vehicles.

With CoMeT 40, CoMeT 90, CoMeT-K and the different sizes of Triaxial cells, a family of products for the measurement of EMC performance of numerous components is available.

CoMeT Accessories

For the CoMeT-System a huge array of accessories is available. CoMeT accessories are described under: <https://bda-connectivity.com/wp-content/uploads/2019/08/bda-comet-ersatzteilekatalog-en.pdf>



Bild 1: Das CoMeT Testsystem
Figure 1: CoMeT Test System

Das Mess-System CoMeT ist ein modulares System zur Messung der Schirmwirkung bzw. der EMV von geschirmten Kabeln, Steckern und Komponenten nach dem Triaxialverfahren. Die einzelnen Prüfverfahren sind u. a. in der Reihe IEC 62153-4-x genormt. Von diesen Normen sind zahlreiche regionale und nationale Normen sowie Normen anderer Organisationen abgeleitet.

The CoMeT test system is a modular system for measuring EMC respectively transfer impedance and screening- or coupling attenuation of screened cables, connectors or components with the triaxial test procedure according to IEC 62153-4-x. Derived from these standards are numerous regional and national standards and standards of other organizations.

IEC 62153-4-X	Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel – Elektromagnetisches Verhalten (EMV) <i>Metallic Communication Cable test methods - Electromagnetic compatibility (EMC)</i>
IEC/TS 62153-4-1	Einführung in elektromagnetische Messungen der Schirmwirkung <i>Introduction to electromagnetic (EMC) screening measurements</i>
IEC 62153-4-3	Kopplungswiderstand - Triaxialverfahren <i>Surface Transfer impedance - Triaxial method</i>
IEC 62153-4-4	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmdämpfung „a _s “ bis zu und über 3GHz <i>Shielded Screening attenuation, test method for measuring of Screening attenuation a_s up to and above 3 GHz</i>
IEC 62153-4-7	Messverfahren zur Messung des Kopplungswiderstandes und der Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung - Rohr-im-Rohr-Verfahren <i>Shielded Screening attenuation test method for measuring the transfer impedance Z_T and the Screening attenuation a_s or the coupling attenuation a_c of RF-Connectors and assemblies up to and above 4 GHz, tube in tube method</i>
IEC 62153-4-9	Kopplungsdämpfung geschirmter symmetrischer Kabel - Triaxialverfahren <i>Electromagnetic Compatibility (EMC) – Coupling attenuation, triaxial method</i>
IEC 62153-4-10	Geschirmtes Messverfahren zur Messung der Schirmwirkung von Durchführungen und elektromagnetischen Dichtungen <i>Shielded Screening attenuation test method for measuring the screening effectiveness of feedtroughs and electromagnetic gaskets</i>
IEC 62153-4-15	Prüfverfahren zur Messung von Kopplungswiderstand und der Schirmdämpfung oder der Kopplungsdämpfung mit der Triaxialen Zelle <i>Test method for measuring transfer impedance and Screening attenuation - or coupling attenuation with triaxial cell</i>
IEC 62153-4-16	Technischer Bericht über die Beziehung zwischen Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung (in Beratung) <i>Technical report on the relationship between transfer impedance and Screening attenuation, conversion a_s and Z_T</i>

Tabelle 1: Prüfverfahren für metallische Kommunikationskabel – Prüfverfahren mit triaxialer Prüfeinrichtung CoMeT
Table 1: Metallic communication cable test methods – Test procedures with triaxial test setup

Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung

Transfer Impedance and Screening Attenuation

Zur Beurteilung der Schirmwirkung von Kabelschirmen koaxialer und symmetrischer Kabel gilt (in Abhängigkeit von der Länge des Prüflings) im unteren Frequenzbereich bis ca. 100 MHz der Kopplungswiderstand Z_T sowie im oberen Frequenzbereich ab ca. 30 MHz die Schirmdämpfung a_s .

Die Schirmdämpfung a_s ist definiert als das logarithmische Verhältnis von eingespeister Leistung P_1 zu abgestrahlter Leistung P_2 .

Schirmdämpfung: $a_s = 10 \log (P_1/P_2)$

Der Kopplungswiderstand Z_T [mΩ/m] eines elektrisch kurzen, gleichförmigen Kabels ist definiert als der Quotient der Längsspannung, welche in den äußeren Kreis induziert wird, zum Strom im inneren Kreis (Kabel) oder umgekehrt, bezogen auf die Längeneinheit. Der äußere Kreis wird hier aus dem Schirm des zu prüfenden Kabels und dem Messrohr gebildet.

The measure of the screening effectiveness of the screens of coaxial and symmetrical cable screens is the transfer impedance Z_T in the lower frequency range up about 100 MHz as well as the screening attenuation a_s in the upper frequency range from 30 MHz upwards, depending on the length of the DUT.

The screening attenuation a_s is defined as the logarithmic ratio of the input power P_1 to the radiated power P_2 .

Screening attenuation: $a_s = 10 \log IP_1/P_2I$

The transfer impedance Z_T [mΩ/m] is defined as quotient of the longitudinal voltage U_1 induced to the inner circuit by the current I_2 fed into the outer circuit or vice versa, (see IEC 62153-4-1 respectively IEC 62153-4-3).

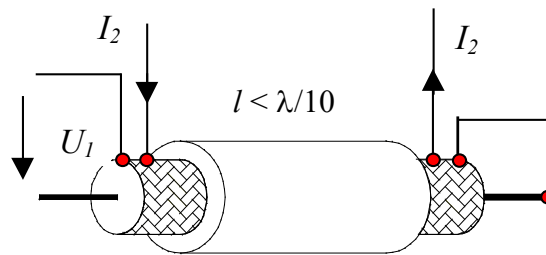


Bild 2: Definition des Kopplungswiderstandes (Z_T)
Figure 2: Definition of the coupling resistance (Z_T)

Der Wert Z_T einer kurzen elektrischen Schirmung wird ausgedrückt in Ohm [Ω] oder Dezibel in Relation zu 1Ω.

The value Z_T of an electrically short screen is expressed in ohms [Ω] or decibels in relation to 1Ω.

$$Z_T = \frac{U_1}{I_2}$$

$$Z_T [\text{dB}(\Omega)] = +20 \cdot \log_{10} \left(\frac{|Z_T|}{1\Omega} \right)$$

Kopplungsübertragungsfunktion

Coupling Transfer Function

Die Kopplungsübertragungsfunktion $T_{n,f}$ stellt den Zusammenhang zwischen Kopplungswiderstand Z_T und Schirmdämpfung a_s eines Kabelschirms dar. Im unteren Frequenzbereich bis zu den Grenzfrequenzen $f_{cn,f}$ kann der Kopplungswiderstand Z_T gemessen werden. Oberhalb dieser Grenzfrequenzen $f_{cn,f}$ im Bereich der Wellenausbreitung gilt die Schirmdämpfung a_s als Maß für die Schirmwirkung eines Kabelschirms. Die Grenzfrequenzen $f_{cn,f}$ können durch Variation der Rohrlänge bzw. der Länge des Prüflings nach oben und nach unten verschoben werden. (n=nahes Ende, f=fernes Ende)

Bisher waren zur Messung von Schirmdämpfung und Kopplungswiderstand zwei Messaufbauten erforderlich, z.B. Kopplungsmessrohr und Absorberzangen. Mit dem Mess-System CoMeT kann sowohl der Kopplungswiderstand Z_T im unteren Frequenzbereich bzw. bei elektrisch kurzen Prüflingen bis ca. 100 MHz als auch die Schirmdämpfung a_s im oberen Frequenzbereich bis zu Frequenzen > 9 GHz gemessen werden. Weiterhin kann die Kopplungsdämpfung a_c geschirmter und ungeschirmter symmetrischer Kabel gemessen werden. Die Kopplungsdämpfung a_c ist die Interaktion aus der Unsymmetriedämpfung der Paare und der Schirmdämpfung des Schirms.

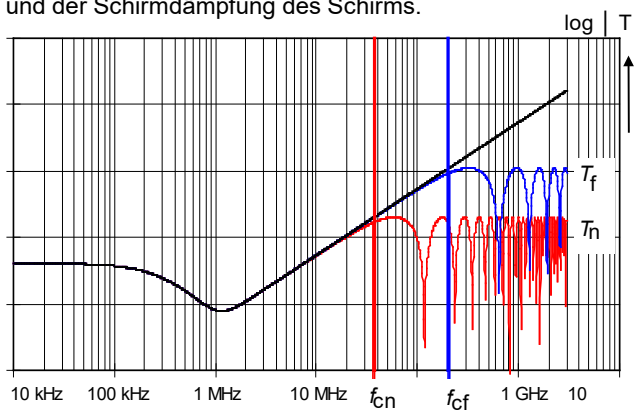


Bild 3a: Gerechnete Kopplungsübertragungsfunktion $T_{n,f}$ eines Geflechtsschirms
Figure 3a: Calculated coupling transfer function $T_{n,f}$ of a braided screen

The coupling transfer function $T_{n,f}$ gives the relation between the screening attenuation a_s and the transfer impedance Z_T of a screened element like a coaxial cable or a coaxial connector ($n = \text{near end}$, $f = \text{far end}$). In the lower frequency range, where the samples are electrically short, the transfer impedance Z_T can be measured up to the cut-off frequencies $f_{cn,f}$. Above these cut off frequencies $f_{cn,f}$ in the range of wave propagation, the screening attenuation a_s is the measure of screening effectiveness. In case of cables, the cut-off frequencies $f_{cn,f}$ may be moved towards higher or lower frequencies by variation of the length of the CUT. The measurement of transfer impedance, screening attenuation and coupling attenuation of communication cables is described in IEC 62153-4-n, triaxial test method.

Up to now, to measure transfer impedance and screening attenuation two different test set-ups were necessary, e.g. triaxial tube and absorbing clamps. With the new measuring tube CoMeT both, the transfer impedance Z_T in the lower frequency range up to about 100 MHz as well as the screening attenuation a_s in the higher frequency range up to 9 GHz can be measured. Furthermore, measurements of the coupling attenuation a_c of screened and unshielded balanced cables can be made. The coupling attenuation a_c is the sum of the unbalanced attenuation of the pairs and the screening attenuation of the screen.

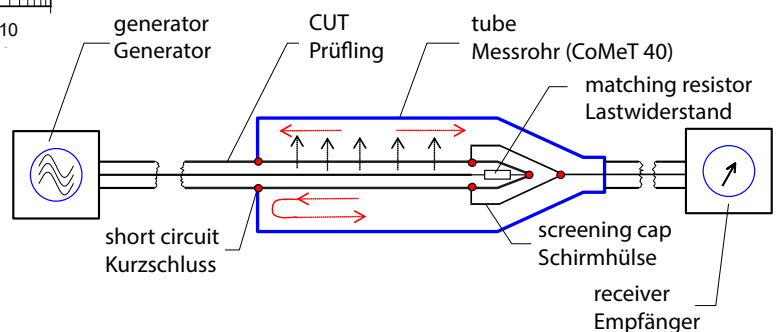


Bild 3b: Prinzipieller Aufbau zur Messung von Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung
Figure 3b: Principle test set-up to measure transfer impedance and screening attenuation

Kopplungs­dämpfung, IEC 62153-4-9

Coupling Attenuation

Die Kopplungs­dämpfung geschirmter symmetrischer Paare beschreibt die gesamte Effektivität gegen elektromagnetische Beeinflussung (EMB) als Interaktion aus der Unsymmetriedämpfung des Paares und der Schirmdämpfung des Schirmes (bzw. der Schirme). Mit dem CoMeT System ist auch eine Messung an ungeschirmten Paaren (U/UTP) möglich. Dabei wirkt naturgemäß nur die Symmetrie des Paares bzw. der Paare. Zur Messung der Unsymmetrie- und der Kopplungs­dämpfung wird ein differentielles Signal (Gegentaktbetrieb) benötigt. Dies kann z.B. mittels eines Symmetrieübertragers (Balun) erzeugt werden, der das unsymmetrische Signal des Netzwerkanalysators in ein symmetrisches Signal wandelt.

Alternativ kann ein symmetrisches Signal auch mit einem Netzwerkanalysator mit zwei Generatoren, die um 180° phasenverschoben sind, erzeugt werden. Eine weitere häufig angewendete Alternative ist die Messung mit einem Mehrtor-Netzwerkanalysator und der Anwendung der entsprechenden Mixed-Mode S-Parameter.

Die Wirkungsweise von Mehrtor Netzwerkanalysatoren und der Mixed-Mode S-Parameter ist in IEC 62153-4-1 und in IEC 62153-4-9 beschrieben.

Zum Abschluss symmetrischer Prüflinge in der Hülse des CoMeT Messkopfes sind gedruckte Schaltungen mit symmetrisch/unsymmetrischen Abschlusswiderständen verfügbar.

The coupling attenuation of screened balanced pairs describes the global effect against electromagnetic interference (EMI) as interaction of the the symmetry of the pair and the screening attenuation of the screen (resp. the screens). Measuring of unshielded pairs (U/UTP) with the CoMeT system is also possible. Naturally, only the symmetry of the pair (or the pairs) is effective in this case.

To measure the unbalance and coupling attenuation a differential signal (differential mode) is required. It can for example be generated using a balun which converts the unbalanced signal of a 50 Ω network analyzer into a balanced signal. Alternatively a balanced signal may be obtained with a network analyzer having two generators where one has a phase shift of 180° to the other generator.

Another frequently used alternative is the measurement with a multi-port network analyzer and the application of the corresponding mixed mode S-parameters.

The use of a multi-port VNA and the application of the corresponding mixed mode S-parameters is described in IEC 62153-4-1 and in IEC 62153-4-9.

To match balanced DUTs to the case of the CoMeT test head, printed circuit boards (PCBs) with balanced/unbalanced resistors are available.



Bild 4a: Schirmhülse mit gedruckter Schaltung
Figure 4a: Screening case with printed circuit board (PCB)

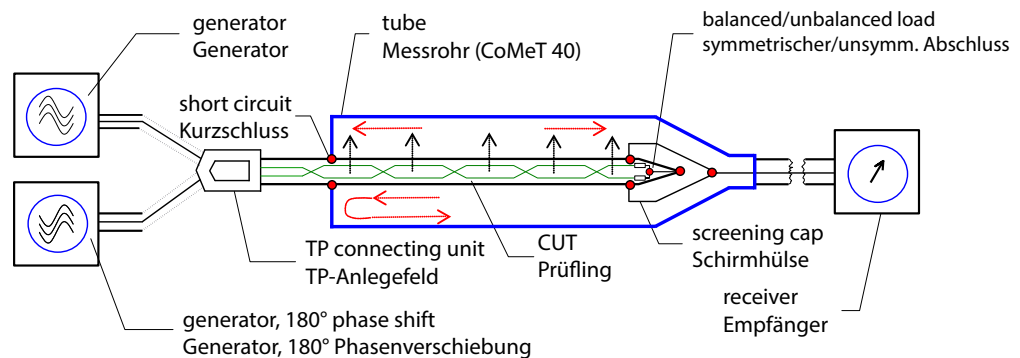


Bild 4b: Messen der Kopplungs­dämpfung
Figure 4b: Measuring the coupling attenuation

Die obere Grenzfrequenz zur Messung der Schirmdämpfung im Rohr ergibt sich aus der Bedingung der eindeutigen Ausbreitung von Transversal Elektromagnetischen Wellen (TEM-Wellen)

The upper cut-off frequency results from the definition of the wave propagation of transversal electromagnetic waves (TEM-waves).

Die Grenzfrequenz f_c für TEM-Wellen bzw. der erste höhere Mode ergibt sich zu:

The cut-off frequency f_c for TEM-waves or the next higher mode is given by:

$$f_c = \frac{2 \cdot c_0}{\pi \cdot \sqrt{\epsilon_{r2}} \cdot (D_2 + d_1)}$$

Hierbei ist d_1 der Außendurchmesser des Messobjektes über dem Geflecht, D_2 der Innendurchmesser des Messrohres und ϵ_{r2} die resultierende Dielektrizitätskonstante im äußeren System. Mit einem Innendurchmesser des Rohres von 40 mm ergibt sich bei einem Messobjekt mit $d_1 = 3,5$ mm über dem Schirm eine obere Grenzfrequenz des Mess-Systems von ca. 4,3 GHz.

where d_1 is the outer diameter of the braid of the CUT, D_2 is the inner diameter of the measuring tube and ϵ_{r2} is the resulting dielectric permittivity of the outer system.

With an inner diameter of 40 mm of the tube and an outer diameter of about 3,5 mm of the braid, the cut-off frequency of the system is about 4,3 GHz.

Bei symmetrischem Messaufbau, (d.h. der Prüfling befindet sich in der Mitte des Messrohres) kann der Einfluss der höheren Moden allerdings vernachlässigt werden; durch die hochpräzise Konstruktion des Messkopfes kann daher bis zu Frequenzen von 9 GHz gemessen werden.

The influence of higher modes may be neglected in case of symmetric set-up, (DUT is centred proper in the middle of the tube). With the high precision test head 40/2, one can measure up to 9 GHz.

Die untere Grenzfrequenz zur Messung der Schirmdämpfung (elektrisch langes Messobjekt) sowie die obere Grenzfrequenz zur Messung des Kopplungswiderstandes (elektrisch kurzes Messobjekt) ergibt sich näherungsweise aus den Definitionen:

The lower cut off frequency to measure the screening attenuation a_s (electrical long cables) and the upper frequency limit to measure the transfer impedance Z_T (electrical short cables) are given by the definition of electrically long and electrically short by:

elektrisch lang:
electrically long:

$$\lambda_0 / l \leq 2 \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right| \quad \text{oder / or} \quad f > \frac{c_0}{2 \cdot l \cdot \left| \sqrt{\epsilon_{r1}} - \sqrt{\epsilon_{r2}} \right|}$$

bzw. elektrisch kurz:
resp. electrically short:

$$\lambda_0 / l > 10 \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}} \quad \text{oder / or} \quad f < \frac{c_0}{10 \cdot l \cdot \sqrt{\epsilon_{r1}}}$$

mit

where

l effektive Länge im Messrohr
 λ_0 Wellenlänge im Freiraum
 ϵ_{r1} Dielektrizitätskonstante des Prüflings
 ϵ_{r2} Dielektrizitätskonstante im Aussenkreis
 f Frequenz in Hz

l is the coupling length in the tube
 λ_0 is the wave length of free space
 ϵ_{r1} is the dielectric permittivity of the CUT
 ϵ_{r2} is the dielectric permittivity of the outer system
 f is the frequency in Hz

Durch die variablen Rohrlängen können diese Frequenzen verändert werden.

Due to the variable length of the tube, the frequency limits may be varied.

CoMeT 40: Mechanischer Aufbau

Mechanical Structure

Die Messeinrichtung CoMeT 40 besteht aus einem Rohr von 0,5 m sowie aus 3 Rohren von 1 m, welche in gewünschter Länge mit Klemmbügeln HF-dicht zusammengebaut werden können, sowie aus dem Messkopf mit Schirmhülse. Die Schirmhülse dient zur Aufnahme des Abschlusswiderstandes des Prüflings sowie für die Kontaktierung des Schirms im Rohr. Der speziell konstruierte Messkopf dient zur Aufnahme der Schirmhülse sowie zur Anpassung des Rohres an den 50-Ohm Eingangswiderstand des Empfängers. Außer dem Anlöten des Abschlusswiderstandes zwischen Innenleiter und Schirm des Prüflings sind bei der Vorbereitung des Prüflings sowie bei der Montage des Prüflings im Messrohr keine weiteren Lötarbeiten erforderlich. Am Prüfling ist lediglich am Anfang sowie im Bereich des Rohrausgangs der Mantel zu entfernen. Am Rohrausgang wird der Schirm mit Spannblenden oder Halbschalen mit Konus kontaktiert.

Das erforderliche Zubehör zum Anschließen von Kabelschirmen im Durchmesserbereich von 2,3 mm bis 9,8 mm ist in geeigneten Abstufungen im Lieferumfang enthalten. Durch dieses Zubehör können Kabelschirme bis zu 10 mm Durchmesser problemlos montiert werden. Alle Teile sind in einem stabilen, versandfähigen Transportkoffer untergebracht. Der robuste Transportkoffer erlaubt auch das Verschicken der Messeinrichtung.

Lieferumfang CoMeT 40

- Angepasster Spezialmesskopf mit Abschirmhülse für Abschlusswiderstand
- Aufnahme für Kabelschirme im Durchmesserbereich von 2,3 bis 9,8 mm
- Spannblenden für Anschluss am nahen Ende im Durchmesserbereich für Kabelschirme von 2,3 mm bis 9,8 mm
- 1 Messrohr in 0,5 m Länge sowie drei Rohre in 1 m Länge, über Rohr-Klemmbügel zu montieren, sowie die erforderlichen Verschraubungen
- Stabiler Transportkoffer zur Aufnahme von Messrohr und Zubehör



Bild 5: Messeinrichtung CoMeT 40, Lieferumfang, Ebene 1
Figure 5: Test setup CoMeT 40, scope of supply, level 1

The test set-up CoMeT 40 consists of one tube of 0,5 m and 3 tubes of 1 m, which may be coupled together RF-tight by tube clamps as well as of a test head with a screening cap. Combined with the measuring head is a screening cap to keep the matching resistor of the cable under test and to connect the cables screen to the tube. The special designed test head takes the screening cap and matches the tube to the 50 Ohm input resistance of the receiver. Except of soldering the terminating resistor between inner and outer conductor of the cable under test there is no need for further soldering during the preparing of the sample. Only the cables sheath has to be removed in the connecting area. On the generator side, the screen is connected to the tube with contact slices or conuses.

The required accessories for connecting cable screens in the diameter range from 2.3 mm up to 9.8 mm are attached to the test setup. With this equipment, cable screens up to 9.8 mm diameter can easily be mounted. All parts of the equipment are delivered in a robust case which allows shipment by any means of transportation.

Scope of supply of CoMeT 40

- Matched test head with screening cap for matching resistor
- Suitable for cable screens from diameter 2.3 mm to 9.8 mm
- Contact slices for the connection of the cable screens from 2.3 mm to 9.8 mm
- Tube consisting of one tube of 0.5 m length and 3 tubes of 1.0 m length, including quick release-fastener
- Robust transportation case



Bild 6: Messeinrichtung CoMeT 40, Lieferumfang, Ebene 2
Figure 6: Test setup CoMeT 40, scope of supply, level 2

CoMeT 90: Mechanischer Aufbau

Mechanical Structure



Für Kabel größeren Durchmessers, z.B. geschirmte Energiekabel, ist ein größeres Messrohr verfügbar. Gemäß den mechanischen und elektrischen Prinzipien des CoMeT 40 können hiermit Kabel mit Schirmdurchmessern von 7,8 mm bis zu 22 mm gemessen werden. Die Rohrlänge von 0,45 m (aktive Länge 0,3 m) erlaubt Messungen des Kopplungswiderstandes bis 100 MHz.

Die Messvorrichtung ist modular aus drei Teillängen konfigurierbar und ermöglicht die Messung an Kabellängen von 0,3 m, 0,5 m und 1,0 m.

Das erforderliche Zubehör zum Anschließen von Kabelschirmen im Durchmesserbereich von 7,8 mm bis 22 mm ist in geeigneten Abstufungen im Lieferumfang enthalten. Alle Teile sind in einem stabilen, versandfähigen Transportkoffer untergebracht. Der robuste Transportkoffer erlaubt auch das Verschicken der Messeinrichtung.

Zur Messung von Schirmen mit größerem Durchmesser gibt es spezielle Lösungen auf Anfrage.

For cables with larger diameters, e.g. screened power cables, a larger test set is available. Following the same mechanical and electrical principles of the CoMeT 40, cables with screen diameters from 7.8 mm up to 22 mm can be tested. The tube length of 0.45 m (0.3 m active length) allows measurements of transfer impedance up to approx. 100 MHz.

The test setup CoMeT 90 is configured modular and allows measurements on cable length of 0.3 m, 0.5 m and 1.0 m.

The necessary accessories for connecting cable screens in the diameter range from 7.8 mm to 22 mm in suitable gradations are included in the scope of delivery. All parts are supplied in a stable transport case which allows the shipment of the measuring device by any means of transportation.

Special solutions for measuring larger diameter screens are available on request.



Bild 7a: Messeinrichtung CoMeT 90, Lieferumfang Box 1
Figure 7a: Test setup CoMeT 90, supply schedule, box 1



Bild 7b: Messeinrichtung CoMeT 90, Lieferumfang Box 2
Figure 7b: Test setup CoMeT 90, supply schedule, box 2

Rohr im Rohr

Tube in Tube

Das "Rohr im Rohr"-Verfahren ist eine Erweiterung der Verfahren zur Messung von Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung von Steckern und konfektinierten Kabeln nach IEC 62153-4-3 und IEC 62153-4-4.

Mit einem HF-dichten Verlängerungsrohr wird der elektrisch kurze Stecker verlängert und die Grenzfrequenz des Überganges von Kopplungswiderstand zur Schirmdämpfung zu tieferen Frequenzen hin verschoben. Durch dieses Zubehör-Set wird das CoMeT 40 zu einem Mess-System für Stecker und für Anschluss-Schnüre.

The "tube-in-tube" procedure is an extension of the procedures to measure transfer impedance and screening attenuation of connectors and assemblies according to IEC 62153-4-3 und IEC 62153-4-4.

With an RF-tight extension tube the electrical short connector is extended and the cut off frequency of the transition from transfer impedance to screening attenuation is shifted towards lower frequencies. This accessory set turns the CoMeT 40 into a measuring system for plugs and cable assemblies.

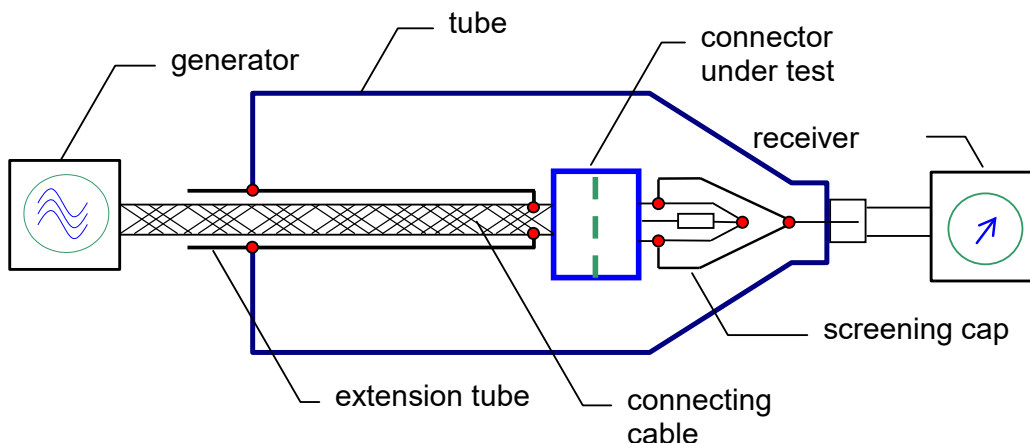


Bild 8a: Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung mit „Rohr im Rohr“-Verfahren nach IEC 62153-4-7

Figure 8a: Transfer impedance and screening attenuation with "tube-in-tube" procedure according to IEC 62153-4-7



Bild 8b: Zubehör "Rohr im Rohr"

Figure 8b: Accessories "tube-in-tube"

Vorteile des CoMeT-Systems

Advantages of the CoMeT System

Die Vorteile des CoMeT-Systems können wie folgt zusammengefasst werden:

- Unempfindlich gegen äußere elektromagnetische Störungen
- Kein Abstrahlen elektromagnetischer Störungen,
- Hohe Messdynamik > 125 dB, (abhängig von der Empfindlichkeit des Netzwerkanalysators)
- Gute Reproduzierbarkeit
- Einfacher Messaufbau
- Schnelles Vorbereiten des Prüflings
- Messen von Schirmdämpfung a_s , Kopplungswiderstand Z_T und Kopplungsdämpfung a_c mit nur einem Messaufbau und einer Messung
- Großer Messbereich von Gleichstrom (DC) bis zu 9 GHz

The advantages of the CoMeT system can be summarized as follows:

- *In insensitive against electromagnetic disturbances from outside*
- *No radiation of electromagnetic power*
- *High dynamic range > 125 dB, (depending on the sensitivity of the network analyzer only)*
- *High reproducibility*
- *Simple and easy setup,*
- *Fast preparing of the sample under test,*
- *Measurement of screening attenuation a_s and transfer impedance Z_T with only one test setup and one measurement*
- *Large frequency range under DC up to 9 GHz*

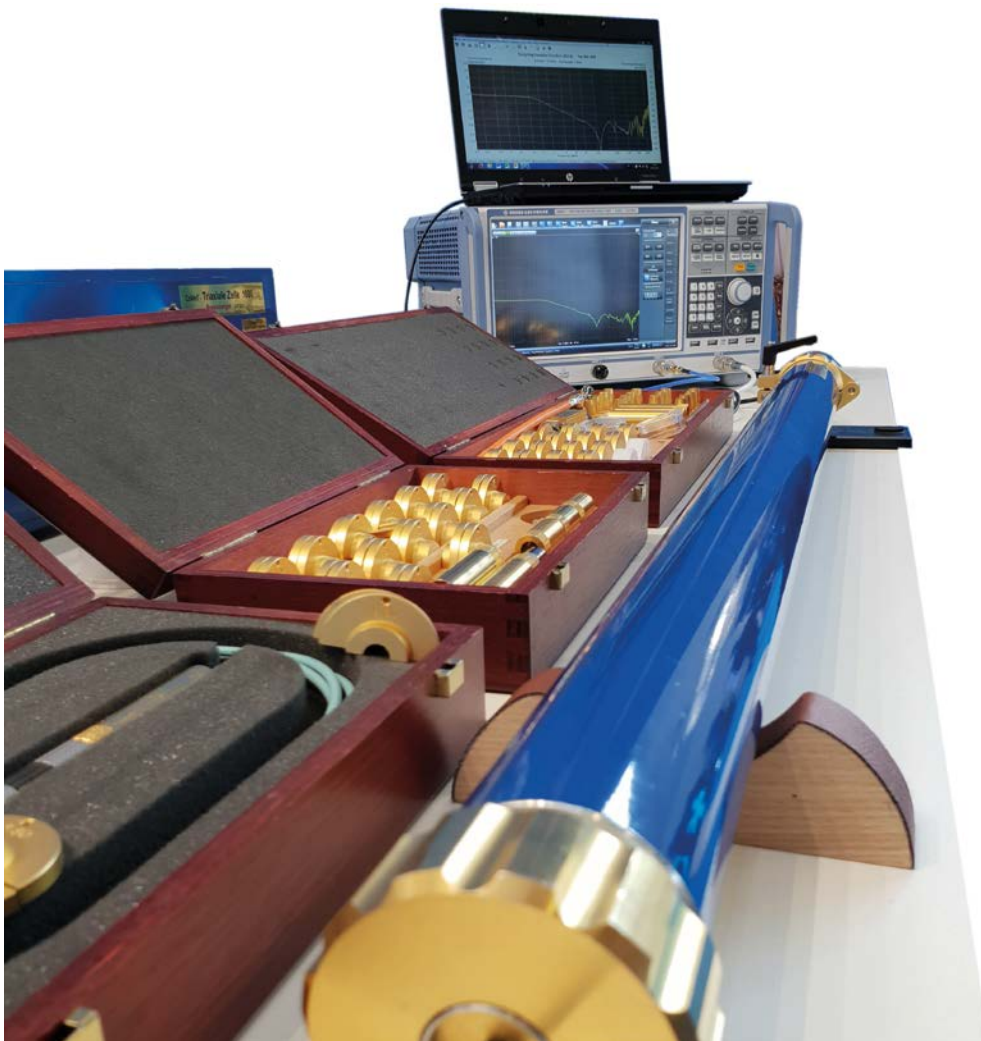


Bild 9: Das CoMeT Testsystem
Figure 9: CoMeT test system

Triaxiale Zelle

Triaxial Cell

Zur Messung der EMV von größeren Steckern und Komponenten, z.B. für HV-Stecker für Elektrofahrzeuge, wurde die Triaxiale Zelle nach IEC 62153-4-15 entwickelt.

Das Triaxialverfahren arbeitet im Bereich der Wellenausbreitung Transversal-Elektromagnetischer Wellen (TEM-Wellen). Dieses Prinzip gilt auch für die Triaxiale Zelle. Bei hohen Frequenzen wird die Triaxiale Zelle im Prinzip allerdings zu einem Hohlraumresonator bzw. zu einem Rechteckhohlleiter; die Wellenausbreitung der TEM-Wellen wird dadurch gestört und Messungen der Schirmdämpfung sind nur noch eingeschränkt möglich.

To measure EMC of larger connectors and components, e.g. for electric vehicles, the triaxial cell was developed according to IEC 62453-4-15.

The triaxial test procedure uses the principle of transverse electromagnetic wave propagation, (TEM-waves). At higher frequencies the triaxial cell becomes in principle a cavity resonator respectively a rectangular waveguide which exhibits resonances depending on its dimensions. Above these resonance frequencies, propagation of TEM-waves is disturbed and measurements of screening attenuation with triaxial test method are limited.

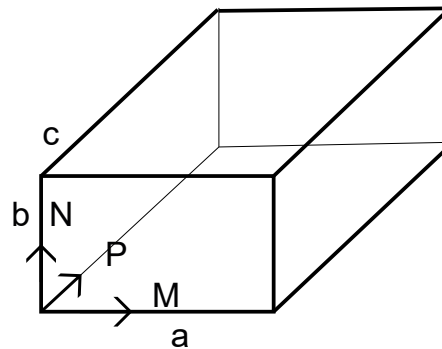


Bild 10: Rechteckhohlleiter
Figure 10: Rectangular waveguide

Die Grenzfrequenz f_c eines Rechteckhohlleiters nach Bild 10 ergibt sich zu:

$$f_c = \frac{c_0}{2a}$$

The cut-off frequency f_c of a cavity according to figure 10 is given by:

Die Resonanzfrequenzen f_{mnp} in der Zelle bzw. im Rechteckhohlleiter ergeben sich zu:

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

Resonance frequencies f_{mnp} in the rectangular waveguide or in the cell are given by:

Dabei gilt:

M,N,P sind die Zahlen der Moden, dabei stehen M,N für das transversale und P für das longitudinale ganzzahlige Vielfache der halben Wellenlänge (M,N,P = 1,2,3, dabei kann M oder N auf Null gesetzt werden).
a,b,c sind die Abmessungen der Kavität; dabei sind a und b mit der transversalen Dimension und c mit der longitudinalen Dimension verknüpft.
 c_0 ist die Ausbreitungsgeschwindigkeit des Lichts im freien Raum.

where:

M,N,P are the numbers of modes, M,N stands for the transverse and P stands for the longitudinal integral multiple of the half of a wavelength (M,N,P = 1,2,3 where M or N can be set to zero).
a,b,c are the dimensions of cavity; where a,b are coupled to the transverse and c to the longitudinal dimension.
 c_0 is the velocity of light in free space.

Die Grenzfrequenz f_c beträgt ca. 500 MHz für die Zelle 1000/300/300 und ca. 1 GHz für die Zelle 1000/150/150. Dagegen liegt die Grenzfrequenz für das Triaxiale Messrohr CoMeT 40 mit 40 mm Innendurchmesser mit einem RG 214 als Prüfling bei ca. 4,5 GHz.

The cut-off frequency f_c is about 500 MHz for the cell 1000/300/300 and about 1 GHz for the cell 1000/150/150. The cut-off frequency of the tube CoMeT 40 with 40 mm inner diameter and with a RG 214 as DUT is about 4.5 GHz.

Zur Unterdrückung höherer Moden bzw. von Resonanzen kann der Boden der Zelle mit Absorbermaterial wie Ferritkacheln, nanokristallinen oder magnetischen Absorbieren ausgelegt werden. Höhere Moden bzw. Resonanzen sollen damit um mindestens 6 dB gegenüber den TEM-Wellen bedämpft werden. Damit kann der Frequenzbereich für Messungen der Schirmdämpfung in der Zelle bis zu und über 3 GHz erweitert werden.

Higher order modes can be easily suppressed by using absorbing materials like ferrite tiles or by nanocrystalline or by magnetic absorbers placed in the cell. Higher modes or resonances should thus be attenuated by at least 6 dB compared to the TEM-waves. The frequency range to measure screening attenuation with the triaxial cell can be extended up to and above 3 GHz.

Die Triaxiale Zelle einschliesslich der Anwendung mit Absorbermaterial ist in IEC 62153-4-15 genormt.

The triaxial cell including the use of absorber material is standardized in IEC 62153-4-15.

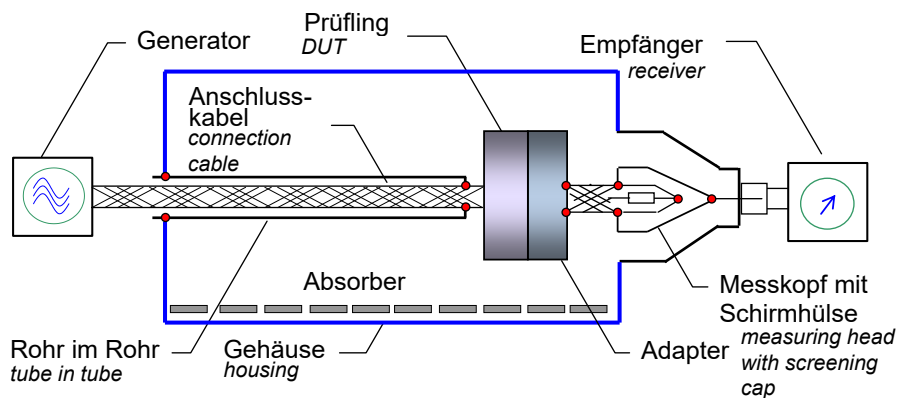


Bild 11a: Triaxiale Zelle nach IEC 62153-4-15 mit Rohr im Rohr und Ferritkacheln
Figure 11a: Triaxial cell according to IEC 62153-4-15 with tube-in-tube and ferrite tiles



Bild 11b: Verschiedene Ausführungen Triaxialer Zellen
Figure 11b: Different designs of triaxial cells

CoMeT-K: Messen von Durchführungen

Measuring Feedthroughs

Mit dem Mess-System CoMeT-K kann der Kopplungswiderstand bzw. die Schirmdämpfung von Durchführungen und EMV-Dichtungen zuverlässig und präzise gemessen werden. Die Prüfeinrichtung besteht aus zwei hochfrequenz-dichten Koaxialsystemen, (Doppel-Koaxialsystem) die durch eine metallische, geschirmte Wand getrennt sind. Diese geschirmte Wand dient zur Aufnahme der zu prüfenden Durchführung oder der zu prüfenden EMV-Dichtung.

With the test system CoMeT-K, we can measure transfer impedance and screening attenuation of EMC gaskets and feedthroughs accurately and reliably. The test set-up consists of two RF-tight coaxial systems, (double coaxial) which are separated by a metallic shielded wall. This screened wall serves to accommodate the implementation of the EMC gaskets or feedthroughs under test.

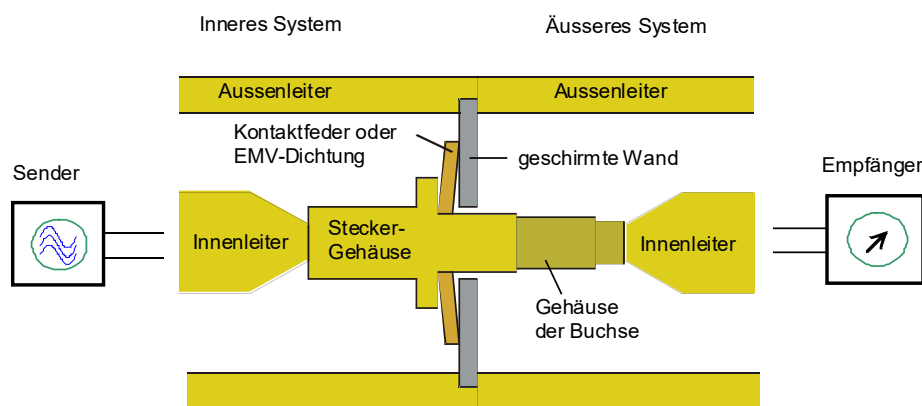


Bild 12: Messen von EMV-Dichtungen und Durchführungen, Prinzipdarstellung
 Figure 12: Measuring of EMC gaskets and feedthroughs, principle

Vorteil des Verfahrens ist der geschlossene Messaufbau, der weder Störungen von Außen aufnimmt, noch Störleistung nach Außen abgibt. Damit ist ein hoher Dynamikbereich von über 100 dB auch ohne Messkabine möglich.

Advantage of the method is the closed test setup which receives no interference from outside noise power or emits noise to the outside. Thus, a high dynamic range of over 100dB is possible without measuring cabin.

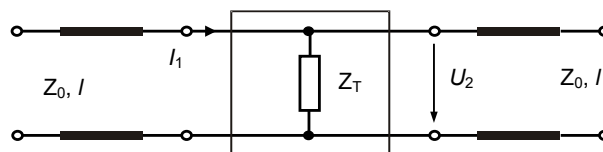


Bild 13: Messen von EMV-Dichtungen und Durchführungen, Ersatzschaltbild
 Figure 13: Measuring of EMC gaskets and feedthroughs, equivalent circuit

Mit einem Netzwerkanalysator (NWA) wird auf die eine Seite des Prüflings ein Hochfrequenz-Signal gesendet und auf der anderen Seite das übergekoppelte Signal gemessen. Der Frequenzbereich reicht dabei von einigen kHz bis zu und über 4 GHz.

Using a network analyzer (NWA) a high-frequency signal is transmitted to the one side of the specimen and the signal coupled through to the other side is measured. The frequency range extends from a few kHz up to 4 GHz and above.



Bild 14: CoMeT-K - Messen von EMV-Dichtungen und Durchführungen
Figure 14: CoMeT K - Measuring of EMC gaskets and feedthroughs

Steuer- und Auswertesoftware WinCoMeT

Control and Evaluation Software WinCoMeT

Die Steuer- und Auswertesoftware WinCoMeT ist ein umfangreiches Werkzeug zur Messung aller Parameter der triaxialen Messverfahren des CoMeT-Systems. Die Auswertung der Messungen erfolgt nach den Normen der Reihe IEC 62153-4-n und wird ständig auf dem aktuellen Stand gehalten.

Messung, Berechnung und Darstellung der Ergebnisparameter:

- Kopplungswiderstand
- Schirmdämpfung
- Kopplungsdämpfung
- Kopplungsübertragungsfunktion

Zusätzlich werden für die allgemeine Messtechnik an Kommunikationskabeln optional noch die folgenden Messverfahren unterstützt:

- Transmission
- Dämpfung
- Dämpfung Leerlauf/Kurzschluss
- Rückflussdämpfung mit Darstellung von Reflexion im Längenbereich und Gating
- Wellenwiderstand Leerlauf/Kurzschluss
- Phase, Laufzeit, elektrische Länge

The control- and evaluation software WinCoMeT is a comprehensive tool for measuring all parameters of the triaxial test procedure.

The analysis of the measurements is based on the IEC 62153-4-n series and constantly kept up to date. Supported test procedures as part of the CoMeT-System:

Measuring, calculation and representation of:

- Transfer impedance,
- Screening attenuation,
- Coupling attenuation,
- Coupling transfer function

Additionally the general test procedures on communication cables optionally are supported:

- Transmission,
- Attenuation,
- Attenuation, (open/ short procedure),
- Return loss including time domain and gating,
- Characteristic wave impedance (open/short procedure),
- Phase, velocity, electrical length

Bild 15 - Formular zur Eingabe der Messparameter
Figure 15: Entry form of test parameters

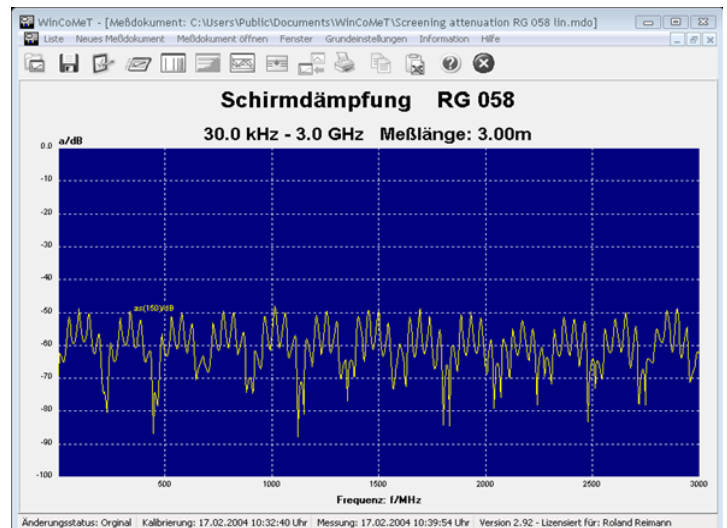


Bild 16: Hauptbildschirm zur Darstellung der Messergebnisse
Figure 16: Main screen for displaying the test results

Funktionsumfang der Software:

- Durchführung der Messung mit Hilfe eines Netzwerkanalysators
- Speicherung der Messparameter, des Messergebnisses inklusive Kalibriermessung
- Darstellung der Ergebnisparameter mit Zoom-Funktion in logarithmischer oder linearer Darstellung (verschiedene Messungen können in einer Grafik angezeigt werden)
- Ausdruck eines Messprotokolles
- Export der Mess- und Ergebniswerte nach Excel®
- Export der Grafik in die Zwischenablage
- Markerfunktion
- Frei definierbare Grenzwertkurven (inklusive Excel®-Import)
- Drucken der Messprotokolle auf allen installierten Druckern (Windows®-kompatible Drucker und PDF)

Lieferumfang:

- Software in deutscher und englischer Sprache, auf Datenträger
- Handbuch in deutscher und englischer Sprache
- Kostenfreier Telefon-Support für 12 Monate nach Auslieferung

Systemvoraussetzungen:

- PC mit Windows®-Betriebssystem, (XP/Windows® 7/8/10)
- National Instruments GPIB-Karte (NI488.2) oder installierte NI-VISA-Schnittstelle
- Netzwerkanalysatoren von Rohde & Schwarz und Hewlett Packard bzw. Agilent, andere auf Anfrage
- Windows®-kompatible Drucker (PDF-Drucker für Ausgabe des Messprotokolles in PDF)
- Excel® für den Export der Mess- und Ergebnisdaten

CoMeT Zubehör

Für das CoMeT-System steht umfangreiches Zubehör zur Verfügung. Das Zubehör ist in der Ersatzteilliste beschrieben:

<https://bda-connectivity.com/wp-content/uploads/2019/08/bda-comet-ersatzteilekatalog.pdf>

Functions of the software:

- *Performing the measurement using a network analyzer,*
- *Storage of test parameters, measurement results including calibration,*
- *Representation of the test results with zoom function in logarithmic or linear display (different measurements can be displayed simultaneously),*
- *Printing of a test protocol,*
- *Export of the measuring results to Excel®*
- *Export the graph to the clipboard,*
- *Marker function,*
- *User-definable limit curves (including Excel® import),*
- *Printing of measurement protocols on all installed printers (Windows® compatible printers and PDF)*

Scope of delivery:

- *Software in German and/or English language,*
- *Manual in German and/or English,*
- *Free telephone and e-mail support for 12 months after delivery*

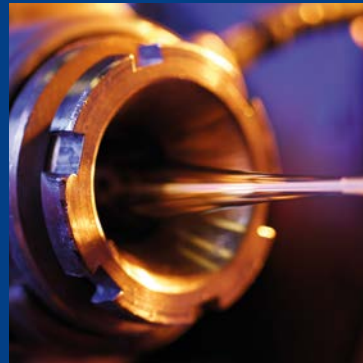
System requirements:

- *PC with Windows® operating system (XP/Windows® 7/8/10),*
- *National Instruments GPIB-card (NI488.2) or installed NI-VISA-interface,*
- *Network analyzers by Rohde & Schwarz and Hewlett Packard resp. Agilent, others on request,*
- *Windows® compatible printer (PDF-printer to print test reports in PDF),*
- *Excel® for export of the measurement data and results*

CoMeT accessory

For the CoMeT-System a broad range of accessories is available. The accessory is described in the spare part list:

<https://bda-connectivity.com/wp-content/uploads/2019/08/bda-comet-ersatzteilekatalog-en.pdf>



**Fertigung aller Komponenten:
Manufacturing:**

- **Rosenberger Hochfrequenztechnik GmbH & Co. KG**
Postfach 1260, 84526 Tittmoning
www.rosenberger.de

**Vertrieb & Service:
Sales, Distribution & Service:**

- **bda connectivity GmbH**
Herborner Str. 61 a
35614 Asslar
Germany

Tel.: +49 6441 38452 0
Fax: +49 6441 38452 99
Email: info@bda-c.com
www.bda-connectivity.com