

Normung der Kommunikationskabel



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 1

Übersicht

- **Struktur der Internationalen Normung**
 - ◆ Nationale Komitees
 - ◆ Internationale Komitees
 - ◆ Wer macht welche Normen
- **Aktuelle Normungsarbeiten**
 - ◆ Koaxiale Kabel (EN 50117, IEC 61196)
 - ◆ Symmetrische Datenkabel (EN 50288, IEC 61156)
- **Neue Messverfahren**
 - ◆ EN 50289er Reihe (elektrische Eigenschaften)
 - ◆ IEC 62153-4er Reihe (Schirmwirkung)
 - ◆ Triaxiale "Absorberzelle" 62153-4-15
- **Diskussion**



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 2

Normung

Normung bezeichnet die **Formulierung, Herausgabe** und **Anwendung** von **Regeln, Leitlinien** oder **Merkmale** durch eine **anerkannte Organisation** und deren **Normengremien**. Sie sollen auf den **gesicherten Ergebnissen** von **Wissenschaft, Technik** und **Erfahrung** basieren und auf die Förderung optimaler Vorteile für die Gesellschaft abzielen.

Die Festlegungen werden mit **Konsens** erstellt und von einer anerkannten Institution angenommen.

Normung kommt vor allem zur Anwendung, wenn gleichartige oder ähnliche Gegenstände in vielen unterschiedlichen Zusammenhängen an verschiedenen Orten von verschiedenen Personenkreisen gebraucht werden.

Durch die Aufstellung und Einführung von Festlegungen für die wiederkehrende Anwendung werden innerhalb des Interessentenkreises national wie international Vereinheitlichungen geschaffen.

Durch die Normung werden

- die Eignung von **Produkten, Prozessen** & **Dienstleistungen** für ihren geplanten Zweck verbessert,
- der Austausch von **Waren** und **Dienstleistungen** gefördert und
- die **technische** und **kommunikative** Zusammenarbeit erleichtert.

(wikipedia)

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 3

Struktur der Internationalen Normung

Normung gliedert sich in allgemeine Normung und in elektrotechnische Normung

international	
ISO International Standards Organisation	IEC International Electrotechnical Commission

IEC 62153-4-7

regional (Europa)	
CEN Comite Europeen de Normalisation	CENELEC European Committee for Electrotechnical Standardisation

EN 62153-4-7

national (Deutschland)	
DIN Deutsches Institut für Normung eV	DKE (VDE) Deutsche Kommission Elektrotechnik Elektronik Informationstechnik im DIN und VDE

DIN EN 62153-4-7

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 4

Villamoura Verfahren - Dresden Agreement

Villamoura Verfahren:

Nationale Normung der einzelnen CENELEC Mitgliedsstaaten findet im Prinzip nicht mehr statt. Durch das "Villamoura Verfahren" müssen nationale Normungsvorhaben bei CENELEC angemeldet werden.

Bei Interesse weiterer CENELEC Mitglieder wird das Projekt dann bei CENELEC weiter bearbeitet.

Dresden Agreement

Das 1996 unterzeichnete "Dresden Agreement" zwischen IEC und CENELEC dient der Vermeidung von Doppelarbeit.

Neue elektrische Normungsprojekte sollen zwischen CENELEC und IEC gemeinsam geplant, und wenn möglich, auf internationaler (IEC)-Ebene durchgeführt werden.

Neue CENELEC Projekte werden zunächst IEC angeboten und nur bei Ablehnung durch IEC bei CENELEC bearbeitet.

Weiterhin ist festgelegt, dass IEC-Projekte gleichzeitig bei CENELEC abgestimmt werden (**Parallel Vote**).

Bei positivem Ergebnis wird die Norm sowohl bei IEC als auch bei CENELEC veröffentlicht.

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 5

Komitees und Spiegelgremien für Kommunikationskabel

national (De) DKE	regional (Europa) CENELEC	international IEC	Kurzbezeichnung
K 412	TC 46X	TC 46/TC 86	Kommunikationskabel und Zubehör.../ Lichtwellenleiter ...
UK 412.1	SC 46XC	SC 46C	Symmetrische Kabel
UK 412.2		SC 86C	Komponenten
UK 412.3	SC 46XA	SC 46A	Koaxiale Kabel
UK 412.4	(48B)	SC 46D	Hochfrequenz Stecker
UK 412.6	TC 86A	SC 86A	LWL und Subsysteme
UK 412.7	TC 86BXA	SC 86B	LWL Verbindungstechnik

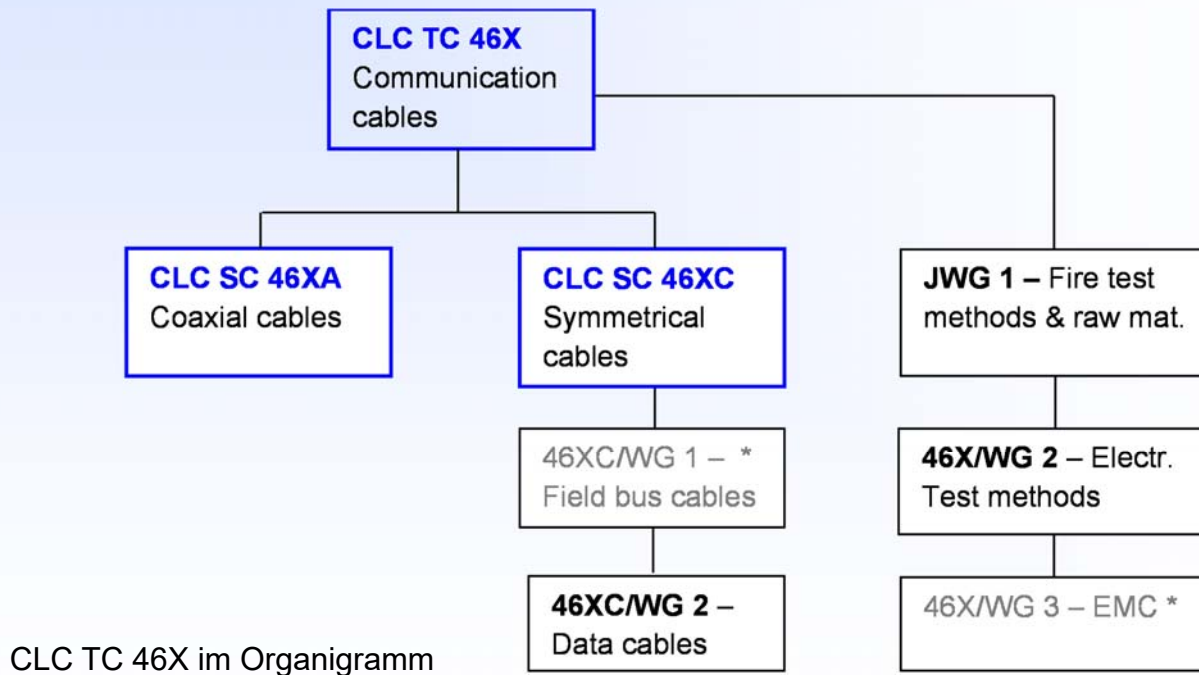
Verwandte Gremien:

K 411	TC 20	TC 20	Starkstromkabel und isolierte Starkstromleitungen
GK 715		ISO/IEC/JTC 1/SC 25	Verbindung von Einrichtungen der Informationstechnik
GUK 715.1			Heim-Elektronik-System (HES)
GUK 715.3	TC 215	JTC 1, SC 25, WG 3	Informationstechn. Verkabelung
K 735	TC 209	TC 100, TC 100/TA 5	Kabelnetze und Antennen für Fernsehsignale, Multimedia

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 6

CLC TC 46X - Kommunikationskabel



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 7

CLC TC 46X - Kommunikationskabel

CLC TC 46X	Communication cables	Chairman: Thomas Hähner (De) Secretary: Guy Perrot (Fr)
CLC TC 46X/JWG 1	Fire test methods and raw materials	Convenor: Werner de Fries (De)
CLC TC 46X/WG 2	Electrical Test methods (excepting EMC and Raw materials)	Convenor: Christian Pfeiler (De)
CLC TC 46X/WG 3 *	EMC - Tests and requirements	Convenor: Paul Villien (Dk)
CLC SC 46XA	Coaxial cables	Chair: Giovanni Gomarasca (It) Secretary: Bernhard Mund (De)
CLC SC 46XC	Wires and symmetric cables	Chairman: Neil Mabbott (UK) Secretary: Paul Sweet (UK)
CLC SC 46XC/WG 1*	Instrumentation and field bus cables	Convenor: NN
CLC SC 46XC/WG 2	Data cables:	Convenor: Neil Mabbott (UK)

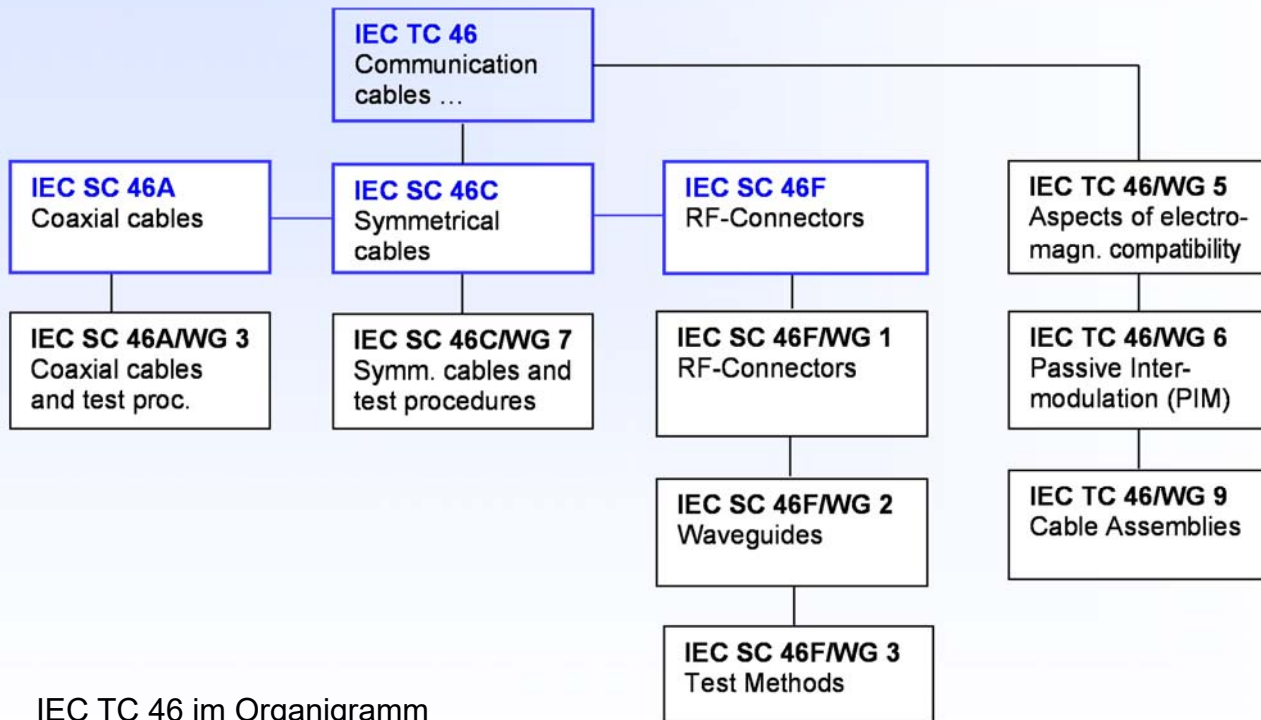
*: inaktiv

Stand September 2016

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 8

IEC TC 46 – Kommunikationskabel ...



IEC TC 46 im Organigramm

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 9

IEC TC 46 - Kommunikationskabel

IEC TC 46	Cables, wires, waveguides, R.F. connectors, R.F. and microwave passive components and accessories	Chairman: Thomas Hähner (De) Secretary: David Wilson (USA) Ass. Secr.: Frank Straka (USA)
IEC TC 46/WG 5	Aspects of electromagnetic compatibility	Convenor: Lauri Halme (Fi) Secretary: Thomas Hähner (De)
IEC TC 46/WG 6	Passive Intermodulation Measurement (PIM)	Convenor: Berry Helme (UK)
IEC TC 46/WG 9	Metallic Cable Assemblies for ICT	Convenor: Dave Hess (USA)
IEC SC 46A	Coaxial cables	Chair: Giovanni Gomasca (It) Secretary: Bernhard Mund (De)
IEC SC 46A/WG 3	Coaxial cables for ICT (Information and Communications Technology) and multimedia distribution networks and systems	Convenor: David Wilson (USA)
IEC SC 46C	Wires and symmetric cables	Chairman: Christian Pfeiler (De) Secretary: Ladji Diakite (Fr)
IEC SC 46C/WG 7	Premises cables for digital communication	Convenor: Christian Pfeiler (De)
IEC SC 46F	R.F. and microwave passive components (HF-Stecker)	Chair: Mrs Zhengping Wu (Cn) Secretary: Guy Perrot (Fr)
IEC SC 46F/WG 1	RF and Microwave Connectors	Convenor: Barry Helme (UK)
IEC SC 46F/WG 2	Waveguides, Waveguide Flanges and Accessories	Convenor: Barry Helme (UK)
IEC SC 46F/WG 3	General Test Methods in the Scope of SC46F	Convenor: Barry Helme (UK)

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 10

Stand September 2016

CLC TC 46X - Kommunikationskabel

CLC TC 46X: Kommunikationskabel (Schwerpunkte)

EN 50289er Reihe, Kommunikationskabel - [Spezifikationen für Prüfverfahren](#) (für koaxiale und symmetrische Kabel);

EN 50290er Reihe, Kommunikationskabel, [Allgemeines, Definitionen, Gemeinsame Regeln](#) für Gestaltung und Konstruktion (Kunststoffe), allgemeine Betrachtung für die Anwendung.

SC 46XA: Koaxiale Kabel (Schwerpunkte)

EN 50117er Reihe, [Koaxiale Kabel](#) für analoge und digitale Signalübertragung, (CATV-Kabel, Kabel für Kabelfernsehen und Satelliten-Empfang).

SC 46XC: Symmetrische Kabel (Schwerpunkte)

EN 50288er Reihe, [Mehradrige metallische Daten- und Kontrollkabel](#) für analoge und digitale Übertragung, sowie weitere Normen für [symmetrische Daten- und Niederfrequenz-Kabel](#).

IEC TC 46 - Kommunikationskabel

IEC TC 46: Kommunikationskabel ... (Schwerpunkte)

IEC 60966er Serie: [Konfektionierte Kabel](#), (u.a. TV-Anschlusskabel), (TC 46/WG 9)

IEC 61935er Serie: [Prüfung installierter symmetrischer Verkabelung](#), (TC 46/WG 9)

IEC 62037er Serie: [Passive Intermodulation \(PIM\)](#), (TC 46/WG 6)

IEC 62153er Serie: [Gemeinsame Messverfahren](#) für koaxiale und symmetrische Kabel u.a. zur Messung der [Schirmwirkung](#) von Kabeln, konfektionierten Kabeln und Komponenten, (TC 46/WG 5)

IEC 62839er Serie: [Umwelterklärung](#)

IEC SC 46A: Koaxiale Kabel: (Schwerpunkte)

IEC 61196er Serie: [Koaxiale Kabel](#), Fachgrundspezifikation und verschiedene Rahmenspezifikationen

IEC 61196-1-1xx: [Elektrische Prüfverfahren](#)

IEC 61196-1-2xx: [Verhalten gegenüber Umgebungsbedingungen](#)

IEC 61196-1-3xx: [Mechanische Prüfverfahren](#)

In 61196er Serie gibt es für jedes Prüfverfahren ein einzelnes Normblatt

61196-2 bis 61196-11: [Rahmenspezifikation für verschiedene Koaxialkabel](#) bzw. Anwendungen, u.a. [CATV-Kabel](#), halbstarre und halbflexible Kabel, ...

IEC SC 46C & IEC SC 46F

IEC SC 46C: Symmetrische Kabel: (Schwerpunkte)

IEC 60189er Serie: **Niederfrequenzkabel- und Drähte** mit PVC-Isolierung und PVC-Mantel

IEC 61156er Serie: **Mehradrige und symmetrische paar-/viererverseilte Kabel** für digitale Nachrichtenübertragung (**Datenkabel**).

Allgemeine Anforderungen sowie die Prüfverfahren für elektrische und mechanische Eigenschaften sowie für das Verhalten gegenüber Umgebungsbedingungen sind in der Fachgrundspezifikation **IEC 61156-1** enthalten.

IEC 61156-2 bis IEC 61156-10: **Rahmenspezifikationen für symmetrische Datenkabel**

IEC 62255er Serie: **Mehradrige und symmetrische paar-/viererverseilte Kabel** für digitale Breitband-Kommunikation (high bit rate digital access telecommunication networks).

IEC SC 46F: Hochfrequenz-Stecker (Schwerpunkte)

IEC 60153 Serie und IEC 60154er Serie: **Hohlleiter**

IEC 61169er Serie: **HF-Stecker**

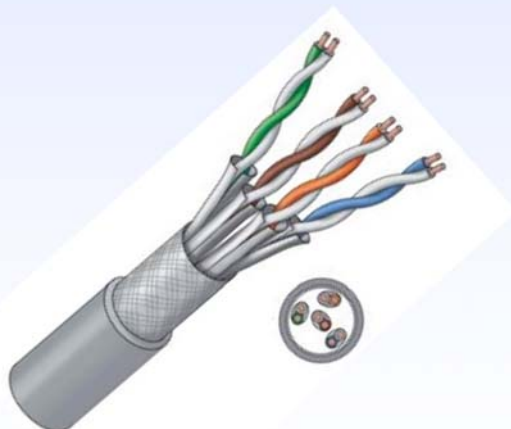
[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedeas.com, 13

Aktuelle Normungsvorhaben



IEC TC 46 mit Unterkomitees hat vom 07. Oktober 2016 bis zum 11. Oktober am 80ten General Meeting In Frankfurt teilgenommen.



CENELEC TC 46X und Unterkomitees haben die nächsten Sitzungen am 17./18. Nov. 2016 in London

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedeas.com, 14

Koaxiale Kabel - EN 50117 – neue Struktur

EN 50117	Koaxialkabel-	ersetzt
EN 50117-1Ed2	Fachgrundspezifikation	EN 50117-1Ed1
	Rahmenspezifikation für koaxiale Kabel für analoge und digitale Signalübertragung -	
EN 50117-9-1	Innenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz - 1 000 MHz	EN 50117-2-1
EN 50117-9-2	Innenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz - 3 000 MHz	EN 50117-2-4 EN 50117-4-1
EN 50117-9-3	Innenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz - 6 000 MHz	EN 50117-4-2
EN 50117-10-1	Aussenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz - 1 000 MHz	EN 50117-2-2
EN 50117-10-2	Aussenkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz - 3 000 MHz	EN 50117-2-2
EN 50117-11-1	Verteiler- und Linienkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz – 1 000 MHz	EN 50117-2-3
EN 50117-11-2	Verteiler- und Linienkabel für Systeme im Bereich von 5 MHz – 2 000 MHz	-

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 15

EN 50117 – IEC 61196 – Schirmungsklassen

Frequenzbereich MHz	Grenzwert				Messverfahren
	Klasse A++	Klasse A+	Klasse A	Klasse B	
Kopplungswiderstand	Klasse A++	Klasse A+	Klasse A	Klasse B	Triaxialverfahren
5 bis 30 MHz	0,9 mΩ/m	≤ 2,5 mΩ/m	≤ 5 mΩ/m	≤ 15 mΩ/m	IEC 62153-4-3Ed2
Schirmdämpfung					Triaxialverfahren
30 bis 1 000	≥ 105 dB	≥ 95 dB	≥ 85 dB	≥ 75 dB	IEC 62153-4-4Ed2
1 000 bis 2 000	≥ 95 dB	≥ 85 dB	≥ 75 dB	≥ 65 dB	
2 000 bis 3 000	≥ 85 dB	≥ 75 dB	≥ 65 dB	≥ 55 dB	

Für eine **störungsfreie Koexistenz** von Funkdiensten wie z.B. **4G/LTE** (5G) mit Kabelanlagen wird mindestens die **Schirmungsklasse A** empfohlen.

Aktuelle Vorhaben bei **IEC SC 46A, Koaxialkabel:**

IEC 61196-5: Sectional specification for CATV trunk and distribution cables (maintenance)

IEC 61196-6-2: Detail specification for **75-4 type CATV drop cables**, 46A/1303/CD

IEC 61196-6-3: Detail specification for **75-5 type CATV drop cables**, 46A/1307/CD

IEC 61196-6-4: Detail specification for **75-7 type CATV drop cables**, 46A/1306/CD

61196-6-2 bis 61196-6-4 sind Vorschläge aus China

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 16

IEC 46C & CLC 46XC - Symmetrische Kabel (Datenkabel)

IEC 61156-9 und **IEC 61156-10** beschreiben Datenkabel für Etagenverkabelung und Geräteanschlusskabel **bis 2 GHz**. (Cat 8.1 und 8.2) veröffentlicht im **April 2016**

IEC 61156-11 beschreibt Kabel, die für die Übertragung von **1 Gbps über ein einziges Twisted-Pair** für das Büro, zu Hause und für industrielle Anwendung verwendet werden. (46C/1031/NP)
Weitere Anwendung ist der Einsatz in Fahrzeugen. Übertragungseigenschaften bis 600 MHz.

IEC 61156-1-3 - Electrical transmission parameters for **modelling cable assemblies** (46C/1036/RR)

IEC 61156-1-4 - Assessment of the **conductor heating in bundled cables...** (POE) (46C/1040/CD)

IEC 62783-1 - **Twinax cables - Sectional specification** (46C/1053/CDV)

IEC 62783-2 - **Twinax cables - Ethernet over Twinax** (46C/1054/CDV)

IEC 62807 - **Hybrid telecommunication cables** Part 1: Generic specification (46C/1055/CD)

Überarbeitung von

IEC 60189-1 – **Low frequency cables – General test and measuring methods** (46C/1036/RR)

IEC 61156-5 - **Horizontal floor wiring - Sectional specification** (46C/1045/CD)

IEC 61156-6 - **Work area wiring - Sectional specification** (46C/1046/CD)

IEC/TR 62222 - **Fire performance** of communication cables ... (46C/1029/RR)

EN 50288-12-1: Rahmenspezifikation für geschirmte Kabel von 1 MHz bis **2 GHz** (eqvt. to Cat 8.2), **Reduced Twisted Pair (RTP 1GB)** im Entwurfsstadium, (SC46XC_WG02/Conv/0001016/CC)

EN 50289 – Elektrische Messverfahren

Die Normen der

EN 50289er Serie - Kommunikationskabel – **Elektrische Prüfverfahren**

prEN 50289-1-1: **Allgemeine Anforderungen**

prEN 50289-1-8: **Dämpfung**

prEN 50289-1-9: **Unsymmetriedämpfung**

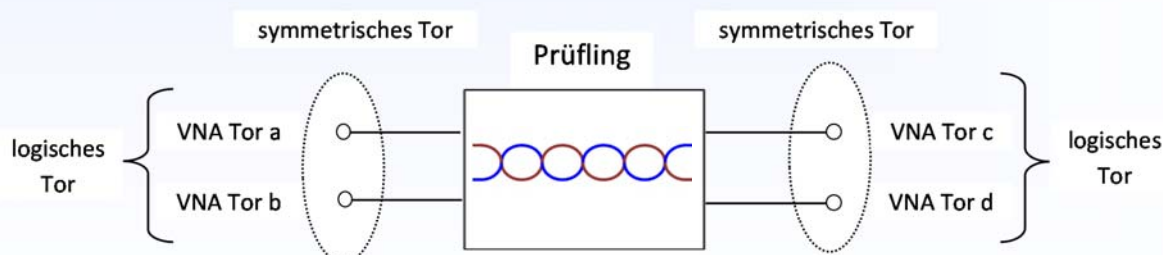
prEN 50289-1-11: **Wellenwiderstand, Eingangsimpedanz, Rückflusdämpfung** (mit Korrekturverfahren)

werden zurzeit überarbeitet und an die Anforderungen bis zwei GHz angepasst. (Enquiry)

Dazu gehört insbesondere die **“balunlose Messtechnik“**

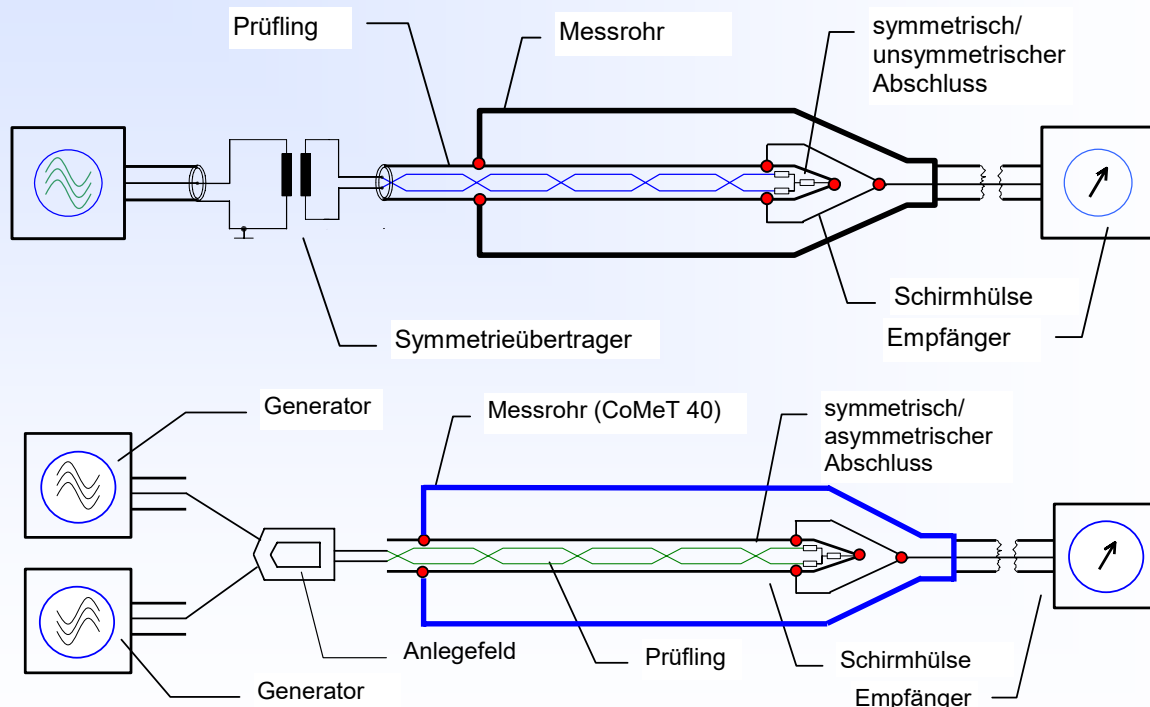
zur Erzeugung eines symmetrischen Signals (50 Ohm koaxial 100 Ohm symmetrisch)

d.h. Messungen ohne Symmetrieübertrager bzw. mit **“virtuellem Balun“**



Die vier Tore eines vektoriiellen 4-Tor Netzwerkanalysators werden zu zwei logischen Toren zusammengefasst.

Kopplungsdämpfung mit virtuellem Balun, IEC 62153-4-9



Messen der Kopplungsdämpfung mit Symmetrieübertrager und mit **“virtuellem Balun“** mit Standard-Messkopf

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedeaa.com, 19

Schirmwirkung von Kommunikationskabeln

Normen zur Messung der Schirmwirkung werden bei IEC von **IEC TC 46/WG 5** als IEC 62153-4er Reihe (und **bisher** bei CENELEC **TC46X/WG 3** u.a. als EN 50289-1-6) erarbeitet.

U.a. wegen der **neuen Anforderungen** der Kabel und Komponenten für Elektrofahrzeuge und wegen der höheren Frequenzen für Datenkabel wurde die Normen der Reihe IEC 62153-4-n überarbeitet oder befinden sich in Überarbeitung.

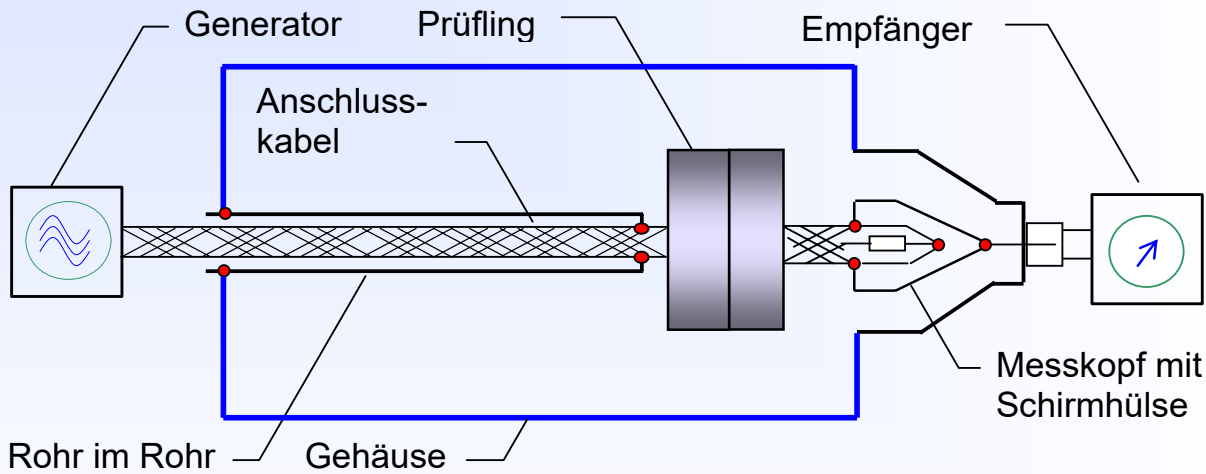
Tabelle A.1 zeigt den aktuellen Stand der Reihe IEC 62153-4-n.

CLC TC 46X hat während der Sitzung in Lissabon am 17. und 18. Juni 2014 beschlossen, anstelle von **EN 50289-1-6** die entsprechenden IEC Normen der Reihe **IEC 62153-4-n** zu übernehmen bzw. bei neuen CENELEC-Normvorhaben nur noch die entsprechenden Normen der Reihe 62153-4-n zu zitieren.

d.h. **EN 50289-1-6**, Elektromagnetische Verträglichkeit ist nicht mehr aktuell und wird zurückgezogen.

Aktuelle Arbeiten bei **IEC TC 46/WG 5** befassen sich u.a. mit der **“balunlosen“** Messung der **Kopplungs-dämpfung** bis 2 GHz, **IEC 62153-4-9** sowie mit der Überarbeitung des Verfahrens mit der **Triaxialen Zelle**, IEC 62153-4-15

Triaxiale Zelle - IEC 62153-4-15



IEC 62153-4-15, Messung von Kopplungswiderstand und Schirmdämpfung oder Kopplungsdämpfung mit der Triaxialen Zelle

Problem: Höhere Moden und Resonanzen

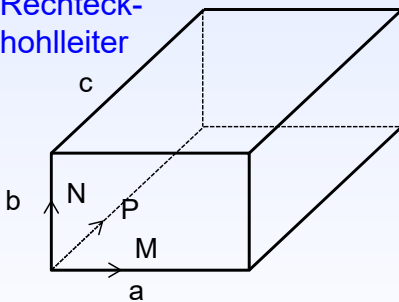
[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 21

Höhere Moden und Resonanzen

Das Triaxialverfahren arbeitet nach dem Prinzip der Transversalen Elektromagnetischen Wellenausbreitung (**TEM - Wellen**). Bei hohen Frequenzen wird die Triaxiale Zelle im Prinzip zu einer **Kavität** bzw. zu einem **Rechteck-Hohlleiter** mit entsprechenden Resonanzen in Abhängigkeit der Abmessungen. Oberhalb dieser Resonanzfrequenzen ist die Ausbreitung von TEM-Wellen gestört; Messungen mit dem Triaxialverfahren werden beeinträchtigt.

Rechteck-hohlleiter



Resonanzfrequenzen f_r ergeben sich zu:

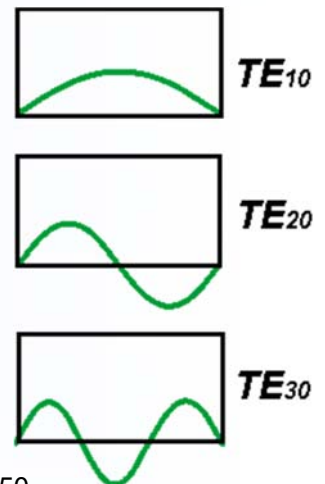
$$f_{mnp} = \frac{c_0}{2} \sqrt{\left(\frac{M}{a}\right)^2 + \left(\frac{N}{b}\right)^2 + \left(\frac{P}{c}\right)^2}$$

Die Grenzfrequenz f_c einer Kavität ergibt sich zu:

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

$f_c = 500 \text{ MHz}$ für die Zelle 1000/300/300 und 1 GHz für die Zelle 1000/150/150

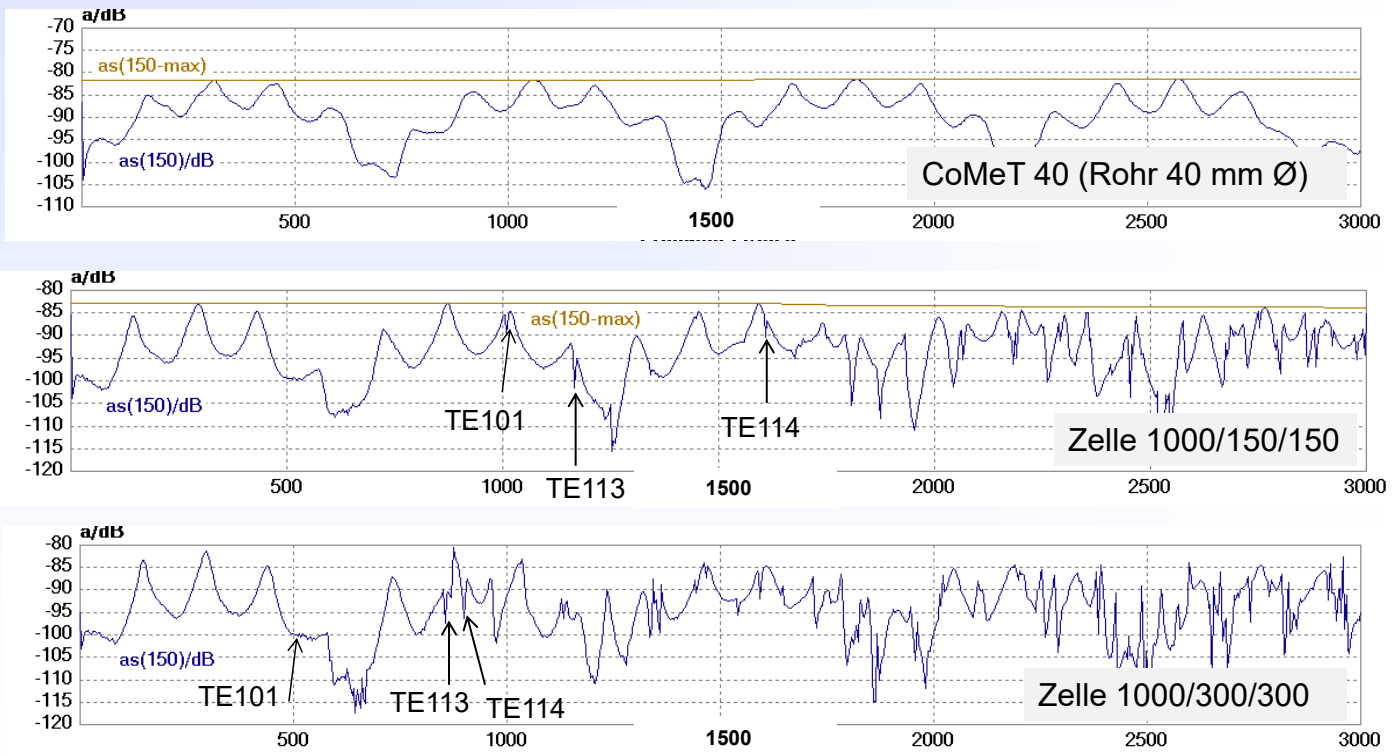
M, N, P	sind die Zahlen der Moden, wobei M und N für das transversale und P für das longitudinale Vielfache der halben Wellenlänge steht, (M,N,P = 1,2,3 wobei M oder N zu Null gesetzt werden kann)
a, b, c	sind die Dimensionen der Kavität, wobei a und b mit der transversalen und c mit der longitudinalen Dimension gekoppelt ist.
c_0	Ist die Lichtgeschwindigkeit im freien Raum



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 22

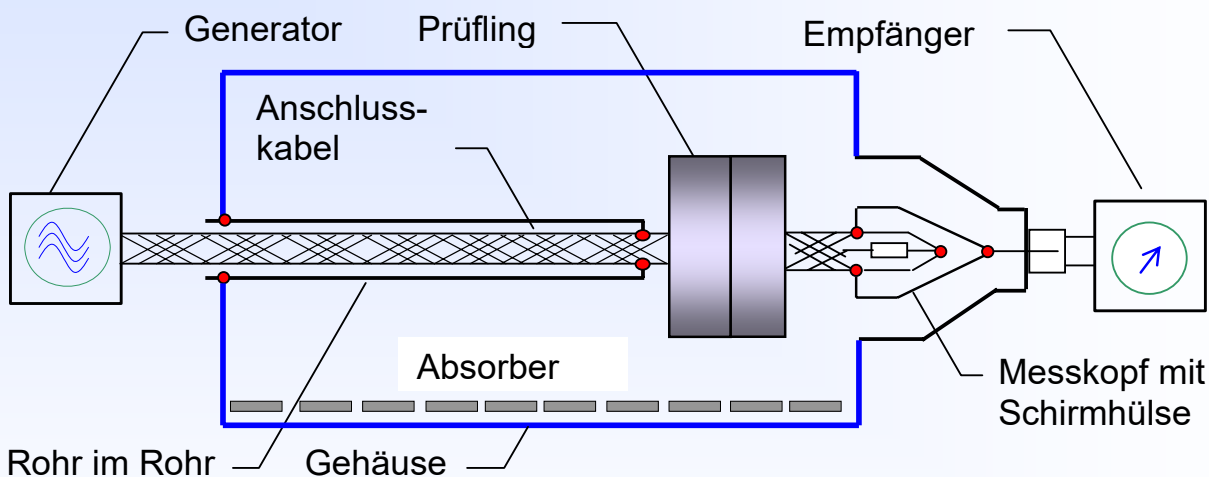
Höhere Moden & Resonanzen in Triaxialen Prüfeinrichtungen



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 23

Triaxiale “Absorberzelle“ IEC 62153-4-15Ed2



Durch **Absorbermaterial** können **höhere Moden** wirkungsvoll unterdrückt werden. Damit sind Messungen bis zu und über **3 GHz** möglich
 Geeignet sind Ferrit-Absorber, nanokristalline Absorber und magnetische Absorber

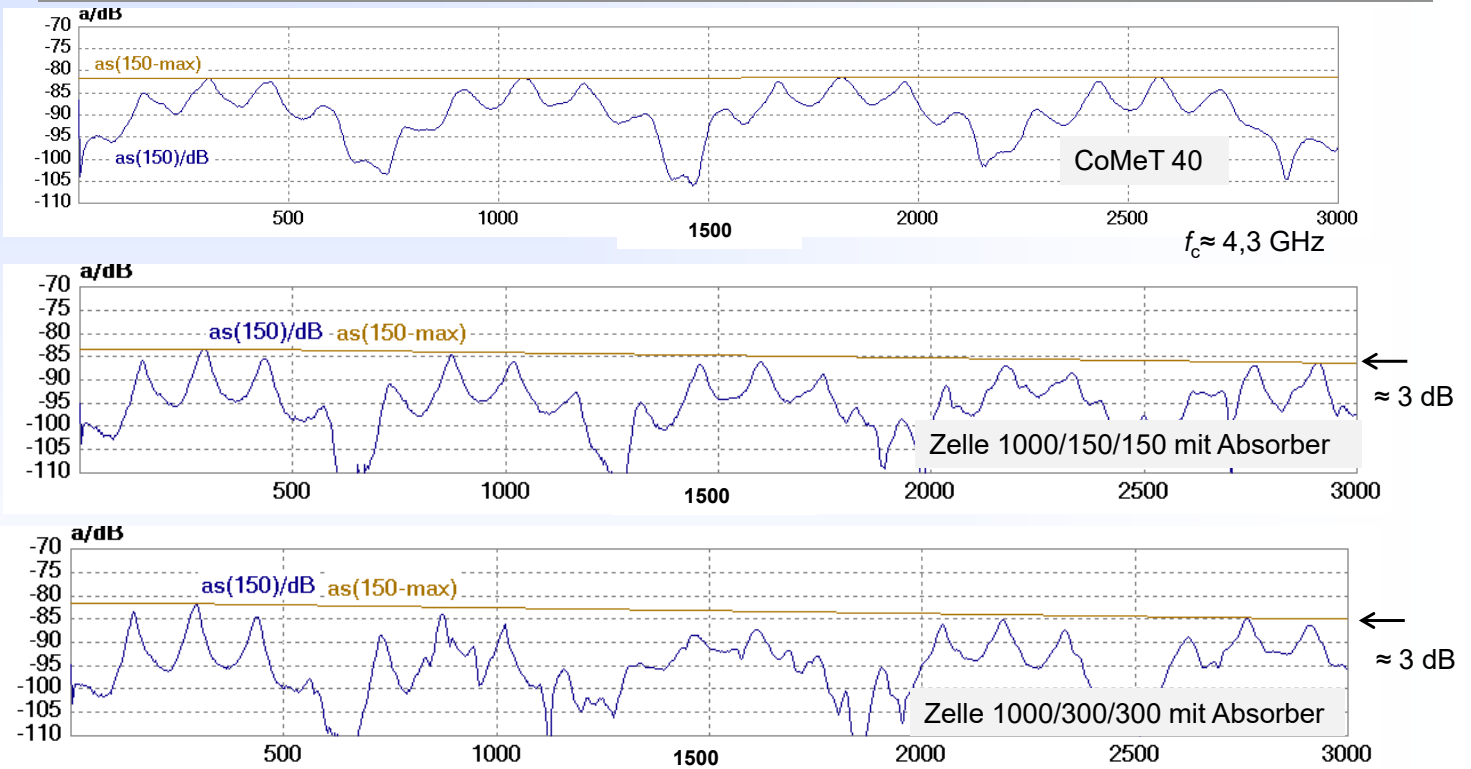
Triaxiale “Absorber-Zelle“ nach IEC 62153-4-15Ed2

(Erweiterung der IEC 62153-4-15 mit Absorbern in Vorbereitung bei IEC TC 46/WG5)

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 24

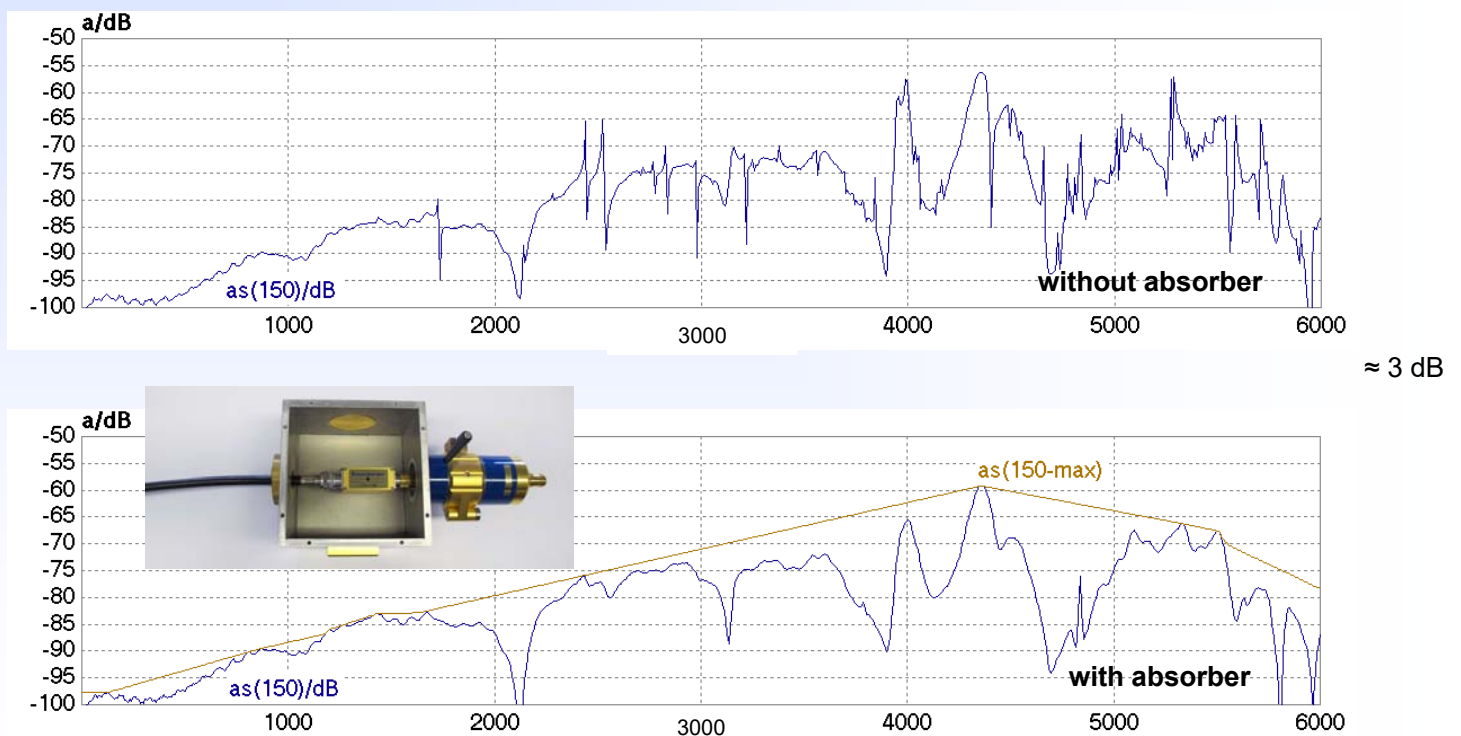
Übersicht Triaxialverfahren mit Absorber



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 25

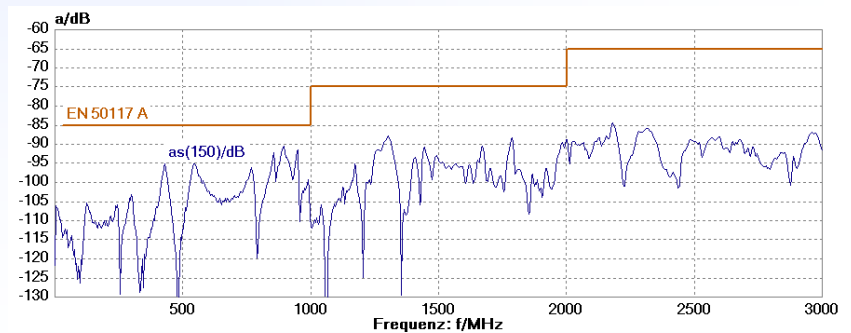
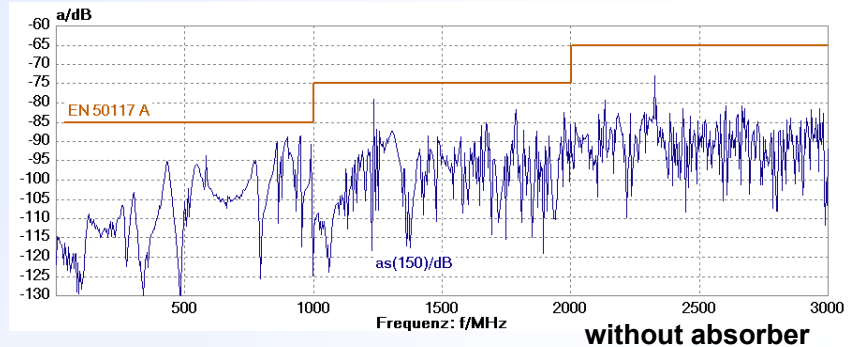
Box mit Loch in "Absorber-Zelle" 140/140/100



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 26

CATV-Verteiler mit Triaxialer Zelle 1000/300/300



[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 27

Zusammenfassung

- Normung dient u.a. der Verbesserung von **Produkten, Prozessen** und **Dienstleistungen** und **fördert** den Austausch von **Waren** und Dienstleistungen sowie die **kommunikative Zusammenarbeit**.
- **Elektrotechnische Normung** wird national von der **DKE** regional von **CENELEC** und international von **IEC** durchgeführt.
- Die Normung der **Kommunikationskabel** wird national durch das **K 412**, regional von **CLC TC 46X** und international von **IEC TC 46** - mit den jeweiligen **UKs** durchgeführt.
- Aktuelle Normvorhaben sind u.a. die **Revision** der **EN 50117er** Serie und die Erweiterung des Frequenzbereiches von Datenkabeln zu **2 GHz**.
- Die Messtechnik der Übertragungseigenschaften symmetrischer Kabel muss entsprechend angepasst werden; neue Normen der Reihe **EN 50289** befassen sich daher u.a. mit **“balunloser“** Messtechnik sowie mit Korrekturverfahren.
- im Bereich der Messung der **Kopplungsdämpfung** sind Normen mit **“balunloser“** Messtechnik in Arbeit.
- Weitere Aktivität bei **TC 46/WG 5** ist auch die Überarbeitung der Norm der **Triaxialen Zelle**.
- Durch **Absorbermaterial** kann der Frequenzbereich bis zu und über **3 GHz** erweitert werden.
- Weitere Info: www.bedea.com, Messtechnik, Fragen: bmund@bedea.com

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bedea.com, 28

Danke fürs Zuhören



www.bedeia.com
bmund@bedeia.com

ETSI

Das Europäische Institut für Telekommunikationsnormen (**ETSI**) ist eine der drei großen Normungs-organisationen in Europa.

ETSI ist eine gemeinnützige Organisation, welche von der EU als Europäische Organisation für Normung anerkannt ist und das Ziel verfolgt, weltweit anwendbare Standards für die **Informations- und Kommunikationstechnologien** zu schaffen.

ETSI ist **zuständig** für die europäische Normung im Bereich **Telekommunikation**. Zusammen mit dem Europäischen Komitee für elektrotechnische Normung (CENELEC) und Europäischen Komitee für Normung (CEN) bildet ETSI das europäische System für technische Normen.

Wichtige Standards, die vom **ETSI** geschaffen wurden, beziehungsweise an denen sie im **ITU**-Rahmen mitgearbeitet hat, sind zum Beispiel DSS1, GSM, UMTS, DECT, SDR und GMR (Satellitentelefonie), TETRA und Next Generation Network (NGN).

Die **Internationale Fernmeldeunion** (International Telecommunication Union, **ITU**) mit Sitz in Genf ist eine Sonderorganisation der Vereinten Nationen und die einzige Organisation, die sich offiziell und weltweit mit technischen Aspekten der Telekommunikation beschäftigt.

(wikipedia)

Internationale Normen für Triaxialverfahren,

TS 62153-4-1	Introduction to electromagnetic (EMC) screening measurements	2014-01	published
62153-4-3Ed2	Surface transfer impedance - Triaxial method	2013-10	published
62153-4-4Ed2	Shielded screening attenuation, test method for measuring of the screening attenuation a_S up to and above 3 GHz	2015-04	published
62153-4-7Ed2	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 3 GHz, Tube in tube method	2015-12	published
62153-4-9	Electromagnetic Compatibility (EMC) – Coupling attenuation, triaxial method	2008-03	Revision in preparation
62153-4-10Ed2	Shielded screening attenuation test method for measuring the Screening Effectiveness of Feedtroughs and Electromagnetic Gaskets	2015-11	published
62153-4-15	Test method for measuring transfer impedance and screening attenuation - or coupling attenuation with Triaxial Cell	2015-12	Revision in preparation
62153-4-16	Relationship between surface transfer impedance and screening attenuation, Conversion a_S and Z_T	2016-08	46/615/FDIS

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 31

Literatur

- [1] Lauri Halme, Bernhard Mund: Messen der Schirmwirkung elektrischer Kabel, Anwenderforum Elektrische Kabel, Technische Akademie Esslingen [TAE], 15. Oktober 2013
- [2] Thomas Hähner, Messung der Übertragungseigenschaften symmetrischer Kabel bis in den GHz Frequenzbereich, Technische Akademie Esslingen [TAE], 15. Oktober 2013
- [3] Ahmad Hamadeh, Bernhard Mund & Christian Pfeiler - Messung der Kopplungsdämpfung an geschirmten symmetrischen Kabeln bis 2 GHz mit virtuellem Balun, Anwenderforum Elektrische Kabel, Technische Akademie Esslingen [TAE], 21. Oktober 2014
- [4] Bernhard Mund, Christian Pfeiler - Balunless measurement of coupling attenuation of screened balanced cables up to 2 GHz, Proceedings of the 64th IWCS Conference 2015 pp 509 to 518, Atlanta, USA
- [5] Bernhard Mund - Neue Standards, Überarbeitung der Reihe EN 50117: Koaxiale Kabel für analoge und digitale Signale, Cable!Vision 4/2016
- [6] Bernhard Mund et. al. - Higher Order Mode Suppression in Triaxial Cells - Proceedings of the 65nd IWCS Conference, Providence, RI, USA, October 2016

[TAE] Technische Akademie Esslingen – Anwenderforum Elektrische Kabel, 18. Oktober 2016

Bernhard Mund, bedea Berkenhoff&Drebes GmbH, Herborner Strasse 100, 35614 Asslar, Germany, bmund@bedea.com, www.bede.com, 32